

KAJIAN TEORITIS COP DAN EFISIENSI AIR CONDITIONER (AC) MOBIL TOYOTA AVANZA K3-VE 1300CC PADA PUTARAN 1000 RPM

Muhammad Kamal¹, Firda Herlina², Muhammad Irfansyah³

¹Progam Studi Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan (UNISKA) Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NPM18620016

²Progam Studi Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan (UNISKA) Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NIDN1118078801

³Progam Studi Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan (UNISKA) Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NIDN0004017001
E-mail: muhammad.kamal06093@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan AC pada kendaraan umum atau mobil pribadi menjadi sangat di butuhkan untuk menjadi factor kenyamanan saat berkendara. Untuk mengetahui Kinerja Air Conditioner (AC) yaitu dengan cara menghitung Air Conditioner (AC) tersebut. COP dan efisiensi serta laju aliran massa refrigeran.

Penelitian dilakukan untuk mengatatahui COP actual dan efisiensi AC mobil Toyota Avanza K3-VE 1300cc dengan Variasi P1 dan P2 sebesar 20 Psig dan 185 Psig, 29 Psig dan 195 Psig, Serta 45 Psig dan 200 Psig Pda putaran Kompresor 1000 Rpm dan suhu kabin dijaga pada temperator sekitar 20 oC..

Dari hasil penelitian diperoleh Kesimpulan bahwa COPactual terendah mesin AC mobil Avanza sebesar 4,815, dan tertinggi sebesar 5,625. COPideal mesin AC mobil Avanza terendah sebesar 5,233, dan tertinggi sebesar 6,412. Efisiensi mesin AC mobil Avanza terendah sebesar 87,7%, tertinggi sebesar 91,9%. Laju aliran massa terendah adalah 0,00362 kg/s, tertinggi sebesar 0,00422 kg/s.

Kata kunci : Tekanan refrigerant, COP Efisiensi, Air conditioner (AC).

ABSTRACT

The use of air conditioning in public transportation or private cars is really needed to be a comfort factor when driving. To determine the performance of the Air Conditioner (AC), that is by calculating the Air Conditioner (AC). COP and the efficiency and mass flow rate of the refrigerant.

This study was conducted to determine the actual COP and efficiency of the Toyota Avanza K3-VE 1300cc air conditioner with P1 and P2 variations of 20 psig and 185 psig, 29 psig and 195 psig, and 45 psig and 200 psig at 1000 rpm compressor rotation and the cabin temperature was maintained at temp is around 20 oC..

From the research results, it can be concluded that the lowest COPactual of Avanza car AC engine is 4,815, and the highest is 5,625. The efficiency of the Avanza car AC engine is the lowest at 87.7%, the highest is 91.9%. The lowest mass flow rate was 0.00362 kg/s, the highest was 0.00422 kg/s.

Keywords: refrigerant pressure, COP efficiency, Air conditioner (AC).

PENDAHULUAN

Pemakaian Air Conditioner (AC) pada mobil di jaman globalisasi saat ini bukan merupakan hal yang tidak asing lagi. Udara yang semakin panas diakibatkan pemanasan global ditambah polusi udara menjadikan penggunaan AC pada kendaraan umum atau mobil pribadi menjadi sangat dibutuhkan untuk menunjang faktor kenyamanan saat berkendara, sehingga kebutuhan mobil ber AC saat ini sangatlah penting. Alat transportasi lain juga menggunakan AC seperti bis, kereta api, pesawat terbang dan kapal. Penggunaan AC mobil dapat memberikan kenyamanan berkendara dalam perjalanan. Hal ini disebabkan karena suhu udara di dalam kabin dapat dikondisikan sesuai dengan yang diinginkan kita. Udara yang masuk ke dalam ruang mobil selalu bersih, karena jendela yang tertutup juga dapat memberikan keamanan karena polusi, bau dan udara kotor dapat dicegah masuk kedalam mobil itu sendiri.

Untuk mengetahui kinerja Air Conditioner (AC) yaitu dengan cara menghitung COP Dan Efisiensi Air Conditioner tersebut. Oleh karena itu penulis mengambil tema tugas akhir yang berkaitan dengan Kajian Teoritis COP Dan Efisiensi Air Conditioner pada mobil, Dengan kajian teoritis ini tita dapat Mengetahui

Tekanan refrigeran mana yang menghasilkan COP dan efisiensi sama pada RPM terbaik dan juga pada suhu kabin yang relative sama.

METODE

Metode yang digunakan dalam Kajian Teoritis Cop Dan Efisiensi Air Conditioner (Ac) Mobil Toyota Avanza K3-Ve 1300cc Pada Putaran 1000 Rpm yaitu :

1. Metode Studi Pustaka
2. Metode Survei Lapangan
3. Metode Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian nilai tekanan refrigerant (P1 dan P2), Suhu refrigerant (T1 dan T3), arus (I), tegangan (V) dan suhu kabin pada titik-titik yang telah ditentukan pada waktu tertentu. Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 12 data, bisa dilihat table 4.1, table 4.2, table 4.3 dan table 4.4.

Table Data hasil pengukuran untuk tekanan P1= 20 Psig P2= 185 Psig

NO	WAKTU		P ₁ (Psig)	P ₂ (Psig)	T ₁ (°C)	T ₃ (°C)	I ₂ (A) ⁶	Volt (V)	Suhu Kabin
	Mati	Nyala							
1	00:16,2	00:25,8	20	185	39,7	36,9	10,44	12,82	20,92
2	00:35,4	00:47,3	20	185	37,1	39,4	10,28	12,82	20,92
3	00:58,1	01:06,0	20	185	41,0	38,7	10,65	12,82	20,92
4	01:17,2	01:31,7	20	185	38,9	35,9	10,59	12,82	20,92
5	01:43,1	01:56,8	20	185	42,2	39,3	10,27	12,82	20,92
6	02:09,5	02:22,9	20	185	36,8	40,2	10,66	12,82	20,92
7	02:36,1	02:49,3	20	185	41,4	37,8	10,49	12,82	20,92
8	03:01,9	03:14,4	20	185	38,1	36,6	10,75	12,82	20,92
9	03:27,3	03:39,2	20	185	43,0	42,1	10,18	12,82	20,92
10	03:52,4	04:12,5	20	185	39,1	36,8	10,45	12,82	20,92
11	04:27,0	04:41,4	20	185	36,6	39,1	10,58	12,82	20,92
12	04:58,1	05:11,9	20	185	40,7	35,9	10,43	12,82	20,92
Rata-rata			20	185	39,5	37,87	10,48	12,82	20,92

Table Data hasil pengukuran untuk tekanan P1= 29 Psig P2= 195 Psig

NO	WAKTU		P ₁ (Psig)	P ₂ (Psig)	T ₁ (°C)	T ₃ (°C)	I (A)	Volt (V)	Suhu kabin
	Nyala	Mati							
1	00:14,4	00:25,5	29	195	38,7	32,5	10,61	12,82	19,72
2	00:38,3	00:48,9	29	195	30,7	33,5	10,86	12,82	19,72
3	01:02,5	01:13,1	29	195	37,1	36,2	10,83	12,82	19,72
4	01:23,3	01:37,4	29	195	39,2	37,9	10,78	12,82	19,72
5	01:47,1	01:59,1	29	195	31,1	34,7	10,75	12,82	19,72
6	02:11,3	02:24,7	29	195	31,6	39,4	10,72	12,82	19,72
7	02:36,1	02:44,1	29	195	34,8	35,2	10,91	12,82	19,72
8	02:54,7	03:09,4	29	195	33,6	37,7	10,95	12,82	19,72
9	03:22,3	03:33,8	29	195	39,5	36,8	10,72	12,82	19,72
10	03:47,2	04:01,9	29	195	34,7	34,8	10,66	12,82	19,72
11	04:14,1	04:29,2	29	195	32,8	37,2	10,58	12,82	19,72
12	04:43,5	04:57,8	29	195	32,8	37,4	10,72	12,82	19,72
Rata-rata			29	195	34,10	36,11	10,757	12,82	19,72

Table Data hasil pengukuran untuk tekanan P₁= 45 Psig P₂= 200 Psig

NO	WAKTU		P ₁ (Psig)	P ₂ (Psig)	T ₁ (^o C)	T ₃ (^o C)	I (A)	Volt (V)	Suhu Kabin
	Hidup	Mati							
1	00:13,6	00:26,5	45	200	37,3	26,5	10,79	12,82	20,5
2	00:39,7	00:52,6	45	200	34,1	30,7	10,43	12,82	20,5
3	01:05,2	01:17,1	45	200	38,3	38,1	10,56	12,82	20,5
4	01:28,1	01:38,8	45	200	31,9	37,8	10,49	12,82	20,5
5	01:49,1	01:59,5	45	200	37,5	29,2	10,67	12,82	20,5
6	02:11,1	02:21,7	45	200	32,3	31,5	10,72	12,82	20,5
7	02:33,0	02:43,8	45	200	35,7	39,1	10,26	12,82	20,5
8	02:54,2	03:04,6	45	200	34,3	34,3	10,45	12,82	20,5
9	03:18,1	03:29,5	45	200	38,1	38,7	10,58	12,82	20,5
10	03:42,4	03:55,2	45	200	32,4	36,7	10,73	12,82	20,5
11	04:10,2	04:27,1	45	200	36,1	35,8	10,37	12,82	20,5
12	04:33,7	04:43,2	45	200	33,4	37,4	10,55	12,82	20,5
Rata-rata			45	200	35,1	33,8	10,55	12,82	20,5

Keterangan :

- P₁ : Tekanan refrigeran saat masuk kompresor (psig)
- P₂ : Tekanan refrigeran saat keluar kompresor (psig)
- T₁ : Suhu refrigeran saat masuk kompresor (oC)
- T₃ : Suhu refrigeran saat masuk katup ekspansi (oC)
- I : Arus listrik yang digunakan (Ampere)
- V : Tegangan listrik yang digunakan (Volt)
- Suhu Kabin : Suhu yang berada di ruang kabin (oC)

PERHITUNGAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dari data yang diperoleh dan dengan menggambarkan pada diagram P-h dapat ditentukan besarnya entalpi (h). Pada penelitian refrigeran yang digunakan adalah refrigeran R134a, sehingga diagram P-h yang digunakan adalah diagram P- h R134a. Perhitungan tekanan P₁ dan P₂ ditambah 1 atm serta diubah ke dalam Mpa (1 psia = 0,00689 Mpa).

Perhitungan dari Tabel 4.1 untuk tekanan P₁ 20 psig P₂ 185 psig sirkulasi udara dalam.

Data yang dihitung menggunakan data hasil rata – rata.

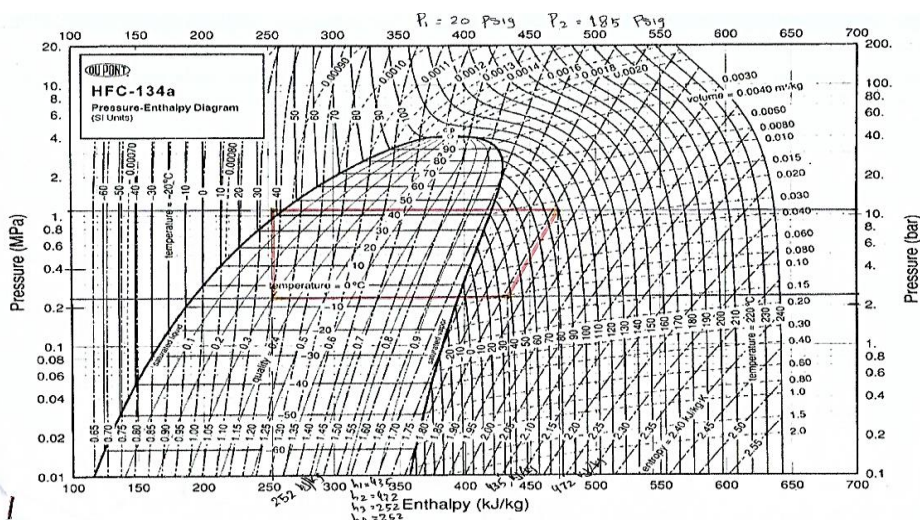
$$P_1 = 20 \text{ psig} + 1 \text{ atm} =$$

$$P_1 = 20 \text{ psig} + 14,7 = 34,7 \text{ psig} \times 0,00689 \text{ Mpa/psig} = 0,239 \text{ Mpa}$$

$$P_2 = 185 \text{ psig} + 1 \text{ atm} =$$

$$P_2 = 185 \text{ psig} + 14,7 = 199,7 \text{ psig} \times 0,00689 \text{ Mpa/psig} = 1,37 \text{ Mpa}$$

Dengan mempergunakan nilai tekanan P₁ dan P₂, T₁ dan suhu T₃, siklus kompresi uap dapat digambarkan pada diagram p-h. Gambar 4.1 menyajikan hasil penggambaran siklus kompresi uap yang diperoleh.



Gambar. siklus kompresi Uap pada diagram P-h R134a pada variasi P₁= 20 psig

Berdasarkan gambar 4.1 siklus kompresi uap pada variasi $P_1 = 20$ psig, dengan tekanan refrigeran saat masuk kompresor $P_1 = 0,239$ MPa, tekanan refrigeran saat keluar kompresor $P_2 = 1,37$ MPa dan suhu refrigeran saat masuk kompresor $T_1 = 39,5^\circ\text{C}$, suhu refrigeran saat masuk katup ekspansi $T_1 = 37,87^\circ\text{C}$ maka diperoleh temperatur evaporator $T_e = -5^\circ\text{C}$ dan temperatur kondensor $T_c = 43^\circ\text{C}$, kemudian entalpi refrigeran masuk kompresor $h_1 = 435$ kJ/kg, entalpi refrigeran keluar kompresor $h_2 = 472$ kJ/kg, entalpi refrigeran masuk pipa kapiler $h_3 = 252$ kJ/kg dan entalpi refrigeran keluar pipa kapiler $h_4 = 252$ kJ/kg. Untuk lebih jelasnya disajikan pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel Data entalpi, Temperatur evaporator dan kondesor pada variasi $P_1 = 20$ psig

T_e	-5°C	(Suhu kerja evaporator)
T_c	43°C	(suhu kerja kondensor)
h_1	435 kJ/kg	(Entalpi refrigeran masuk kompresor)
h_2	472 kJ/kg	(Entalpi refrigeran keluar kompresor)
h_3	252 kJ/kg	(Entalpi refrigeran masuk pipa kapiler)
h_4	252 kJ/kg	(Entalpi refrigeran keluar pipa kapiler)

a. Kerja Kompresor persatuan massa *refrigeran* (W_{in})

Untuk mendapatkan kerja kompresor persatuan massa *refrigeran* yang dihasilkan oleh AC mobil, menggunakan Persamaan (2.1) :

$$\begin{aligned} W_{in} &= h_2 - h_1 \\ &= 472 \text{ kJ/kg} - 435 \text{ kJ/kg} \\ &= 37 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Maka kerja kompresor persatuan massa *refrigeran* sebesar 37 kJ/kg

b. Kalor persatuan massa *refrigeran* yang dilepas kondensor (Q_{out})

Untuk mendapatkan nilai kalor persatuan massa *refrigeran* yang dilepas kondensor pada AC mobil Avanza, menggunakan Persamaan (2.2) :

$$\begin{aligned} Q_{out} &= h_2 - h_3 \\ &= 472 \text{ kJ/kg} - 252 \text{ kJ/kg} \\ &= 220 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Maka kalor persatuan massa *refrigeran* yang dilepas kondensor sebesar 220 kJ/kg

a. Kalor yang diserap evaporator (Q_{in})

Untuk mendapatkan kalor persatuan massa *refrigeran* yang diserap evaporator pada AC mobil Avanza, menggunakan Persamaan (2.4) :

$$\begin{aligned} Q_{in} &= h_1 - h_4 \\ &= 435 \text{ kJ/kg} - 252 \text{ kJ/kg} \\ &= 183 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Maka kalor persatuan massa *refrigeran* yang diserap evaporator sebesar 183 kJ/kg

b. COP_{aktual}

COP_{aktual} dipergunakan untuk menyatakan *performance* (unjuk kerja) dari mesin AC mobil yang bekerja dengan siklus kompresi uap, dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.5) :

$$\begin{aligned} COP_{aktual} &= (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) \\ &= (435 \text{ kJ/kg} - 252 \text{ kJ/kg}) / (472 \text{ kJ/kg} - 252 \text{ kJ/kg}) \\ &= 183 \text{ kJ/kg} / 220 \text{ kJ/kg} \\ &= 4,94 \end{aligned}$$

Maka COP_{aktual} AC mobil avanza adalah 4,94.

c. COP_{ideal}

Untuk menghitung *performance* ideal pada AC mobil yang bekerja dengan siklus kompresi uap, dapat menggunakan Persamaan (2.6) :

$$\begin{aligned} COP_{ideal} &= \frac{T_e}{T_c - T_e} \\ &= \frac{-5 + 273,15}{(43 + 273,15) - (-5 + 273,15)} \\ &= 4,94 \end{aligned}$$

Maka COP_{ideal} AC mobil Avanza adalah 4,94

d. Efisiensi (η)

Untuk mendapatkan efisiensi AC mobil dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.7) :

$$\eta = (COP_{aktual} : COP_{ideal}) \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= (4,94 : 5,58) \times 100\% \\
 &= 0,885 \times 100\% \\
 &= 88,5\%
 \end{aligned}$$

Maka efisiensi AC mobil Avanza adalah 88,5%

e. Laju aliran massa *refrigeran* (\dot{m})

Untuk mendapatkan laju aliran massa *refrigeran* dapat dihitung dengan Persamaan (2.8)

$$\begin{aligned}
 \dot{m} &= [(VI)/1000] / W_{in} \\
 &= [(12,82 \cdot 10,48)/1000] / 37 \\
 &= 0,00363 \text{ kg/s}
 \end{aligned}$$

Maka laju aliran massa AC mobil Avanza adalah 0,00363 kg/s

Perhitungan dari Tabel 4.2 untuk tekanan P₁ 29 psig P₂ 195 psig sirkulasi udara dalam.

Data yang dihitung menggunakan data hasil rata – rata.

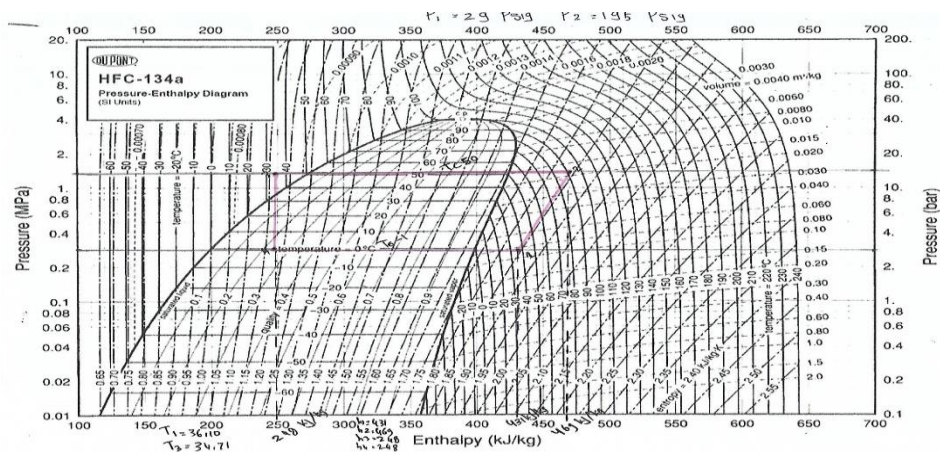
$$P_1 = 29 \text{ psig} + 1 \text{ atm} =$$

$$P_1 = 29 \text{ psig} + 14,7 = 43,7 \text{ psig} \times 0,00689 \text{ Mpa/psig} = 0,301 \text{ Mpa}$$

$$P_2 = 195 \text{ psig} + 1 \text{ atm} =$$

$$P_2 = 195 \text{ psig} + 14,7 = 209,7 \text{ psig} \times 0,00689 \text{ Mpa/psig} = 1,444 \text{ Mpa}$$

Dengan mempergunakan nilai tekanan P₁ dan P₂, T₁ dan suhu T₃, siklus kompresi uap dapat digambarkan pada diagram p-h. Gambar menyajikan hasil penggambaran siklus kompresi uap yang diperoleh.



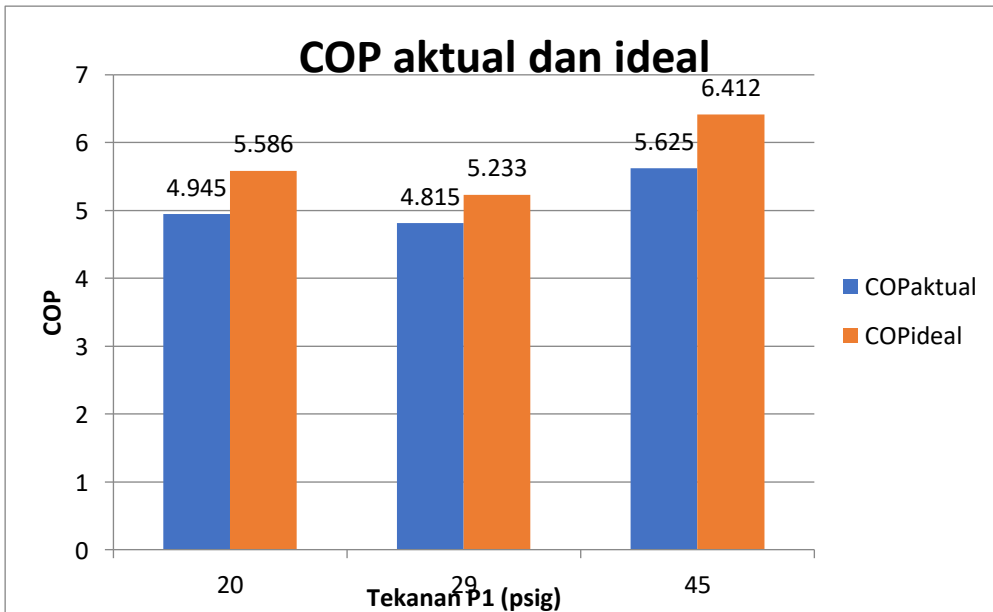
Gambar. siklus kompresi Uap pada diagram P-h R134a pada variasi P₁= 29 psig.

PEMBAHASAN

Dari hasil data penelitian yang diperoleh untuk tekanan P₁ 20 psig P₂ 185 psig, dapat diperoleh informasi bahwa rata-rata kompresor menyala selama 20 detik dan kompresor berhenti menyala selama 25 detik. Sedangkan P₁ 29 psig P₂ 185 psig kompresor menyala selama 12 detik dan kompresor berhenti menyala selama 13 detik.

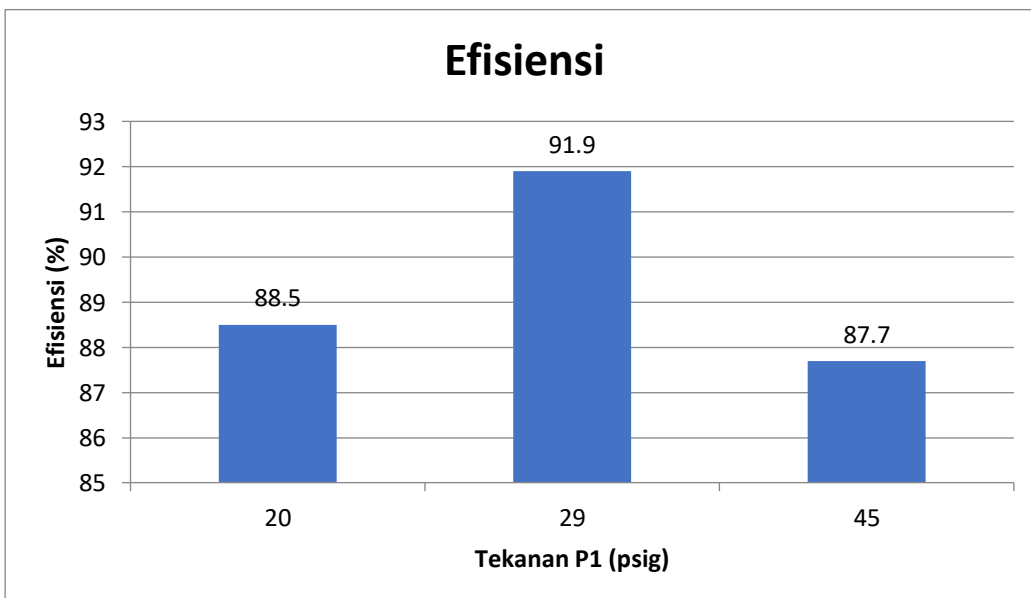
Dari hasil penelitian, diperoleh informasi bahwa mesin AC mobil Avanza dapat bekerja dengan baik serta komponen-komponen AC mobil juga dapat bekerja dengan baik sehingga dapat menghasilkan data yang cukup baik. Hasil dari pengambilan data menggunakan diagram P-h dan membentuk siklus kompresi uap dengan proses pemanasan lanjut dan pendinginan lanjut.

Dari hasil penelitian yang dilakukan kondisi ini memberi keuntungan pada AC mobil Avanza. Karena ada proses pemanasan lanjut dan pendinginan lanjut, maka akan dapat menaikkan nilai COP dan efisiensi mesin AC mobil Avanza. Begitu juga saat kondisi refrigeran masuk kompresor sudah benar-benar berubah fase menjadi gas, sehingga proses kompresi dapat berjalan ideal dan tidak merusak kompresor. Kondisi refrigeran ketika masuk ke katup ekspansi juga dalam keadaan cair sehingga masuknya refrigeran ke katup ekspansi dengan baik. Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil W_{in}, Q_{out}, Q_{in}, COP_{aktual}, COP_{ideal}, Efisiensi, Laju aliran massa refrigeran dengan pemanasan lanjut dan pendinginan lanjut. Dari data yang diambil terdapat perbandingan tiap variasi tersebut.



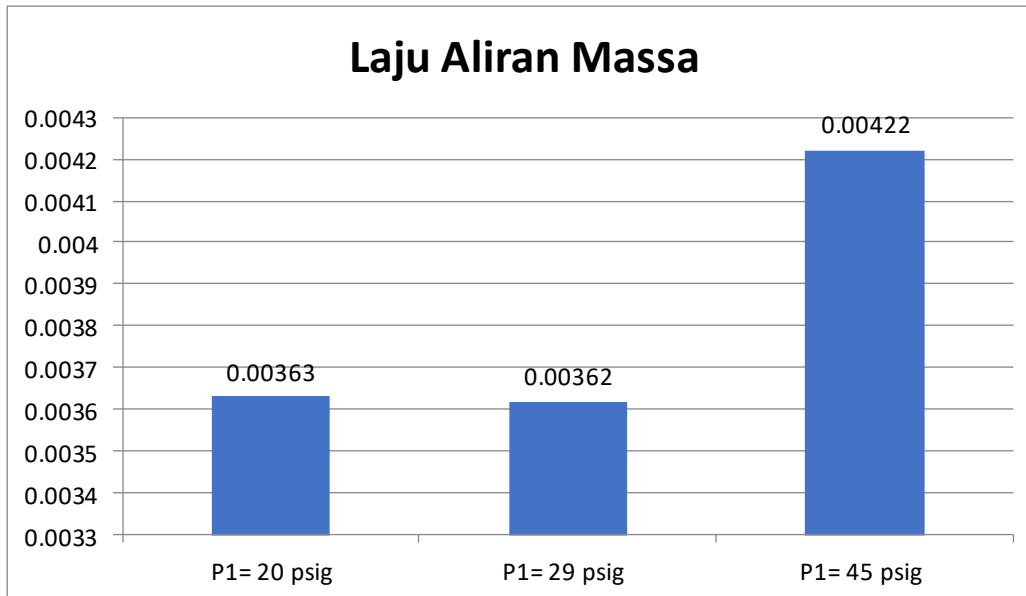
Grafik COPaktual dan COPideal

Grafik memperlihatkan besarnya perbandingan COPaktual dengan COPideal pada tiap variasi, dapat dilihat bahwa nilai COPaktual terendah sebesar 4,815 dan nilai COPideal terendah sebesar 5,233 terjadi pada variasi P1= 29 psig P2= 195 psig. Sedangkan nilai COPaktual tertinggi sebesar 5,625 dan nilai COPideal terendah sebesar 6,412 terjadi pada variasi P1= 45 psig P2=200 psig. Nilai COPaktual berbanding lurus dengan nilai nilai COPideal, dan nilai COPideal selalu lebih tinggi daripada nilai COPaktual.



Grafik. Efisiensi

Grafik memperlihatkan besarnya perbandingan efisiensi tiap variasi. Nilai terendah pada P1= 45 psig P2= 200 psig sebesar 87,7%. Sedangkan nilai tertinggi pada P1= 29 psig P2= 195 psig sebesar 91,9%. Jadi efisiensi AC mobil avanza bagus adalah kisaran tekanan pada 25 psig sampe 30 psig tekanan rendah nya, untuk mendapatkan nilai efisiensi yang baik.



Grafik. Laju Aliran Massa

Grafik memperlihatkan besarnya perbandingan laju aliran massa tiap variasi. Nilai terendah pada 29 psig sebesar 0,00362 kg/s. Sedangkan nilai tertinggi pada 45 psig sebesar 0,00422 kg/s.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari penelitian mesin AC mobil Avanza, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- COP aktual terendah mesin AC mobil Avanza sebesar 4,815 pada variasi tekanan P1 = 29 psig dan COP aktual tertinggi sebesar 5,625 pada variasi tekanan P1 = 45 psig.
- Efisiensi mesin AC mobil Avanza terendah adalah sebesar 87,7% pada variasi tekanan P1 = 45 psig dan efisiensi tertinggi sebesar 91,9% pada variasi tekanan P1 = 29 psig.
- Laju aliran massa terendah adalah sebesar 0,00362 kg/s, pada variasi tekanan P1 = 29 psig dan laju aliran massa tertinggi sebesar 0,00422 kg/s pada variasi tekanan P1 = 45 psig.

Saran

Dari hasil penelitian yang telah saya lakukan terhadap AC mobil Avanza, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

- Perlu nya ada penelitian lebih lanjut terhadap AC mobil seperti coba pada unit mobil yang lebih besar, pada saat suhu matahari terik, pada saat suhu dingindan coba lakukan saat mobil berjalan.
- Jangan menunda – nunda pekerjaan dan selalu berusaha semaksimal mungkin serta selalu konsultasi kepada Dosen Pembimbing.

REFERENSI

-Anwar, K., 2010 , Efek Beban Pendinginan Terhadap Performa Sistem Mesin Pendingin, Jurnal Teknik Mesin, 8.hal.203 – 204.

-Cengel, Yunus A and Michael A. Boles, 2006, Thermodynamics Engineering Approach. The McGraw-Hill Companies

-Gunawan, Drs. Ricky, 1998, Pengantar Teori Teknik Pendinginan (Refrigrasi). Departemen Pendidikan dan Kebudayaan: Jakarta

-Marindho, D.C., 2014, Pengujian Kinerja HFC-134a Refrigerant pada AC Mobil Sistem (Percobaan Statis) dengan Variasi Kecepatan Motor, Kudus.

-Purnawan, A.,2010, Analisa Performa Sistem Air Conditioning Mobil tipe ET 450 dengan Variasi Tekanan Kerja Kompresor, Bali.

-Wilis, GR., 2013, : Melakukan penelitian terhadap penggunaan refrigeran R22 dan R134a Pada Mesin Pendingin, Jurnal Teknik Mesin, 8.hal.125 – 235.

-Yuswandi, A., 2007, Pengujian Unjuk Kerja Sistem AC Mobil Statik Eksperimen Menggunakan Refrigeran CFC-12 dan HFC-134a Dengan Variasi Putaran (RPM) Kompresor, Surakarta.

-<https://otomotrip.com/fungsi-komponen-utama-dan-cara-kerja-ac-mobil.html>)