

PENGARUH PERUBAHAN KECEPATAN ALIRAN UDARA TERHADAP PERFORMANSI AC 2 PK

Mulyadi Catur Putra, *Ambo Intang, Rusnadi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang.

*) ambo.intang@gmail.com

ABSTRAK

Sistem kompresi uap tetap konsisten dipergunakan pada sistem pendingin dan penyejukan udara karena terbukti mumpuni dan berdaya guna tinggi serta kompoenennya tersedia dipasaran. Pada penelitian ini tidak menemui kendala dalam merancang dan membuat sistem penyejukan udara (AC) dengan penggerak kompresor 2 PK, akan tetapi bagaimana mengukur perfromanya sedikit terkendala karena banyaknya variabel yang harus diperhatikan. Akhirnya diputuskan bahwa hanya kecepatan aliran udara di kondensor yang bervariasi atau menjadi variabel tidak tetapnya sementara vaiabel yang lain dibuat tetap. Setelah dilakukan pengambilan dan pengolahan data maka diperoleh informasi bahwa dengan kenaikan kecepatan aliran udara pada kondensor akan menikan performansi atau COP sistem penyejukan uadara disamping itu, kapasistas pendinginan juga meningkat dengan mempertahankan laju refrigran yang bersikulasi konstan.

Kata kunci : *penyejukan udara (AC), kecepatan aliran udara, kondensor*

1. PENDAHULUAN

Pada penelitian Komang Metty Trisna Negara, dkk. 2010, pada dasarnya prinsip kerja AC sama dengan refrigerasi, namun AC tidak berfungsi sebagai pendingin saja, tetapi harus dapat menghasilkan udara nyaman. Hal ini dilakukan dengan melakukan pengontrolan terhadap kondisi fisika dan kimia udara yang meliputi suhu, kelembapan udara, gerakan udara, tekanan udara, debu, bakteri, bau, gas beracun, dan ionisasi. Contohnya terdapat pada AC mobil atau gedung, sehingga kerja AC sangat tergantung pada kelembapan udara dengan memperhatikan temperatur bola kering (Tdb) dan temperatur bola bash (Twb).

Penelitian ini adalah penelitian awal atau langkah pertama sebelum memanfaatkan panas buang kondensor seperti yang telah dinyatakan pada penelitian sebelumnya bahwa pemanfaatan panas kondensor bisa diperlakukan sebagai pompa panas dari sistem refrigrasi yang terpasang pada AC sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengering pakaian (Ambo Intang, dkk. 2017).

Prinsip pengambilan panas dalam penelitian ini sistem pelepasan panas di kondensor dianalogikan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ambo Intang, dkk. 2018, bahwa aliran udara keluar dari kipas pada kecepatan tertentu (VAliran Udara Kipas) berasal dari udara luar pada T lingkungan $^{\circ}\text{C}$, kemudian mengalami pemanasan pada ruang pembakaran yang dialiri panas hasil pembakaran oleh heater menuju drum pengering, dan ak hirnya meninggalkan drum pengering pada kondisi temperatur Tdb dan Twb, fungsi ruang pembakaran dalam hal ini identik dengan fungsi kondensor yang segera akan melepaskan panas dengan adanya aliran kipas.



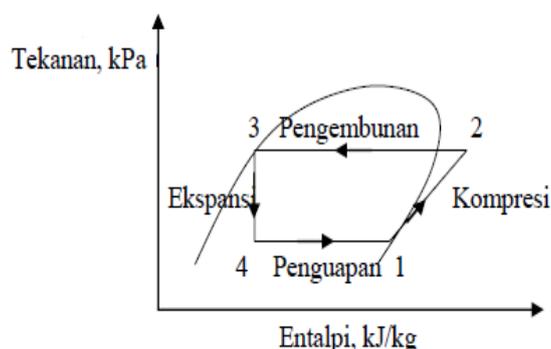
Gambar 1. Komponen-komponen sistem kompresi uap rancangan

2. METODELOGI PENELITIAN

Setelah komponen peralatan uji lengkap dan bisa dirangkai maka diambil langkah-langkah sebagai berikut: Komponen utama, alat pendukung dan alat pengukur yang telah dikalibrasi dirakit seperti diagram gambar instalasi penelitian (Gambar 1); Instalasi yang telah terakit dites kebocoran dan penyetulan peralatan pendukungnya; Pemvakuman untuk memastikan tidak adanya udara di dalam sistem, setelah itu pengisian refrigeran dilakukan secara perlahan-lahan dengan menghidupkan kompresor, pengisian refrigeran ini sampai dianggap cukup; Pengambilan data dilakukan setelah mesin berjalan selama sekitar satu jam atau setelah bekerja pada kondisi tunak.

Data-data yang dicatat yaitu suhu (termoter infrared), tekanan (Gauge Manifold) dan perbedaan tekanan pada orifice dengan variasi putaran kerja poros kompresor. Untuk membuat variasi putaran poros kondensor dilakukan dengan melakukan beberapa perubahan variasi tegangan listrik kipas kondensor. Variasi tagangan pada power supply listrik DC untuk menggerakkan kipas kondensor adalah 8 V, 10 V, dan 12 V yang menghasilkan kecepatan aliran udara berturut-turut dengan menggunakan Anemometer didapat 4,1 m/s, 4,6 m/s dan 5,2 m/s pada putaran kompresor tetap. Dengan bertambahnya tegangan listrik yang digunakan maka kecepatan putar kipas kondensor yang dihasilkan akan semaki besar.

Data hasil pencatatan berupa tekanan dan temperature selanjutnya diplot pada diagram P-h untuk refrigeran Freon-134A. Dari pembacaan ini diketahui besarnya harga entalpi pada setiap titik yaitu h_1 , h_2 , h_3 , h_4 (kJ/kg), laju aliran massa refrigeran (lbm/min). Harga enthalpy ini selanjutnya sebagai dasar untuk melakukan perbandingan energinya (Moran, M. J. and Shapiro, H. N. 2000)



Gambar 2. Diagram tekanan-entalpi siklus kompresi uap

Data secara kuantitatif diperoleh dengan pengujian dan pengolahan data dengan menggunakan persamaan termodinamika tentang siklus kompresi uap (Moran, M. J. and Shapiro, H. N. 2000) dan secara kualitatif hubungan antar variabel dituangkan dalam grafik. Persamaan-persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Efek Refrigerasi, RE = $(h_1 - h_4)$ kJ/kg
- Laju Aliran Massa Refrigeran = $\frac{210}{h_1 - h_4}$
- Laju aliran volumetrik (V) (m³/s)
- Massa Refrigeran, m_{reff} = V/v₁
- Kerja Kompresi = $(h_2 - h_1)$ kJ/kg
- Daya Kompresi = m kg/s $(h_2 - h_1)$ kJ/kg
- Laju Pelepasan Kalor Kondensor, q_c = m kg/s $(h_2 - h_3)$ kJ/kg
- Laju Pelepasan Kalor evaporator, q_e = m kg/s $(h_1 - h_4)$ kJ/kg
- Coefisien Of Performance (COP) = $\frac{\text{efek refrigrasi}}{\text{kerja kompresi}}$
= $\frac{(h_1 - h_4) \text{ kJ/kg}}{(h_2 - h_1) \text{ kJ/kg}}$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Pengujian

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

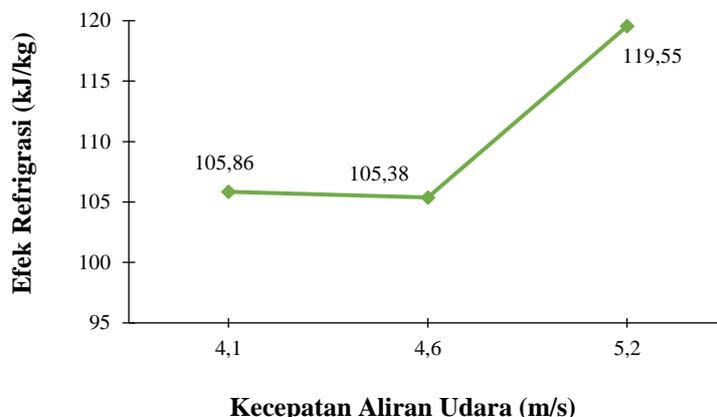
Kecepatan aliran udara	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	P ₁	P ₂
4,1 m/s	24,5	37,9	34,9	14,6	8	180
	24,5	37,9	34,9	14,6	8	180
	24,5	37,9	34,6	14,6	8	180
4,6 m/s	18,4	38,2	36,3	14,7	10	190
	18,4	38,2	36,3	14,7	10	190
	18,4	38,2	36,3	14,7	10	190
5,2 m/s	12,1	40,3	32,8	11	5	140
	12,1	40,3	32,8	11	5	140
	12,1	40,3	32,8	11	5	140

3.2. Data Hasil Pengolahan Data

Tabel 2. Data Hasil Pengolahan Data

Kecepatan Aliran Udara (m/s)	Efek Refrigerasi (kJ/kg)	Laju Aliran Massa (m _{reff})	Kerja Kompresi (kJ/kg)	Daya Kompresi (kW)	Laju Pelepasan Kalor (kW)	Laju Pelepasan Kalor (kW)	Koefisien Prestasi (COP)
4,1	105,86	0,032	47,85	1,531	4,918	3,387	2,21
4,6	105,38	0,032	46,89	1,875	4,872	3,372	2,24
5,2	119,55	0,037	50,04	1,851	3376	2380	2,38

3.3. Pengaruh perubahan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Efekrefrigerasi

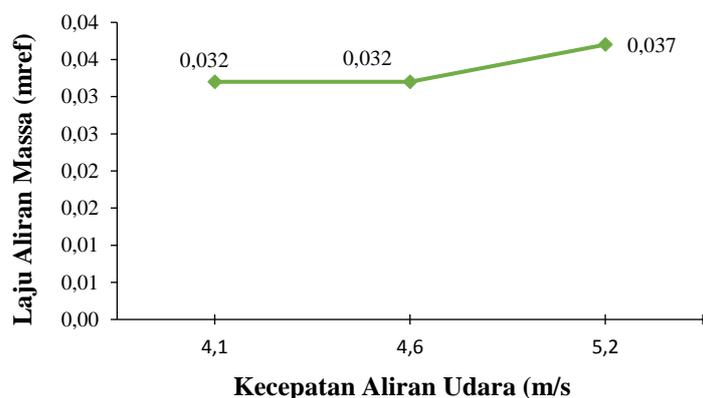


Gambar 3. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Efekrefrigerasi

Gambar 2. memperlihatkan bahwa pada kecepatan aliran udara 4,1 m/s efek refrigerasinya sebesar 105,86 kJ/kg dan pada kecepatan aliran udara 5,2 m/s efek refrigerasinya sebesar 119,55 sehingga terjadi kenaikan rata-rata efek refigerasi yang diakibatkan oleh bertambahnya kecepatan aliran udara.

Dengan menurunnya kecepatan aliran udara maka efek refrigerasi semakin kecil yang mengakibatkan pendinginan ruangan menurun. Hal ini terjadi karena persamaan efek refrigerasi adalah selisih antara entalpi 1 dan entalpi 4 (Gambar 2). Dengan semakin besar entalpi 1 maka dampak refrigerasinya semakin besar pula. Dalam hal ini , entalpi 1 (keluar evaporator) yang menentukan dalam besar kecilnya efek refrigerasi.

3.4. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Laju Aliran Massa

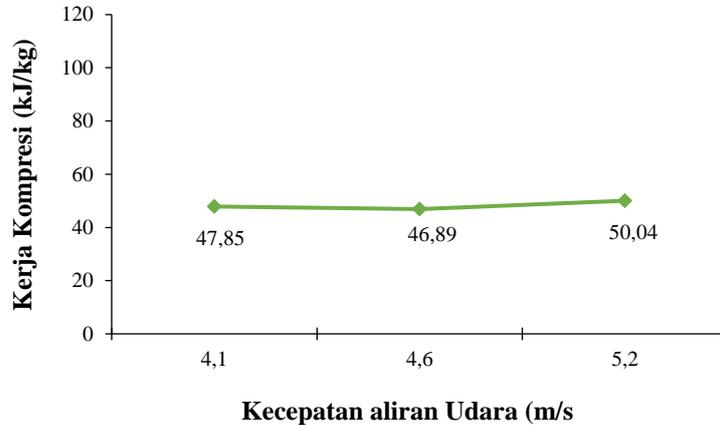


Gambar 4. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Laju Aliran Massa

Gambar 4. di atas menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara berpengaruh terhadap laju aliran massa refrigeran, dimana kenaikan beban pendingin sebanding dengan laju aliran massa refrigeran. Terlihat bahwa pada kecepatan aliran udara 4,1m/s

laju aliran massa refrigeran sebesar 0,032 kg/det dan pada kecepatan laju aliran 5,2 m/s laju aliran massa refrigerannya sebesar 0,037 kg/det, sehingga terlihat jelas massa refrigeran mengalami kenaikan rata-rata.

3.5. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Kerja Kompresi

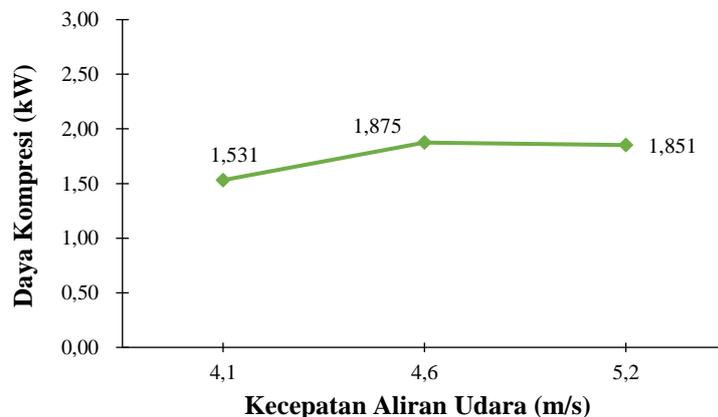


Gambar 5. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Kerja Kompresi

Pada Gambar 5 terlihat bahwa pada kecepatan aliran udara 4,1 m/s kerja kompresinya sebesar 47,85 kJ/kg dan pada kecepatan aliran udara 5,2 m/s kerja kompresinya sebesar 50,04 kJ/kg maka terjadi kenaikan kerja kompresi dengan kenaikan kecepatan aliran udara..

Hal ini menunjukkan bahwa kerja kompresi akan naik jika beban pendingin semakin besar atau dengan kata lain kenaikan kerja kompresi sebanding dengan kenaikan beban pendingin. Selain itu juga dengan beban pendingin besar akan memperberat kerja kompresi yang berakibat mempengaruhi temperatur keluar evaporator.

3.6. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Daya Kompresor

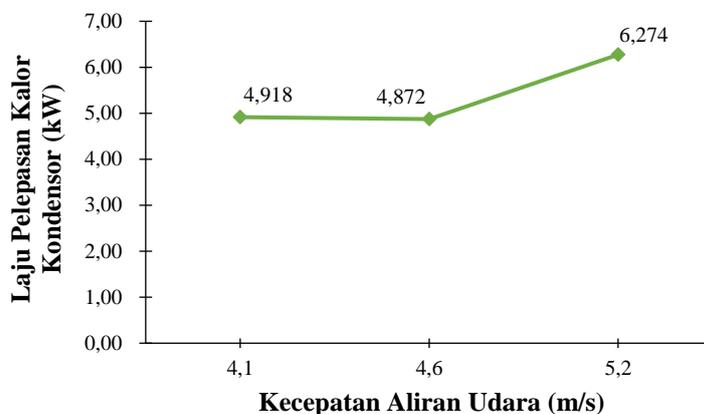


Gambar 6. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Daya Kompresi

Pada Gambar 6. terlihat bahwa dengan meningkatnya aliran udara kondensasi diperlukan daya kompresor semakin meningkat tetapi dengan semakin meningkatnya

aliran udara tersebut daya kompresor menurun karena efek daya optimum telah dicapai sebelumnya.

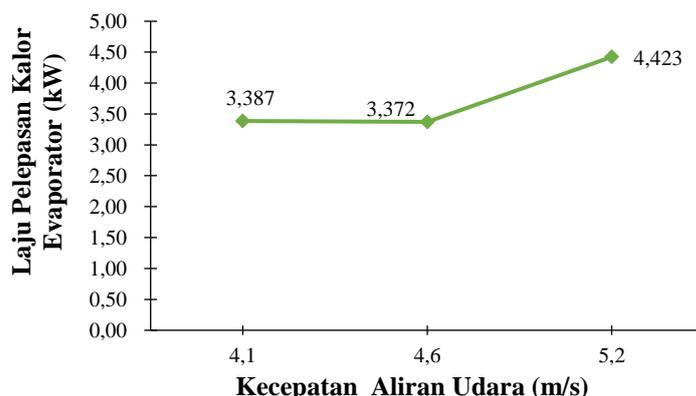
3.7. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Pelepasan Kalor Kondensor



Gambar 7. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Laju Pelepasan Kalor Kondensor

Gambar 7. Menunjukkan bahwa pada kecepatan aliran udara 4,1 m/s laju pelepasan kalor kondensor sebesar 4,918 kW, sehingga mengalami kenaikan pada kecepatan aliran udara di 5,2 m/s yang sangat tinggi laju pelepasan kalor kondensor yaitu sebesar 6,274 kW, maka laju pelepasan kalor kondensor naik sebanding dengan kenaikan beban pendingin dan sebanding dengan laju aliran massa refrigeran (kg/s) dan sebanding dengan selisih entalpi masuk kondensor (h_2) dan entalpi keluar kondensor (h_3). Sedangkan nilai dari laju pelepasan kalor evaporator naik sebanding dengan efek refrigerasi (kJ/kg) dan laju aliran massa refrigeran (kg/s) (Gambar 8).

3.8. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Pelepasan Kalor Evaporator

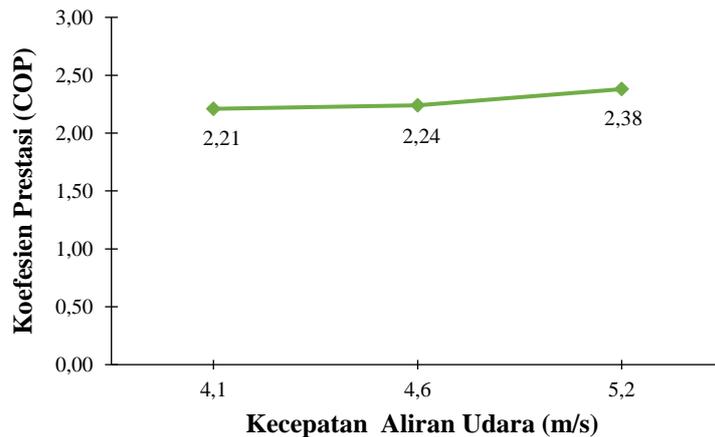


Gambar 8. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Laju Pelepasan Kalor Evaporator

Pada Gambar 8. menunjukkan energi kalor yang diserap evaporator paling rendah 3,387 kW terjadi pada kecepatan aliran udara 4,1 m/s, dan paling tinggi 4,423 kW pada kecepatan aliran

udara 5,2 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran udara semakin cepat dan berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Peningkatan kalor terjadi akibat adanya proses pemampatan udara, yang dilakukan di dalam ruang pemampatan. Sehingga evaporator akan lebih banyak menyerap energi kalor dari udara ruangan pada kondisi kecepatan aliran udara kondensor tinggi.

3.9 Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Koefisien Prestasi



Gambar 9. Hubungan Kecepatan Aliran Udara pendingin kondensor terhadap Koefisien Prestasi (COP)

Pada Gambar 9. terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan aliran udara , maka koefisien prestasi yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena daya yang diperlukan kecepatan aliran udara sangat signifikan, sedangkan energi panas yang diserap oleh refrigeran di dalam evaporator (kapasitas pendinginan) mengalami peningkatan yang tidak begitu signifikan. Pada kecepatan aliran udara 4,1 m/s, koefisien prestasi yang didapat sebesar 2.21. Pada kenaikan kecepatan aliran udara berikutnya koefisien prestasi mengalami kenaikan sampai pada kecepatan aliran udara 5,2 m/s, koefisien prestasi yang dihasilkan sebesar 2,38.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menaikkan aliran udara kondensor pada sistem, yaitu dengan kecepatan putaran fan akan menekan performansi atau COP sistem pendingin.
2. Kapasitas pendingin dapat ditingkatkan dengan menaikkan aliran udara kondensor dengan mempertahankan laju refrigeran yang bersikulasi konstan.
3. Laju pelepasan kalor kondensor naik sebanding dengan kenaikan beban pendingin dan sebanding dengan laju aliran massa refrigeran

4.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan dalam penelitian ini maka disampaikan saran sebagai berikut :

1. Untuk penelitian tentang analisa maupun perancangan AC selanjutnya diharapkan komponen AC tersebut dalam kondisi tetap baik untuk mencapai hasil yang tetap optimal.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menambah variabel tidak tetap penelitian bisa dengan mevariasikan putaran *fan evaporator* atau tidak hanya beroperasi dengan satu putaran poros kompresor sehingga tekanan kompresor AC bervariasi untuk mengetahui optimalisasi kinerja AC lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Intang A., Nursiwan N.. 2017. Analisa eksergi sistem pompa panas penegring pakaian kapasitas 7 kg pada AC $\frac{3}{4}$ PK. Flywheel, Vol. 3, No. 1, hal. 10-20. Tersedia di <http://sinta2.ristekdikti.go.id/authors/detail?id=6012573&view=overview>
https://scholar.google.co.id/citations?hl=id&user=xtwb5nQAAAAJ#d=gs_md_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Did%26user%3Dxtwb5nQAAAAJ%26citation_for_view%3Dxtwb5nQAAAAJ%3AUeHWp8X0CEIC%26tzm%3D-420
- Intang A., Darmansyah D.. 2018. Analisa termodinamika laju perpindahan panas dan pengeringan pada mesin pengering berbahan bakar gas dengan variabel temperatur lingkungan. Flywheel, Vol. IV, No. 1, hal. 10-20. Tersedia di <http://sinta2.ristekdikti.go.id/authors/detail?id=6012573&view=overview>
<http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl/article/viewFile/3324/2497>
- Moran, M. J. and Shapiro, H. N. (2000). *Termodinamika Teknik*. Edisi 4. Jilid 1&2. Terjemahan oleh Yulianto Sulisty Nugroho. 2004. Universitas Indonesia: Erlangga.
- Komang Metty Trisna Negara, dkk. 2010. Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Vol. 4 No.1. hal 43-50. Tersedia di <https://www.google.com/search?client=firefox-bd&q=Cakra+M+%28April+2010%2C+43-50%29+>