

PENGARUH PERUBAHAN PUTARAN FAN KONDENSOR TERHADAP PERFORMANSI MESIN PENGKONDISIAN UDARA

MARWANI

Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32 Indralaya 30662 Kabupaten Ogan Ilir

ABSTRAK

Kondensor pada sistem refrigerasi adalah alat yang berfungsi untuk membuang kalor dari sistem ke lingkungan; dimana untuk ini kondensor dilengkapi sebuah fan untuk mengalirkan udara sebagai fluida pengambil kalor dari kondensor. Modifikasi fan dengan menambah fan, mengganti tipe fan atau merubah putaran fan sering dilakukan teknisi AC untuk meningkatkan performansi sistem pendinginan.

Telah dilakukan penelitian pengaruh perubahan kecepatan putaran fan kondensor terhadap prestasi kerja sistem pendingin AC yang menggunakan refrigeran R-134a, yaitu pada putaran fan 694 rpm, 889 rpm, dan 1066 rpm.

Hasil penelitian menunjukkan semakin besar putaran fan kondensor koefisien prestasi sistem semakin meningkat. Putaran fan terendah 694 rpm menghasilkan COP 4,6 dan pada putaran fan tertinggi 1066 rpm COP yang dihasilkan adalah 5,8.

Kata Kunci: Putaran fan kondensor, COP.

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai banyak pemilik mobil memodifikasi sistem pendingin AC dengan menambah fan kondensor (*extra fan*) atau meningkatkan putaran fan kondensor. Modifikasi ini untuk mendapatkan suhu ruangan yang lebih sejuk atau dingin. Hal ini menarik untuk dikaji apakah modifikasi ini mempengaruhi kinerja sistem pendingin atau tidak.

Berkaitan dengan hal di atas selanjutnya akan dikaji pengaruh perubahan putaran fan kondensor terhadap unjuk kerja atau koefisien prestasi mesin pendingin AC tersebut.

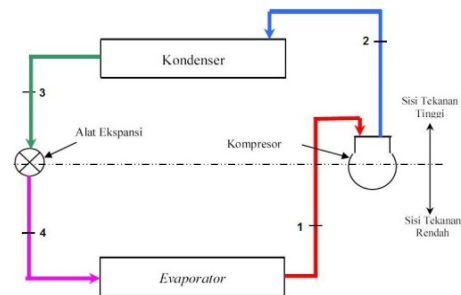
II. TINJAUAN PUSTAKA

Kondensor pada sistem refrigerasi adalah alat yang berfungsi untuk membuang kalor dari sistem ke lingkungan; dimana untuk ini kondensor dilengkapi sebuah fan untuk mengalirkan udara sebagai fluida pengambil kalor dari kondensor. Modifikasi fan kondensor dengan meningkatkan putaran fan akan meningkatkan laju aliran massa udara melalui kondensor dan juga berarti akan meningkatkan kapasitas/ beban kalor kondensor yaitu jumlah kalor yang dibuang ke lingkungan dari sistem pendingin.

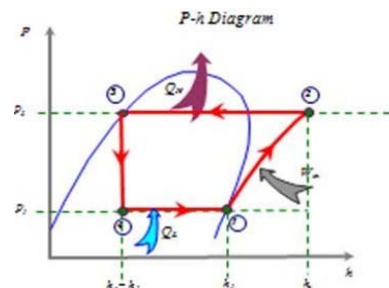
Berdasarkan balans energi sebuah sistem refrigerasi kompresi uap, beban kalor kondensor dapat dinyatakan :

$$Q_c = Q_e + W_c \quad (1)$$

Dari balans energi ini ada relasi antara beban kalor kondensor (Q_c), beban kalor evaporator (Q_e) dan kerja kompresor (W_c); perubahan beban kalor kondensor akan berdampak terhadap beban kalor evaporator dan kerja kompresor.



Gambar 1. Skematik Sistem Pendingin Kompresi Uap



Gambar 2. Diagram P-h Siklus Pendingin Kompresi Uap



Hubungan ketiga besaran ini dinyatakan dalam koefisien prestasi atau *Coefficient of Performance sistem*, yaitu :

$$COP = \frac{Q_e}{W_c} = \frac{Q_e}{Q_c - Q_e} \quad (2)$$

Secara termodinamika besar-besaran tersebut dapat ditentukan sbb:

Efek Refrigerasi:

$$RE = (h_1 - h_4) \text{ kJ/kg} \quad (3)$$

Beban kalor Evaporator:

$$Q_e = \dot{m}_r (h_1 - h_4) = \dot{m}_r RE \text{ kW} \quad (4)$$

atau,

$$Q_e = \dot{m}_{ud} (h_6 - h_5)_{udara} \quad (5)$$

Kerja Kompresi:

$$W_c = \dot{m}_r (h_2 - h_1) \text{ kW} \quad (6)$$

Beban kalor kondensor:

$$Q_c = \dot{m}_r (h_2 - h_3) \text{ kW} \quad (7)$$

Laju aliran massa refrigeran:

$$\dot{m}_r = Q_e / (h_1 - h_4) = Q_e / RE \text{ kg/s} \quad (8)$$

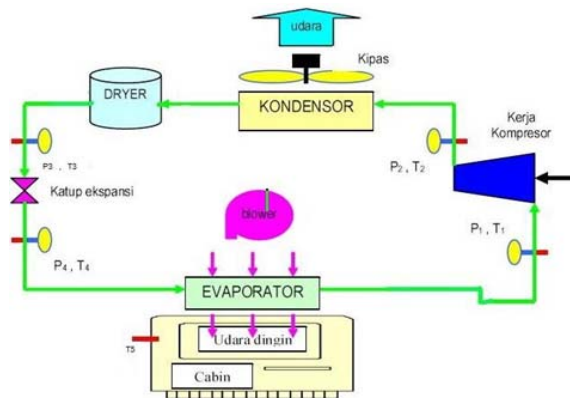
Koefisien prestasi sistem pendingin:

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (9)$$

III. METODA PENELITIAN

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda eksperimental, dengan membuat perangkat uji kemudian dilakukan pengambilan dan analisis data.

3.1. Diskripsi Perangkat Uji



Gambar 3. Skematik Perangkat Uji

Komponen perangkat uji:

- Kompresor AC mobil tipe rotary through vane
- Kondensor dengan area 17,15 m², bahan tembaga.
- Evaporator tipe bare tube bahan aluminium.
- Katup Ekspansi Thermostatik
- Motor listrik 2 phase penggerak kompresor
- AC adaptor untuk menggerakkan blower evaporator dan magnet clutch kompresor.

- Fan dengan penggerak motor listrik 3 phase
- Refrigeran 134-a.
- Alat-alat ukur: thermocouple, velometer, tachometer, pressure gauge

3.2. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian terdiri langkah persiapan dan langkah pengujian/ pengambilan data. Langkah persiapan meliputi perakitan/ setting instalasi uji, pemvakuman, pengisian refrigeran dan tes kebocoran. Langkah pengujian/ pengambilan data dilakukan setelah sistem beroperasi secara stedi. Pengambilan data dilakukan dengan parameter berubah yaitu putaran fan kondensor pada putaran 694 rpm, 889 rpm dan 1066 rpm; kemudian setiap putaran fan kondensor dilakukan pengukuran data tekanan dan temperatur masuk/ keluar refrigeran setiap komponen sistem kompresor, kondensor, dan evaporator.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

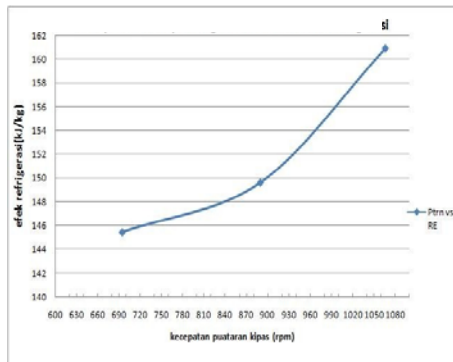
Dari hasil pengujian didapatkan data-data seperti pada tabel.1 dibawah ini.

Tabel .1 Data hasil pengujian

Parameter Uji	Putaran fan kondensor		
	694 rpm	889 rpm	1066 rpm
P ₁ (kPa)	234,26	213,59	199,81
P ₂ (kPa)	1598,48	1502,02	1398,67
P ₃ (kPa)	1384,89	1267,76	106,41
P ₄ (kPa)	248,04	227,37	213,59
T ₁ (°C)	22,5	21,1	20,2
T ₂ (°C)	75	72,3	70
T ₃ (°C)	46,8	42,2	37
T ₄ (°C)	8,2	7	5
T _{wb,5} (°C)	25	25	25
T _{db,5} (°C)	27	27	27
T _{wb,6} (°C)	18	17,6	16,9
T _{db,6} (°C)	19	18	17,3
V _{ud,evap} (m/s)	4,57	4,06	3,81

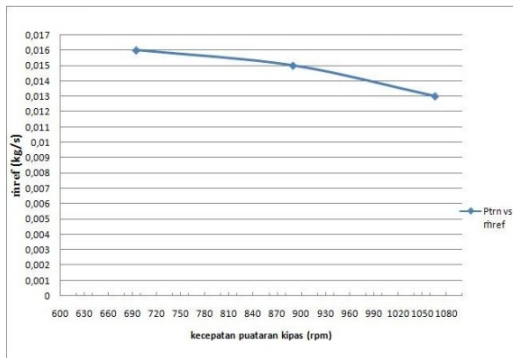
Berdasarkan data hasil pengujian diatas dilakukan analisis/ perhitungan termodinamika yang hasilnya disajikan dalam gambar-gambar grafik dibawah ini.





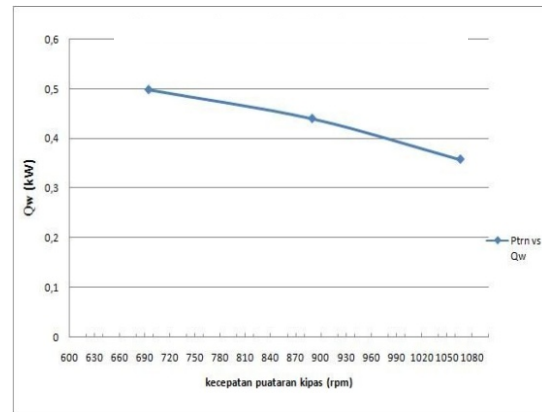
Gambar 4. Putaran fan kondensor vs Efek Refrigerasi

Dari gambar 4 pada putaran terendah fan, 694 rpm efek refrigerasi yang ditimbulkan sebesar 145,4 kJ/kg dan pada putaran fan tertinggi, 1066 rpm efek refrigerasinya 160,8 kJ/kg; terjadi kenaikan efek refrigerasi dengan bertambahnya putaran fan. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya putaran fan laju aliran massa udara fan meningkat sehingga kondisi liquid keluar kondensor dapat di-subcooled lebih dalam atau ke temperatur yang lebih rendah, sebagai hasilnya fraksi massa uap refrigeran setelah diekspansi menjadi berkurang atau efek refrigerasi meningkat.



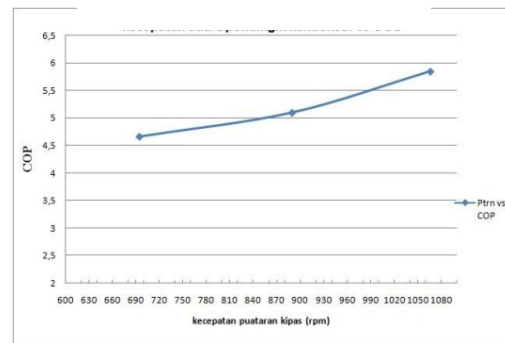
Gambar 5. Putaran fan kondensor vs Laju aliran massa refrigeran (\dot{m}_{ref})

Dari gambar 5, laju aliran massa refrigeran menurun dengan meningkatnya putaran fan kondensor. Hal ini berhubungan dengan meningkatnya efek refrigerasi; untuk beban kalor evaporator/ kapasitas pendinginan yang tetap, peningkatan efek refrigerasi otomatis akan menurunkan laju aliran massa yang bersirkulasi dalam sistem. Jadi ini memungkinkan dengan menaikkan putaran fan kondensor kapasitas pendinginan dapat ditingkatkan jika laju aliran massa refrigeran dipertahankan tetap atau tidak diturunkan.



Gambar 6. Putaran fan kondensor vs Kerja Kompresi (W_c)

Dari gambar 6, kerja kompresi akan menurun dengan bertambahnya kecepatan fan kondensor; hal ini sehubungan dengan menurunnya laju aliran massa refrigeran yang bersirkulasi seperti yang dinyatakan dalam gambar 5, karena salah satu faktor yang menentukan besarnya kerja kompresi adalah laju massa refrigeran yang bersirkulasi.



Gambar 7. Putaran fan kondensor vs Koefisien Prestasi (COP)

Dari gambar 7, terlihat bahwa menambah putaran fan kondensor akan meningkatkan koefisien prestasi (COP) sistem pendingin, pada putaran fan terendah 694 rpm koefisien prestasi yang dihasilkan sebesar 4,6 dan pada putaran fan tertinggi 1066 rpm koefisien prestasi yang dihasilkan sebesar 5,8. Peningkatan harga COP ini sesuai dengan meningkatnya efek pendingin dan turunnya kerja kompresi dengan meningkatnya putaran fan kondensor seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4 dan 6.

V. KESIMPULAN



Dari hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Modifikasi fan dengan merubah kecepatan putaran fan kondensor pada sistem pendingin AC mobil akan mempengaruhi performansi sistem, yaitu penambahan kecepatan putaran fan akan menaikkan performansi atau COP sistem pendingin.
2. Kapasitas pendinginan dapat ditingkatkan dengan menaikkan putaran fan kondensor dengan mempertahankan laju refrigeran yang bersirkulasi konstan

DAFTAR PUSTAKA

1. gombong@UNY_FT_Otomotif_ACpljrn, *Laporan Sistem Air Conditioner (AC) Kompresor Vane*, bp.blogspot.com
2. Kusuma, Yuriadi, Djuhana. *Pusat Pengembangan Bahan Ajar UMB Sistem Tata Udara dan Sistem Mekanikal Gedung*.
3. Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia, *Peralatan Energi Listrik : Refrigerasi dan Penyejuk AC*, UNEP.
4. Pudjanarsa Astu, Nursuhud, Djati, *Mesin Konversi Energi*, Andi, Yogyakarta. 2006
5. Stoecker W.F., Jones J.W., *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara* Alih Bahasa Ir.Supratman Hara, Airlangga, Jakarta. 198

