

ANALISIS AVAILABILITY MESIN PENDINGIN KOMPRESI UAP DENGAN REFRIGERANT R-22 MENGGUNAKAN UDARA BERSIRKULASI

Devaldi Putra Alyando

Ir.Suryadimal,M.T

Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Bung Hatta

Email :devaldialyando197@gmail.com

ABSTRAK

Avaibility adalah bagian dari energy yang dapat diubah atau dimusnahkan di dalam sebuah sistem thermal, analisis Exergi atau avaibility merupakan penerapan hukum termodinamika kedua digunakan untuk menentukan efisiensi suatu proses dalam penggunaan energi. Dalam penelitian ini bertujuan ingin mendapatkan performance avaibilitynya.Peralatan uji yang digunakan AC tipe split kapasitas 1PK, yang diubah menjadi bentuk portable. Dalam pengumpulan data dilakukan variasi kecepatan putaran terhadap COP terlihat dimana nilai COP bertambah naik seiring pertambahan kecepatan putaran mulai dari kecepatan 12 m/s nilai COP berkisar 3,58 dan nilai COP tertinggi di hasilkan pada kecepatan putaran 21 m/s dengan nilai COP 4,1. Dari hasil penelitian terlihat bahwa fenomena COP hampir sama dengan kondisi pagi dan siang. Nilai COP mengalami penurunan dari pagi hingga pada siang hari, tetapi jika dilihat trend pada sore hari hingga malam mengalami cenderung terjadi kenaikan, dimana kenaikan nilai COP pada malam hari adalah 3,41 kondisi normal dan jika terjadi variasi kecepatan putar yang bernilai COP 3,5.Kemudian Avaibility juga demikian mendekati performance COP.

Kata kunci Avaibility, Energi , COP , Refrigerant , Temperatur , Hukum Termodinamika

1.1 Latar Belakang

Analisis avaibility atau eksergi telah menjadi metode penting yang komprehensif dan mutakhir dalam studi tentang desain, analisis dan optimasi suatu sistem termal. Hampir disemua industri menggunakan sistem termal dalam proses pengolahan bahan baku menjadi prodaknya.

Saidur R, dkk(2007), analisis energy dan eksergi dilakukan pada sistem refrigerasi kompresi uap multi evaporator. Selain melihat kehancuran exergi disetiap komponen, pengaruh temperatur kondensor dan evaporator terhadap koefisien kinerja (COP). Efisiensi hukum kedua termodinamika dan total kehancuran eksergi juga

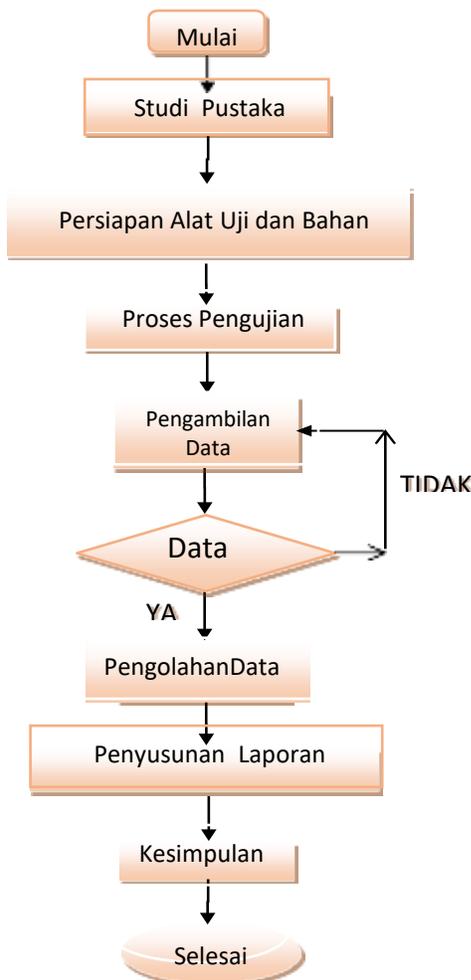
disajikan. Ditemukan bahwa energi listrik tertinggi yang diserap oleh kompresor mencapai 351,3547 watt dan terendah 210,5702 watt. Total kehancuran eksergi sistem refrigerasi kompresi uap multi evaporator tertinggi mencapai 275,3783 watt sedangkan yang paling rendah 177,0727 watt.

Tujuan utama sistem pendingin pengkondisian udara untuk menjaga keadaan udara didalam ruangan agar orang yang berada tetap nyaman .Temperatur ruangan menjadi salah satu kriteria penting dalam usaha mencapai kenyamanan termal.

Banyak industri, perkantoran, perumahan maupun kendaraan yang dilengkapi dengan *Air Conditioner* (AC) yang bertujuan mengkondisikan dan

menyegarkan udara ruangnya. Untuk mendapatkan temperatur udara yang sesuai dengan yang diinginkan banyak alternatif yang dapat diterapkan, diantaranya adalah dengan menaikkan koefisien perpindahan kalor kondensasi (Yawara, 2003) dan senada dengan Kusnanto (2004) dengan menambahkan kecepatan udara pendingin pada kondensor sehingga akan diperoleh harga koefisien prestasi yang lebih besar.

3.1 Diagram Alir Penelitian



3.2 Waktu dan Tempat

Pengujian dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin Universitas Bung Hatta Padang yang beralamat di kampus III Jl. Gajah Mada Gunung Pangilun, Padang – Sumatera Barat. Pelaksanaan pengujian dilakukan dari bulan Desember sampai Juli.

3.3 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada pengujian dengan menggunakan mesin pendingin kompresi uap ini dilakukan di laboratorium Prestasi Mesin, refrigeran yang digunakan adalah R-22. Pengujian yang dilakukan penulis yaitu empat variasi waktu pengujian pagi hari, siang hari, sore hari dan malam hari. Sementara variasi kecepatan putaran yang diatur di alat kondensor adalah tiga kali variasi yaitu kecepatan 1 sebesar 12 m/s, kecepatan 2 sebesar 17 m/s dan kecepatan 3 sebesar 21 m/s.

Pengambilan data dilakukan empat sesi berturut turut yaitu setiap 15 menit sekali selama 1 jam. Hal ini dilakukan supaya dapat diketahui bagaimana kinerja ataupun performance sebuah mesin pendingin kompresi uap terhadap variasi kecepatan putaran

kondensor serta kinerja pada waktu pengujian yang berbeda. Data data dengan variabel data yang akan dicari atau dibaca adalah temperature T1, T2, T3, T4 , Tu1, Tu2 , Tkomp dan tekanan di empat titik pula yaitu P1, P2, P3, P4. Dalam waktu yang bersamaan diukur pula kuat Arus dan Tegangan listrik pada kompresor hermitik.

3.4 Langkah Persiapan Pengujian :

Pemeriksaan fisik dari alat pengujian.

1. Pemeriksaan mesin pendingin

Pemeriksaan yang dilakukan merupakan pemeriksaan terhadap komponen- komponen utama mesin pendingin kompresi uap itu sendiri, seperti pemeriksaan terhadap kondisi kompresor, alat penukar kalor kondensor dan evaporator, termasuk katup ekspansi dan instalasi pipa mulai dari dari evaporator, kondensor lanjut dengan kompresor memastikan apakah sistim dalam kondisi baik dan siap dioperasikan.. Agar dapat mengetahui bilamana telah terjadi kebocoran sepanjang instalasi perpipaan maka dilakukan dengan mengoperasikan mesin pendingin kompresi uap pada posisi on dan mendeteksi instalasi pipa dengan leak detektor atau air busa sabun. Jika telah terjadi kebocoran akan terdeteksi dengan munculnya gelembung-

gelembung pada air sabun yang dioleskan pada permukaan pipa maupun leak detektor berbunyi. Hal ini menandakan adanya kebocoran pada pipa. Hal memang perlu sekali diperhatikan supaya mencegah terjadinya persoalan yang tidak diinginkan selama pengujian sedang berlangsung.

2. Pemeriksaan instalasi kelistrikan

Pemeriksaan ini bertujuan terhadap untuk mencegah terjadinya konsleting dan percikan bunga api.

3. Pemeriksaan alat ukur

Pada pengujian ini alat ukur yang digunakan meliputi : Pressure gauge, ampere meter, volt meter, thermometer digital. Pada alat ukur ini perlu dilakukan pemeriksaan apakah alat ukur tersebut berfungsi dengan baik atau tidak.

Langkah-langkah Pengujian :

1. Siapkan semua peralatan yang akan dipergunakan pada pengujian .
2. Periksa kondisi mesin pendingin apakah layak atau tidak dioperasikan.
3. Pastikan alat pengambil data sudah di setting dengan lengkap dan terpasang dengan benar pada titik-titik pengambilan data yang sudah ditentukan.

4. Putar dan nyalakan scalar on mesin Pendingin Kompresi Uap.
5. Setelah mesin Pendingin Kompresi Uap menyala selamat 15 menit catat data-data temperatur dan tekanan yang didapat dari kompresor, kondensor, evaporator, serta tekanan kompresor, evaporator, Kuat arus dan Tegangan yang tercatat pada alat Ukur.
6. Begitu seterusnya hingga pengujian dilakukan selama 1 jam untuk seluruh variasi kecepatan putaran dan beban kalor berbeda, dimana putaran pertama pengambilan data dilakukan setiap 15 menit sekali selama 1 jam pada pagi hari, siang hari, sore hari dan malam hari. Kemudian melakukan pengujian yang sama dengan keadaan normal agar mendapat hasil perbandingannya dengan pengujian menggunakan variasi beban kalor dan kecepatan putaran pada kondensor.
7. Jika sudah selesai pengujian lalu mesin Pendingin Kompresi Uap shutdown.

3.5 Parameter Yang Digunakan

1. Digunakan persamaan menghitung daya kompresor : $W_k = V.I . \cos \mu$
2. Digunakan persamaan untuk menghitung laju aliran massa refrigerant :

$$m = \frac{W_k}{(h_2 - h_1)}$$

3. Digunakan persamaan untuk menghitung Q kondensor : $Q_k = m (h_2 - h_3)$
4. Digunakan persamaan untuk menghitung Q evaporator : $Q_e = m (h_1 - h_4)$
5. Digunakan persamaan untuk menghitung nilai COP : $COP = \frac{Q_e}{W_k}$
6. Digunakan persamaan untuk menghitung nilai EER : $EER = COP \times 3,431$
7. Untuk menghitung Availability menggunakan persamaan : $A = T_0 (s_2 - s_1)$

Hasil dan Pembahasan

1. Kerja Kompresor (Wk)

$$\begin{aligned} W_k &= V . I . \cos \mu \\ &= 220v . 0,35A . 1 \\ &= 77watt \end{aligned}$$

2. Laju aliran massa refrigerant

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \frac{W_k}{(h_2 - h_1)} \\ &= \frac{77Watt}{(438Kj/kg - 410Kj/Kg)} \\ &= 2,75Kg/s \end{aligned}$$

3. Kalor yang dilepaskan ke lingkungan

$$\begin{aligned} Q_k &= \dot{m}(h_2 - h_3) \\ &= 2,75kg/s . (438Kj/kg - 296Kj/kg) \\ &= 390,5kW \end{aligned}$$

4. Kalor yang diserap Evaporator

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

$$= 2,75 \text{ Kg/s} \cdot (438 \text{ Kj/kg} - 296 \text{ Kj/Kg})$$

$$= 314 \text{ kW}$$

5. Performance sistem pendingin (COP)

$$COP = \frac{Q_e}{W_k}$$

$$= \frac{314 \text{ kW}}{77 \text{ kW}}$$

$$= 4,1$$

6. Efisiensi Energi Rasio (EER)

$$EER = COP \times 3,431$$

$$= 4,1 \times 3,431$$

$$= 14$$

7. Availability (A) Mesin Pendingin

$$A = T_0(s_2 - s_1)$$

$$A = 28(2,26 - 2) = 1,4$$

Grafik Analisa Availability pada Pagi Hari



Dari gambar 4.15 pengaruh kecepatan putar terhadap Availability mesin pendingin pada

kecepatan putar satu hingga kecepatan putar tiga menggambarkan trend daya guna mesin pendingin mengidentifikasi availability mengalami penurunan akibat perbedaan temperature sistem dengan udara sekitar tidak beda jauh serta tingkat kelembapan udara yang stabil. Pada pagi hari dengan kecepatan putar 1 nilai ability 1,1 sementara pada kecepatan putar 3 availability 0,78. Cuma ketika kecepatan bertambah terjadi penurunan daya guna mesin.

Grafik Analisa Availability Pada Siang Hari



Pada kondisi siang hari dengan berjalannya waktu dan posisi matahari semakin terang sehingga temperatur lingkungan akan bertambah pula, hal ini mengakibatkan terjadi perbedaan temperature yang agak besar antara sistem dengan lingkungan, namun pengaruh perubahan kecepatan putaran di kondensor juga menambah perbedaan temperatur sistem dibanding

dengan lingkungan juga besar. Seperti pada kecepatan satu availabilitynya berkisar 0,6 sementara jika kecepatan putaran dinaikan maka availability semakin besar hal ini disebabkan temperatur kompresor semakin stabil sehingga kinerja sistim pendingin semakin baik mencapai availability 0,9.

Grafik Analisa Availability Pada Sore Hari



Pada kondisi sore hari dengan berjalannya waktu dan posisi matahari mulai turun sementara kalor yang telah diserap bumi menambah akumulasi temperature lingkungan sehingga temperatur lingkungan akan bertambah pula, hal ini mengakibatkan perbedaan temperature yang relative besar antara sistim dengan lingkungan, namun pengaruh perubahan kecepatan putaran di kondensor juga menambah perbedaan tempertur sistim dibanding dengan lingkungan juga besar. Seperti pada kecepatan satu dan kecepatan 2 availabilitynya berkisar 1 hingga nilai 1,2 tidak terlalu besar

gapnya, Sementara jika kecepatan putaran dinaikan maka availability naik mendekati 0,4 sehingga mencapai kenaikan semakin besar hal ini disebabkan temperatur kompresor semakin stabil sehingga kinerja sistim pendingin semakin baik mencapai availability 1,58 .

Grafik Analisa Availability Pada Malam Hari



Pada malam hari waktu pengujian kondisi posisi matahari sudah menghilang dengan artikata tempertur rata rata antara lingkungan dengan sistim hamper sama sementara kalor yang telah diserap bumi tidak lagi mempenaruhi temperature lingkungan sehingga temperatur lingkungan akan turun pula, hal ini mengakibatkan perbedaan temperature yang relative kecil antara sistim dengan lingkungan, namun masih terjadi kenaikan availability secara incremental kecil.

Kesimpulan

Nilai availability pada pagi hari dengan kecepatan putaran naik kecepatan putaran bertambah terjadi penurunan daya guna mesin. Pada kondisi siang hari dengan berjalannya waktu dan posisi matahari semakin terang sehingga temperatur lingkungan akan bertambah pula, hal ini mengakibatkan terjadi perbedaan temperatur yang agak besar antara sistim dengan lingkungan, namun pengaruh perubahan kecepatan putaran di kondensor juga menambah perbedaan temperatur sistim dibanding dengan lingkungan juga besar.

Lampiran

Dokumentasi Pengambilan Data



Dok Pengukuran temperatur pada kompresor

Daftar Pustaka

Ahamed, J. U., Saidur, R., & Masjuki, H. H. (2011). A review on exergy analysis of vapor compression refrigeration system. *Renewable and Sustainable*

Energy Reviews, 15(3), 1593–1600.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.039>

Dwinanto, M. M., Suhanan, & Prajitno. (2017). Exergy analysis of a dual-evaporator refrigeration systems. *AIP Conference Proceedings*, 1788(January).
<https://doi.org/10.1063/1.4968264>

Jafri, M., Dwinanto, M. M., Gusnawati, G., & Sogen, F. (2017). Analisis Energi Dan Exergi Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Multi Evaporator. *LONTAR: Jurnal Teknik Mesin UNDANA*, 4(2), 21–29.

Joybari, M. M., Hatamipour, M. S., Rahimi, A., & Modarres, F. G. (2013). Exergy analysis and optimization of R600a as a replacement of R134a in a domestic refrigerator system. *International Journal of Refrigeration*, 36(4), 1233–1242.
<https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2013.02.012>

