

Analisa Performansi Sistem Air Conditioning Mobil tipe ET 450 dengan Variasi Tekanan Kerja Kompresor

Adi Purnawan, Suarnadwipa dan I K.G. Wirawan

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana,
Kampus Bukit Jimbaran Bali 80362

Abstraksi

Kenyamanan dan kesejukan pada saat berkendara khususnya pada mobil sangat diperlukan. Berbagai cara dan upaya yang dilakukan manusia sehingga kenyamanan berkendara dicapai. Salah satu cara yang lebih efektif untuk mendapatkan kenyamanan di dalam mobil yaitu dengan memasang pengkondisi udara (air conditioning). Performansi sistem air conditioning sangat dipengaruhi oleh kerja kompresor. Sehingga tekanan kerja kompresor (suction) sangat berperan pada performansi sistem air conditioning yang akan berdampak bagi kerja kompresor, daya kompresor, dampak refrigerasi, efisiensi isentropis dan coefficient of performance (COP) dari sistem AC mobil khususnya pada AC mobil Tipe ET 450. Dari hal tersebut, penulis ingin melakukan penelitian terhadap AC mobil dengan topik “ Analisa Performansi Sistem AC Mobil Tipe ET 450 Dengan Variasi Tekanan Kerja Kompresor “.

Pengujian ini dilakukan pada sebuah perangkat AC mobil Tipe ET 450 dengan variasi tekanan kerja kompresor (suction) 2,8 bar, 3 bar, 3,2 bar, 3,4 bar, 3,6 bar dan 3,8 bar. Data yang diambil adalah tekanan keluaran kompresor (P_2), temperatur masing-masing titik (T_1 , T_2 , T_3 , T_4), putaran kompresor (n), kuat arus listrik (I), dan laju aliran volumetrik. Data hasil penelitian kemudian diolah dan dianalisis untuk mendapat performansi pada masing-masing variasi tekanan kerja kompresor baik secara aktual dan teoritis.

Dari hasil penelitian didapat bahwa dengan variasi tekanan kerja kompresor, semakin besar tekanan kerja kompresor (suction) maka performansi sistem AC mobil tipe ET 450 semakin besar pula. Coefficient of performance (COP) teoritis sistem yang dihasilkan lebih besar dari COP aktual, COP optimal terjadi pada tekanan kerja kompresor (suction) 441,325 kPa, COP aktual sebesar 3,513177 dan COP teoritis sebesar 3,632062.

Kata kunci : Performansi, pengkondisi udara, tekanan kerja kompresor (suction).

Abstract

Comfort and coolness when traveling by vehicle especially car is highly needed. So many attempts have been made by humans that comfortable traveling by car can be achieved. One of the effective ways in which comfortable traveling by car can be obtained is by installing air conditioning. The performance of air conditioning system is highly influenced by how the compressor works. In other words, the pressure resulting from the suction highly determines the performance of air conditioning system, which then affects how the compressor works, the compressor power, the refrigeration effect, the efficiency of isentropic and coefficient of performance (COP) of the car air conditioning system especially that of the car air conditioner type ET 450. From what has been described above, the writer would like to conduct a research entitled “ Analysis of the Performance of the Car Air Conditioning system Type ET 450 with Variation of the Compressor Pressure”.

The test was conducted on the car air conditioner type ET 450 with variations of suction 2.8 bar, 3 bar, 3.2 bar, 3.4 bar, 3.6 bar and 3.8 bar. The data were obtained from the pressure of compressor output (P_2), the temperatures in each point are T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , the compressor rotation is n , the strength of electrical current is I , and the volumetric flow rate. The data were then processed and analyzed so that so that the performance of each variation of the suction could be actually and theoretically obtained.

The findings show that the bigger the suction, the bigger the performance of the car air conditioner type ET 450 would be. The theoretical coefficient of performance (COP) produced was bigger than the actual COP. The optimal COP took place when the suction was 441.325 kPa, the actual COP was 3.513177 and the theoretical COP was 3.632062

Keywords: Performance, air conditioning, compressor pressure (suction).

1. PENDAHULUAN

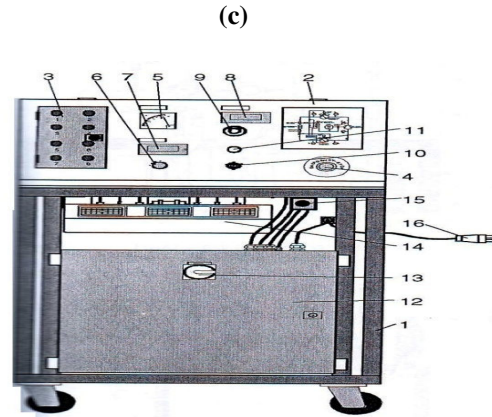
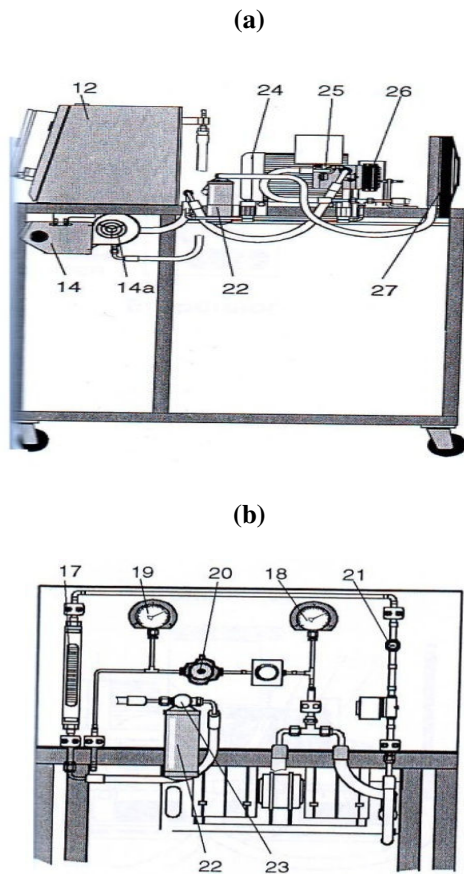
Secara umum, performansi sistem refrigerasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi anatara lain, jenis refrigeran,

beban pendinginan, masa recharging refrigeran yang diisi dalam sistem, jenis kompresor, putaran kompresor, tekanan kerja sistem dll. Aplikasi sistem refrigerasi salah satunya digunakan pada

sistem pengkondisian udara (Air Conditioning) yang digunakan untuk mendinginkan udara ruangan. Penggunaan *Air Conditioning*, khususnya pada AC mobil sudah semakin banyak, dan performansi sistem dipengaruhi oleh faktor-faktor diatas. Sehubungan dengan hal tersebut telah dilakukan penelitian terhadap model AC mobil yaitu pada AC mobil type ET 450. Penelitian yang dilakukan adalah pengaruh variasi tekanan suction kompresor terhadap performansi AC mobil ET 450. Yang dianalisis dalam penelitian adalah kerja kompresor yang , laju pendinginan dan koefisien performansi terhadap variasi tekanan suction kompresor. Batasan permasalahan: temperatur lingkungan dianggap konstan, sistem diuji dalam keadaan beban konstan (ruang laboratorium), analisis menggunakan siklus kompresi uap standar/ideal dan kondisi aktual yang dicari hanya pada kondisi keluaran kompresor dimana kondisi lain diasumsikan ideal..

2. METODE PENELITIAN

2.1 Peralatan Pengujian



Gambar 1.(a),(b),(c). Peralatan Pengujian

Keterangan gambar :

1. Mobile frame
2. Unit operasi
3. Kabel control cabinet dengan pressure switch
4. Tombol pengaman (emergency)
5. Display input daya motor electric
6. Temperatur display
7. Changeover switch untuk melihat temperatur T1,T2, T3, T4
8. Display kecepatan kompresor
9. Potentiometer
10. Kunci kontak
11. Lampu sinyal
12. Control cabinet
13. Main switch
14. Evaporator dilengkapi dengan katup ekspansi ,
14 a. Fan
15. Switch kontrol fan
16. Kabel power suplay
17. Flow meter
18. Manometer
19. Pressure gauge
20. Cock regulating
21. Gelas penduga
22. Filter dryer
23. Pressure switch
24. Motor electric
25. Kompresor
26. Kopling magnetic
27. Kondensor dilengkapi dengan fan

2.2. Alat dan Bahan.

- a. Refrigeran (R-134a) sebagai bahan pendingin pada sistem refrigerasi AC mobil ET 450.

- b. Tang ampere dan Avometer merupakan alat yang berfungsi untuk mengetahui besarnya arus dan tegangan listrik yang dikonsumsi kompresor saat bekerja.
- c. Pompa Vakum alat yang digunakan untuk mengosongkan sistem pendingin (untuk membuat sistem menjadi vakum) dari udara luar sebelum diisi refrigeran.
- d. Timbangan digunakan untuk menentukan banyaknya kapasitas refrigeran yang digunakan dalam sistem.
- e. Charging Manifold adalah alat yang digunakan untuk memeriksa tekanan, tingkat kevacuman, dan mengisi atau membuang refrigeran pada sistem AC.
- f. Seperangkat alat uji AC Mobil Tipe ET 450 dengan spesifikasi sebagai berikut :
Power supply engine 380 VAC, 3ph, Star connection, $\cos \phi = 0,9$
Compressor Type: Piston, designed for R-134a
Transmission ratio of engine to compressor 1 : 1
Evaporator with expansion valve and blower, Max. cooling capacity 5,3 kW
Condensor (cooler) Max. cooling capacity : 6,6 kW
Refrigerant: R-134a.

2.2 Metode Pengambilan Data.

Prosedur Penelitian:

- a. Menyiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian.
- b. Memastikan semua alat ukur yang digunakan dalam penelitian dalam kondisi yang baik, kemudian memasang peralatan yang digunakan.
- c. Setelah semuanya terpasang kemudian sistem divakum kurang lebih 10 menit atau sampai tekanan rendahnya mencapai ± 30 inchi Hg (± 760 mm Hg) (tekanan vacum).
- d. Setelah proses memvakum selesai, sistem dalam kondisi off diisi refrigeran sampai tekanannya sekitar 3 bar (44,1 psig).
- e. Menghidupkan motor listrik dan tunggu beberapa saat sampai putaran konstan.
- f. Menentukan tekanan kerja yang dicari (P1) pada manometer mulai dari 3,8 bar, 3,6 bar, 3,4 bar, 3,2 bar, 3 bar dan 2,8 bar dengan cara memutar potensiometer (rpm) sesuai tekanan yang dicari sehingga memudahkan nantinya dalam pengukuran. Pencatatan data dilakukan sebanyak 3 kali.
- g. Kemudian dicatat dan diamati besarnya tekanan yang terbaca pada *pressure side*

(*manometer*) dan temperatur pada *temperature display* serta laju aliran volume untuk menghitung laju aliran massa yang terbaca dalam *flow meter*, putaran mesin (n) dan juga arusnya (I).

- h. Ulangi langkah f, g pada tekanan kerja kompresor (*suction*), mulai dari 3,8 bar, 3,6 bar, 3,4 bar, 3,2 bar, 3 bar dan 2,8 bar seperti langkah sebelumnya.
- i. Setelah semua langkah-langkah diatas dilakukan lepaskan semua peralatan, bersihkan tempat kerja dan alat yang digunakan.
- j. Kembalikan semua peralatan dan bahan ke tempatnya.
- k. Mengolah data yang telah diperoleh dalam penelitian dengan suatu perhitungan tabel dan diagram.

2.3 Metode Pengolahan Data

Menghitung daya kompresor

$$\begin{aligned} > W_{act} &= \dot{m} (h_2 - h_1) \\ > W_{teo} &= \dot{m} (h_2 - h_1) \end{aligned}$$

Menghitung kapasitas refrigrasi

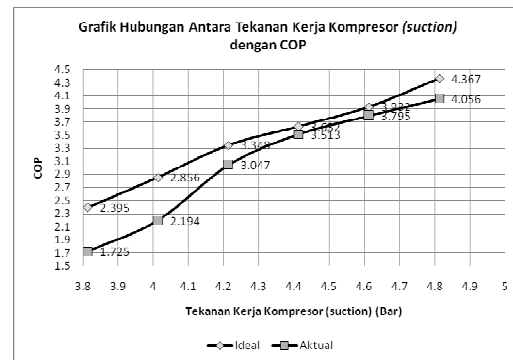
$$> Q_r = \dot{m} (h_1 - h_4)$$

Menghitung COP

$$\begin{aligned} > COP_{act} &= \frac{q_r}{w_{act}} = \frac{h_2 - h_4}{h_2 - h_1} \\ > COP_{teo} &= \frac{q_r}{w_{teo}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \end{aligned}$$

3. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

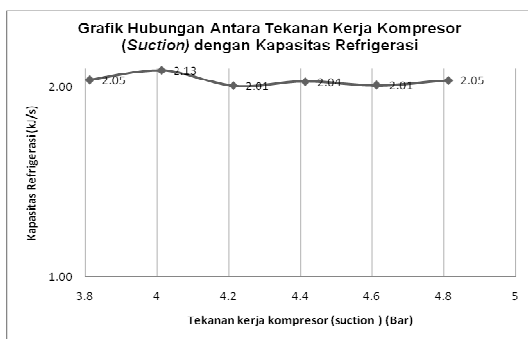
3.1. Hubungan COP terhadap Tekanan Kerja Kompresor (*Suction*).



Gambar 2. Grafik Hubungan Tekanan Kerja Kompresor (*suction*) terhadap COP aktual dan COP teoritis (ideal).

Dari gambar 2 diatas dapat dijelaskan semakin besar tekanan kerja kompresor (*suction*) maka semakin besar pula *Coeffisient Of Performance* (COP) nya, COP aktual maximum sebesar 4,056199 pada tekanan kerja kompresor (*suction*) 4,81325 Bar dan COP aktual minimum sebesar 1,724705 pada tekanan kerja kompresor (*suction*) sebesar 3,81325 Bar, sedangkan COP teoritis maximum sebesar 4,367109 pada tekanan kerja kompresor (*suction*) 4,81325 Bar, dan COP teoritis minimumnya sebesar 2,395390 pada tekanan kerja kompresor (*suction*) 3,81325 Bar. Terjadinya peningkatan COP, karena adanya peningkatan terhadap dampak refrigerasi (q_r) dan penurunan dari kerja kompresor (w) yang dihasilkan akibat perubahan enthalpi pada sisi masuk dan keluaran kompresor, yaitu pada sisi masuk kompresor terjadi peningkatan enthalpi mulai dari tekanan suction 3,81325 Bar sebesar 402,998192 kJ/kg sampai pada tekanan suction kompresor 4,81325 Bar sebesar 406,907604 kJ/kg dan pada keluaran kompresor terjadi penurunan enthalpi mulai dari 453 kJ/kg sampai dengan 435 kJ/kg pada kondisi aktual sedangkan ideal mulai dari 439 kJ/kg sampai dengan 433 kJ/kg. Begitu juga pada kondisi keluaran kondensor terjadi penurunan enthalpi hal tersebut disebabkan karena perubahan tekanan.

3.2. Hubungan Tekanan Kerja Kompresor (*Suction*) terhadap Kapasitas Refrigerasi.

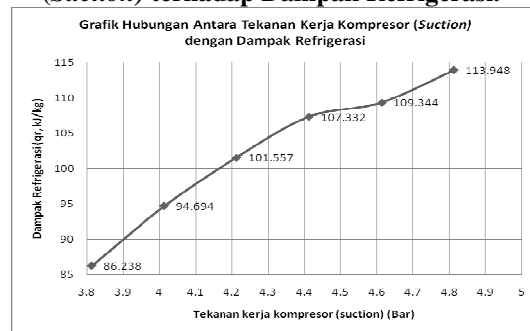


Gambar 3. Grafik Hubungan antara Tekanan kerja kompresor suction Dengan Kapasitas Refrigerasi (Q_r)

Dari gambar 3 dapat dilihat, kapasitas refrigerasinya terlihat relatif konstan terhadap peningkatan tekanan kerja kompresor, disebabkan karena adanya peningkatan dampak refrigerasi dan laju aliran massa

yang berubah-ubah akibat putaran kerja kompresor yang berubah-ubah, kapasitas refrigerasi maximum sebesar 2,12667594 kJ/s pada tekanan kerja kompresor (*suction*) 4,21325 Bar, dan kapasitas refrigerasi minimum sebesar 2,01359494 kJ/s pada tekanan kerja kompresor 4,61325 Bar.

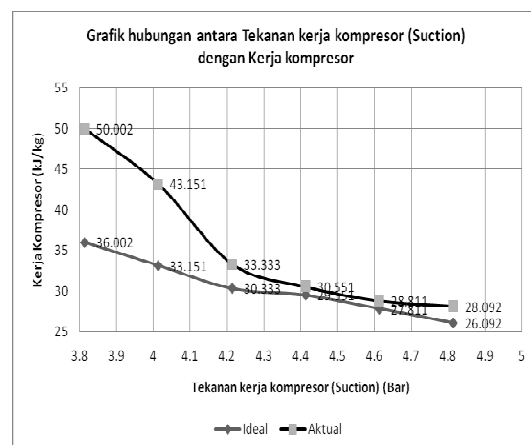
3.3. Hubungan Tekanan Kerja Kompresor (*Suction*) terhadap Dampak Refrigerasi.



Gambar 4 Grafik antara Tekanan Kerja Kompresor (*Suction*) Dengan Dampak Refrigerasi (q_r)

Dari gambar 4 diatas dapat dijelaskan bahwa semakin besar tekanan kerja kompresor (*suction*) maka dampak refrigerasinya semakin besar pula, akibat dari peningkatan enthalpi pada titik isap kompresor atau titik pada keluaran evaporator dan penurunan enthalpi pada titik sebelum masuk evaporator, yang disebabkan oleh peningkatan tekanan suction kompresor.

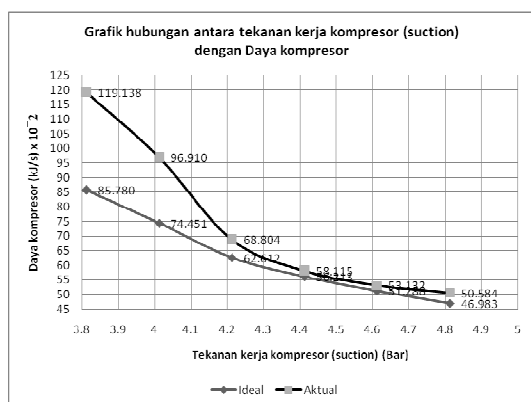
3.4. Hubungan Antara Tekanan Kerja Kompresor (*Suction*) terhadap Kerja Kompresor.



Gambar 5. Grafik hubungan Tekanan Kerja Kompresor (*suction*) terhadap Kerja Kompresor (w)

Dari gambar 5 dapat dilihat tekanan kerja kompresor (suction) berbanding terbalik dengan kerja kompresor. Dan dapat dilihat pula terjadi penurunan kerja kompresor secara drastis, baik secara teoritis (ideal) maupun aktual, diakibatkan oleh semakin kecil perubahan tekanan (ΔP) menyebabkan kerja kompresor yang dihasilkan semakin kecil sehingga besarnya enthalpi pada sisi isap dan sisi tekan juga berubah, enthalpi pada sisi masuk kompresor meningkat sejalan dengan peningkatan tekanan suction kompresor dan enthalpi sisi keluaran kompresor terjadi penurunan. Kerja kompresor maximum terjadi pada tekanan kerja kompresor (suction) 3,81325 Bar sedangkan kerja kompresor minimum terjadi pada tekanan kerja kompresor (suction) 4,81325 Bar begitu pula dengan daya kompresornya dapat dilihat seperti gambar grafik 6 dibawah ini.

3.5. Hubungan Tekanan Kerja Kompresor (Suction) terhadap Daya Kompresor.



Gambar 6. Grafik hubungan Tekanan Kerja Kompresor (suction) terhadap Daya Kompresor (W)

Dari gambar 6 diatas tekanan kerja kompresor (suction) berbanding terbalik dengan daya kompresor. Dan dapat dilihat juga terjadi penurunan daya kompresor secara drastis, baik secara teoritis (ideal) maupun aktual, diakibatkan oleh semakin kecil perubahan tekanan (ΔP) sehingga menyebabkan perubahan enthalpi (Δh) dan perubahan penurunan laju aliran massa (\dot{m}) sehingga daya kompresor yang semakin kecil. Daya kompresor maximum terjadi pada tekanan kerja kompresor

(suction) 3,81325 Bar sedangkan daya kompresor minimum terjadi pada tekanan kerja kompresor (suction) 4,81325 Bar.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sbb:

1. Peningkatan tekanan suction kompresor, menyebabkan kerja kompresi yang dibutuhkan lebih menurun. Kerja kompresi aktual lebih besar dari pada kerja kompresi teoritis pada tekanan suction yang sama.
2. Besarnya kapasitas refrigerasi yang dihasilkan relatif konstan terhadap peningkatan tekanan suction kompresor.
3. Peningkatan tekanan suction meyebabkan peningkatan COP. Pada tekanan suction yang sama, COP ideal (teoritis) sistem yang dihasilkan lebih besar dari COP aktual.

Saran

Dari hasil pembahasan, perlu adanya pengujian lebih lanjut tentang beban pendinginan ruangan yang bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonimus, (t.t.), *Experiment Instruction ET 450 Car Air Conditioning Trainer*.
- [2]. Effendy, Marwan. (2005), *Pengaruh Kecepatan Putar Poros Kompresor Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin AC*, Media Mesin. Vol. 6 No. 2 ISSN 1411-4348.
- [3] Handoko, Juni. (2008), *Merawat dan memperbaiki AC Mobil*, PT Kawan Pustaka, Jakarta.
- [4] Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia – www.energyefficiencyasia.org
- [5] Reynolds, C. W. Parkins, H. C, (1996), *Termodinamika Teknik*, alih bahasa Filino Harahap, Edisi ke-2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [6] Stoecker, W. F. Jerold W. J, (1992), *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, alih bahasa Supratman Hara, Edisi ke-5, Penerbit Erlangga, Jakarta.