

PENGARUH VARIASI PUTARAN KOMPRESOR TERHADAP PERFORMANSI SISTEM MOBILE AIR CONDITIONING

Suarnadwipa⁽¹⁾, Astawa⁽²⁾
^{(1),(2)}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Kampus Bukit Jimbaran Bali 80362
Phone:+62-361-703321, Fax:+62-361-703321, E-mail: awatsa@yahoo.com

Abstrak

Kenyamanan dan kesejukan pada saat berkendara khususnya pada mobil sangat diperlukan. Berbagai cara dan upaya yang dilakukan manusia sehingga kenyamanan berkendara dicapai. Solusi untuk mendapatkan kenyamanan di dalam mobil yaitu dengan memasang pengkondisi udara (air conditioning). Performansi sistem air conditioning sangat dipengaruhi oleh kerja kompresor. Dalam operasinya, kompresor digerakkan oleh mesin, sehingga putaran dari mesin mempengaruhi putaran kompresor dan akhirnya akan mempengaruhi performansi sistem air conditioning yakni: daya kompresor, kapasitas pendinginan dan coefficient of performance (COP). Dari hal tersebut, telah dilakukan penelitian terhadap AC mobil untuk menganalisis pengaruh putaran kompresor terhadap performansi Sistem AC Mobil Tipe ET 450.

Pengujian ini dilakukan pada sebuah unit AC mobil Tipe ET 450 dengan variasi putaran kompresor mulai dari putaran 700 rpm sampai 1200 rpm dengan kenaikan 100 rpm. Data yang diambil adalah 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 putaran kompresor.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan meningkatnya putaran, maka daya kompresor mengalami peningkatan, kapasitas pendinginan relatif mengalami peningkatan dan COP mengalami penurunan

Kata kunci : Performansi, MAC, putaran kompresor

I. PENDAHULUAN

Performansi sebuah sistem pengkondisian udara (Air Contionning) pada kendaraan atau pada mobil, selalu berubah-ubah besarnya. Nilai performansi salah satunya sangat ditentukan oleh faktor perubahan kecepatan putaran kompresor, sehingga hal ini membuat tekanan operasi refrigeran dalam sistem AC berubah-ubah atau bervariasi. Perubahan kecepatan putaran disebabkan oleh kondisi lalulintas yang variatif. Dengan demikian, kendaraan melaju di jalan raya dengan kecepatan yang bervariasi, yaitu mulai dari yang berkecepatan rendah, sedang bahkan berkecapatan tinggi atau putaran mesin akan selalu bervariasi.. Umumnya pada kendaraan, sebagai tenaga penggerak sistem AC Mobil adalah mesin kendaraan itu sendiri, dimana kompresor dikopel langsung dengan poros mesin kendaraan. Sehingga putaran kompresor sangat dipengaruhi oleh putaran mesin itu sendiri. Akibat perubahan putaran kompresor akan berdampak pada performansi sistem AC pada kendaraan tersebut.

Berdasarkan fenomena diatas, untuk mengetahui dampak perubahan putaran kompresor terhadap performansi sistem AC Mobil, maka dilakukan penelitian dengan menggunakan model AC Mobil type ET 450. Pada model ini, sebagai pengganti dari mesin,

maka digunakan sebuah motor listrik yang putarannya bisa diatur oleh regulator. Motor listrik dikopel dengan kompresor sistem AC. Penelitian ini bertujuan untuk mengobservasi performansi sistem AC mobil terhadap variasi putaran kompresor. Dengan demikian dapat diketahui putaran kompresor yang memberikan performansi yang maksimal.

2. METODOLOGI

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana Bukit Jimbaran-Bali. Sistem yang diuji adalah sistem AC Type ET 450. Refrigeran yang digunakan R-134a. Variasi putaran kompresor yang diuji mulai dari 700 rpm sampai 1200 rpm dengan kenaikan 100 rpm. Udara lingkungan diasumsikan konstan.

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan antara lain :

- Satu unit AC Type ET 450
- Refrigerant R-134a
- Tool set 1 set

Spesifikasi AC Type ET 450 adalah sebagai berikut :



Engine

Power supply	: 380 VAC, 3ph
Connection type	: Star connection
	: $\cos \varphi = 0,9$
Max. output	: 4,5 kW

Compressor

Type	: Piston
	(designed for R- 134a)
Transmission ratio of engine to compressor	: 1 : 1

Evaporator

Max. cooling capacity:	: 5,3 kW
Power supply	: 12 VDC

Condensor (cooler)

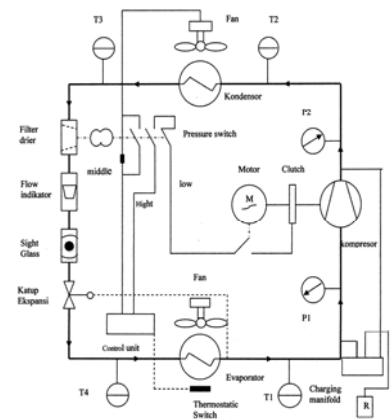
Max. cooling capacity	: 6,6 kW
Refrigerant	: R-134a
Flowmeter	: 10 – 95 L/h
Manometer	: ND -1 – 9 bar
	: HD -1 – 24 bar

Power Supply

Internal	: 380 VAC, 3ph, 16 A
	: 12 VAC

Main Dimensions

(I x h x d)	: 800x1300x1200 mm
Weight	: 80 kg



Gambar 2.1 Skematik Penelitian AC Type ET 450

Gambar 2.1 merupakan model sistem AC Mobil, secara umum terdiri dari 4 komponen utama yaitu: evaporator, kompresor, kondensor dan katup ekspansi. Komponen pendukungnya meliputi: motor listrik 3 phase, pengatur atau regulator pengatur putaran motor, flow meter, pressure switch, blower evaporator, fan kondensor, termokopel, pressure gauge. Sistem ini juga dilengkapi

power supply untuk memfungsikan clutch (kopling magnetik) untuk menghubungkan transmisi poros kompresor dengan pully kompresor. Juga dilengkapi dengan sight glass dan filter drier.

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan putaran kompresor dari 700 rpm, 800 rpm, 900 rpm, 1000 rpm, 1100 rpm sampai 1200 rpm. Data yang diambil meliputi: tekanan masuk kompresor (P1), tekanan keluar kompresor (P2), temperatur refrigeran masuk kompresor (T1), temperatur refrigeran keluar kompresor (T2), temperatur refrigeran keluar kondensor (T3), temperatur refrigeran masuk evaporator. T4 dan laju aliran vulome refrigeran yang mengalir dalam sistem. Pengulangan data dilakukan 3 kali.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

- Pastikan mesin dan alat dalam keadaan siap.
- Pastikan semua alat ukur yang digunakan dalam kondisi yang baik.
- Hidupkan motor listrik dan atur switch blower pada kondisi middle.
- Atur putaran motor/ putaran kompresor pada speed control 700 rpm sampai putaran benar-benar konstan.
- Lakukan pengambilan data pada P1, P2, T1, T2, T3, T4, V .
- Ulangi langkah d, e, pada variasi putaran kompresor 800, 900, 1000, 1100, 1200 sampai selesai.

Persamaan:

Daya kompresor

$$\text{W}_{\text{aktual}} = \dot{m} (h_2 - h_1)$$

$$\text{W}_{\text{teoritis}} = \dot{m} (h_2' - h_1)$$

Kapasitas refrigerasi

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

COP:

$$\text{COP}_{\text{aktual}} = \frac{q_r}{w_{act}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

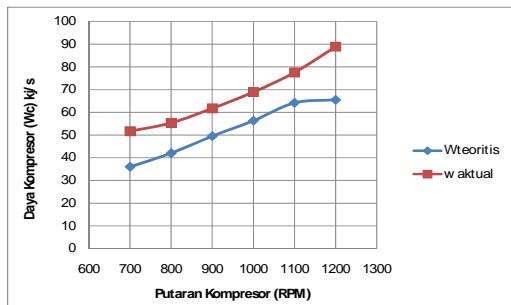
$$\text{COP}_{\text{teoritis}} = \frac{q_r}{w_{teo}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2' - h_1}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengamatan data yang dilakukan, kemudian diolah dengan menggunakan persamaan diatas, sehingga hasil penelitian dapat ditampilkan dalam gambar 3.1, gambar 3.2 dan gambar 3.3.



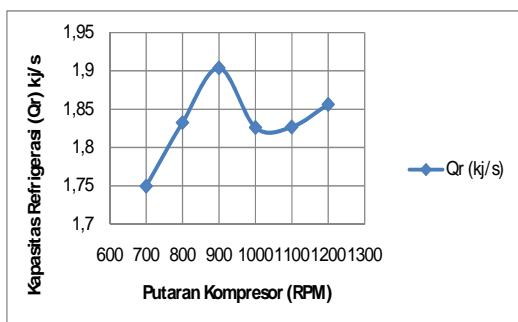
Pada gambar 3.2 terlihat bahwa semakin tinggi putaran kompresor maka daya kompresor yang dibutuhkan sistem, baik daya kompresor teoritis maupun daya kompresor aktual mengalami peningkatan.



Gambar 3.1. Grafik Hubungan Daya Kompresor aktual (w_{aktual}) dan Daya Kompresor teoritis ($w_{teoritis}$) terhadap putaran Kompresor

Hal ini disebabkan laju massa refrigeran yang dialirkan semakin besar, beda tekanan antara suction dan discharge semakin besar pula. Daya kompresor aktual lebih besar dari pada daya kompresor teoritis. Hal ini disebakan pada kompresor mengalami kerugian daya pada poros maupun pada sudu kompresor akibat gesekan.

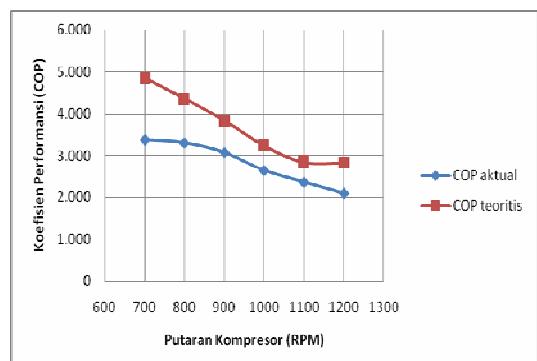
Pada gambar 3.2 terlihat bahwa dari putaran kompresor 700 rpm menuju 900 rpm, kapasitas refrigerasi atau kapasitas pendinginan mengalami peningkatan dan maksimal di 900 rpm. Dari 900 rpm menuju 1000 mengalami penurunan dan kemudian meningkat lagi sampai putaran 1200 rpm.



Gambar 3.2. Grafik Hubungan antara Kapasitas Refrigerasi terhadap putaran Kompresor

Semakin tinggi putaran kompresor, akan menyebabkan tekanan suction semakin rendah dan sebaliknya tekanan discharge akan semakin meningkat. Dengan demikian selisih hentalpi keluar dan masuk evaporator akan semakin kecil, tetapi semakin tinggi putaran kompresor menyebabkan aliran laju massa refrigeran tetap meningkat seiring peningkatan putaran. Dari putaran 700 rpm sampai 900 rpm, peningkatan laju massa refrigeran lebih besar dibandingkan penurunan selisih hentalpi di

evaporator, sehingga kapasitas refrigerasi terlihat naik. Dari putaran 900 menuju 1000 rpm, peningkatan laju massa refrigeran lebih rendah dari penurunan selisih hentalpi di evaporator. Dari putaran 1000 rpm sampai 1200 rpm, peningkatan laju massa refrigeran kembali lebih besar dibandingkan penurunan selisih hentalpi di evaporator, sehingga kapasitas refrigerasi terlihat naik kembali. Terlihat bahwa kapasitas refrigerasi maksimum terjadi pada putaran 900 rpm dan minimum terjadi pada putaran 700 rpm.



Gambar 3.3. Grafik Hubungan antara COP_{actual} dan COP_{teoritis} putaran Kompresor

Dari gambar 3.3 terlihat bahwa semakin tinggi putaran kompresor semakin rendah COP sistem. Hal ini disebabkan peningkatan kapasitas refrigerasi lebih rendah dibandingkan peningkatan daya kompresor. COP teoritis lebih besar dibandingkan COP aktual, hal ini disebabkan karena daya kompresor teoritis lebih kecil dibandingkan daya kompresor aktual.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kerja kompresor w_{aktual} lebih tinggi dari kerja kompresor $w_{teoritis}$ pada RPM yang sama. Naiknya putaran kompresor akan meningkatkan kerja kompresor.
2. Kapasitas pendinginan atau kapasitas refrigerasi relatif mengalami peningkatan pada putaran kompresor 700 rpm sampai 900 rpm dan dari 1000 rpm menuju 1200 rpm.
3. COP_{teoritis} lebih tinggi dari COP_{actual} pada RPM yang sama. Semakin tinggi putaran kompresor maka koefisien prestasi yang dihasilkan semakin mengecil baik COP_{actual} maupun COP_{teoritis}.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimus, (t.t.), **Experiment Instruction ET 450 Car Air Conditioning Trainer**.



ASHRAE 1994, **Refrigeration, System and Application**, SI edition, Atlanta, GA 30329.
Handoko, Juni. (2008), **Merawat dan Memperbaiki AC Mobil**, PT. Kawan Pustaka, Jakarta.
Wilbert F. Stoecker, **Refrigeration and Air Conditioning**, McGraw-Hill, New Delhi, 1980.

