

PENGARUH TEMPERATUR MINI CHILLER TERHADAP EXERGY SISTEM PENYEGARAN UDARA

Gilang Fersantio¹⁾, Suryadimal S.T.,M.T²⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Jl. Gajah Mada No.19, Gn. Pangilun, Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25173

Email: gilangfersantio99@gmail.com

ABSTRAK

Pada beberapa tahun terakhir ini analisis eksergi telah menjadi metode penting yang dalam studi tentang desain, analisis dan optimasi suatu sistem termal. Hampir disemua industri menggunakan sistem termal dalam proses pengolahan bahan baku menjadi prodaknya. Water chiller adalah istilah luas menggambarkan paket keseluruhan yang meliputi pabrik pendingin, pendingin air dan kondensor berpendingin udara atau air. Ini nama menyimpulkan bahwa kompresor, kondensor dan chiller dengan perpipaan internal dan control digabungkan menjadi satu kesatuan. Kecendrungan peningkatan exergi seiring bertambah perbedaan temperatur air dan pressure drop sebagai akibat terjadi irreversibilitas. Nilai exergi terendah 1,3 KJ/kg dan yang paling besar mencapai 4,56 kJ/kg. Penurunan kehancuran exergi yang terjadi pada sistem pada saat temperature awal tinggi karena daya listrik yang diserap oleh kompresor besar disamping itu terjadi peningkatan laju aliran massa air yang diikuti dengan penambahan entropi sehingga menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi exergi. Efisiensi exergi tertinggi mendekati 1 dan terendah 0,9 persen.

Kata kunci : Pengaruh Temperatur Mini Chiller Terhadap Exergy

ABSTRACT

In recent years exergy analysis has become an important comprehensive and advanced method in the study of the design, analysis and optimization of a thermal system. Almost all industries use a thermal system in the process of processing raw materials into their products. Water chiller is a broad term describing an overall package that includes a chiller plant, a water cooler and an air or water cooled condenser. This name concludes that the compressor, condenser and chiller with internal piping and control are combined into one unit. There is a tendency to increase exergy as the difference in water temperature and pressure drop increases as a result of irreversibility. The lowest exergy value is 1.3 KJ/kg and the highest is 4.56 kJ/kg. The decrease in exergy destruction that occurs in the system when the initial temperature is high due to the electric power absorbed by the compressor is large, besides that there is an increase in the mass flow rate of water followed by an increase in entropy, causing a decrease in exergy efficiency. The highest exergy efficiency is close to 1 and the lowest is 0.9 percent.

Keywords: Effect of Mini Chiller Temperature on Exergy

Pendahuluan

Beberapa tahun terakhir ini analisis 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. Water chiller adalah istilah luas menggambarkan paket

keseluruhan yang meliputi pabrik pendingin, pendingin air dan kondensor berpendingin udara atau air. Ini nama menyimpulkan bahwa kompresor, kondensor dan chiller dengan perpipaan internal dan control digabungkan menjadi satu kesatuan. Analisis eksergi telah menjadi alat penting yang banyak digunakan dalam studi tentang desain, analisis dan optimasi suatu sistem termal pada beberapa tahun terakhir ini. Walaupun demikian, baru sedikit papers yang memakai pendekatan analisis eksergi pada proses pengeringan produk pertanian. Kriteria mesin pendingin udara dengan jenis siklus kompresi uap yang banyak digunakan semuanya mencakup aspek jenis fleksibilitas, kompak dalam penggunaan, sehingga tidak memerlukan ruang yang besar. Siklus refrigerasi kompresi uap merupakan mesin refrigerasi yang beroperasi yang sudah sering digunakan sebelum saat ini. Mesin refrigerasi ini terdiri dari empat komponen utama yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Salah satu cara untuk meningkatkan kapasitas pendinginan adalah dengan memvariasikan beban pendinginan. Beban pendinginan adalah jumlah kalor yang dipindahkan oleh sistem pengkondisian udara tiap satuan waktu. Beban pendingin ini secara langsung akan berdampak pada kinerja mesin / Coefisien Of Performance (COP) pendingin, karena terkait dengan perubahan kondisi

khususnya temperatur refrigeran pada setiap titik didalam suatu sistem mesin pendingin. Adapun Tujuan penulisan tugas sarjana ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Dapat menghitung nilai Exergi sistim pendingin Mini Chiller
2. Mengetahui penurunan temperatur Mini Chiller

Tinjauan Teoritis

CHILLER

Chiller adalah mesin refrigerasi yang mendinginkan air dari sisi evaporator. Chiller merupakan alat perpindahan panas dengan sistem pendinginan untuk melepas kalor ke lingkungan dengan sistem refrigerasi kompresi uap. Chiller memiliki dua jenis media pendinginan:

A. Air cooled chiller

Air udara sebagai media pendingin pada kondensernya. Pada sistem air cooled chiller, proses diawali dengan evaporator menyerap beban panas yang diterima oleh air yang sebelumnya disirkulasikan pada heat exchanger, kemudian didinginkan pada kondensor dengan menggunakan bantuan kipas hisap atau induced draft fan. Sistem pendinginan pada air cooled chiller pada umumnya hanya untuk beban pendinginan rendah.

B. Water cooled chiller

Sistem water cooled chiller menggunakan media air untuk

mendinginkan bagian kondensornya. Pada sistem water cooled chiller digunakan untuk pendinginan beban besar namun pembuatannya perlu membutuhkan biaya dan tempat yang lebih besar karena memerlukan pompa sirkulasi dan cooling tower. Sistem water cooled chiller. Proses pendinginan pada dasarnya sama dengan sistem air cooled chiller, yang membedakannya adalah pendinginan pada bagian kondensornya. Kondensor didinginkan dengan menggunakan air dari cooling tower yang disirkulasikan dengan pompa.

Chiller mempunyai komponen utama yaitu :

1. Kompresor
2. Kondensor
3. Katup Ekspansi
4. Evaporator
5. Pompa Sirkulasi
6. Cooling Tower
7. FCU
8. AHU
9. Ducting
10. Water Tank Supply

EXERGY

Analisis exergy bertujuan memprediksi daya maksimum sebuah sistem dengan cara menentukan kehancuran irreversibilitas (ketidak teraturan energi) di dalam setiap komponen sistem dan berfungsi menentukan efisiensi hukum

kedua termodinamika. Secara konsep termodinamika tingkat kehancuran exergi pada setiap komponen bisa dikalkulasi dengan cara menghitung pembangkitan entropi (*entropy generation*) seperti pada alat kompresor, kondensor dan evaporator yang menggunakan persamaan umum exergi sebagai berikut , yaitu:

$$Ex_g = T_0 \cdot S_{gen(1-2)}$$

Dimana :

Ex_g = Exergi yang dibangkitkan

T_0 = $T_{lingkungan}$

S_{gen} = Entropy (kJ/kgC)

Menurut literature yang mendukung bahwa exergi berpindah hanya jika terjadi perpindahan energy dalam bentuk kalor, berbeda dengan kerja yang digeneralisasi hanya terjadi energy saja yang berpindah. Beberapa alat atau komponen mesin pendingin perpindahan exergy terjadi pada Kompresor dan alat alat perpindahan kalor seperti Kondensor dan Evaporator. Dari persamaan diatas maka dapat dimanipulasi persamaan exergy menjadi sebagai berikut adalah :

• Kompresor

$$Ex_g = T_0 \cdot S_{gen(1-2)} = \dot{m} \cdot T_0 \cdot (\dot{s}_2 - \dot{s}_1)$$

Dimana :

Ex_g = Exergi yang dibangkitkan (kJ/kg

s_2 = Entropy keluar kompresor (kJ/kgC)

s_1 = Entropy masuk kompresor (kJ/kgC)

T_o = Temperatur lingkungan

- **Kondensor**

$$Ex_g = T_o \cdot S_{gen(1-2)} = \dot{m} \cdot T_o \cdot (s_3 - s_2 + \frac{qh}{Th})$$

Dimana ;

Ex_g = entropi yang dibangkitkan (kJ/kg)

s_3 = Entropy keluar kondensor (kJ/kgC)

s_2 = Entropy masuk kondensor (kJ/kgC)

qh = kalor yang dilepas kondensor (W)

Th = Temperatur fluida panas (C)

T_o = Temperatur lingkungan

- **Evaporator**

$$Ex_g = T_o \cdot S_{gen(4-1)} = \dot{m} \cdot T_o \cdot (s_4 - s_1 + \frac{qe}{T_c})$$

Dimana;

Ex_g = entropi yang dibangkitkan (kJ/kg)

s_1 = Entropy keluar evaporator (kJ/kgC)

s_4 = Entropy masuk evaporator (kJ/kgC)

qe = kalor yang dilepas evaporator (W)

T_o = Temperatur lingkungan

Total kehancuran exergi di dalam siklus dapat ditemukan dengan penjumlahan kehancuran exergi dari masing-masing komponen, kemudian **Total exergisitas sebanding dengan total kerja kompresor dikurangi jumlah exergi setiap komponen sistim yang terlibat**. Secara matematis total exergi perkomponen adalah ;

$$\begin{aligned} Total\ exergi\ sistim(Tots) \\ = Ex_g\ komp + Ex_g\ kondesor \\ + Ex_g\ evap \end{aligned}$$

Yang tidak kalah pentingnya kita juga bisa mendapatkan **efisiensi exergi** mesin pendingin sistim dengan membandingkan total exergi dibagi dengan kerja kompresor.

$$\pi = \frac{Exg.tot}{wk} = \frac{Wk - Tots}{Wk}$$

Metode Penelitian

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan kampus III Universitas Bung Hatta Padang pada bulan Maret 2021 s/d Desember 2021.

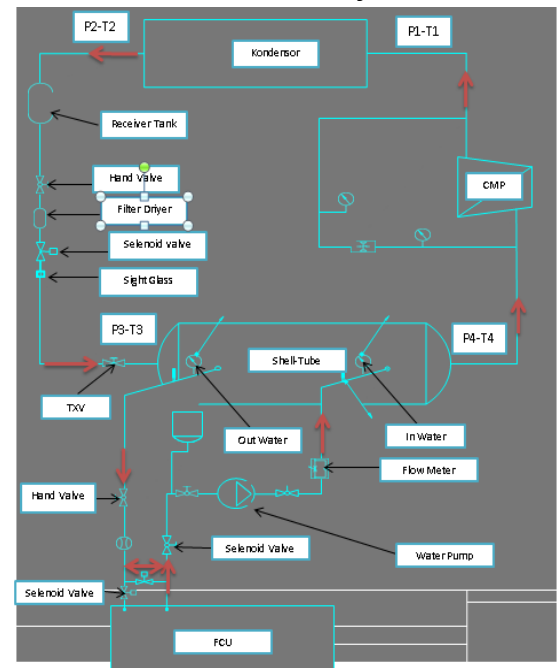
Alat dan skema penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- A. Alat yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian adalah mesin pengkondisian udara *Mini Chiller*.



- B. Berikut Skema dari alat uji Mini Chiller



Prosedur Pengoperasian Unit Water Chiller :

1. Mempersiapkan peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian
2. Buka katup manual pada unit.
3. Aktifkan ELCB dan semua MCB di dalam Instrumen dan Control Panel. Pastikan LED tegangan menyala.

4. Atur mode ke posisi cooling.
5. Aktifkan saklar daya utama.
6. Amati water flow meter pada cooling tower dan sesuaikan dengan yang ingin kita teliti.
7. Setelah kurang lebih sepuluh menit unit water chiller beroperasi, lakukan pengambilan data, data tersedia pada panel control dan pressure gauge.

Tahap Pengambilan Data

1. Langkah yang dilakukan pertama yaitu untuk menghitung eksergi diperlukan temperatur lingkungan, dengan menggunakan alat anemometer yang telah disertai penghitungan temperatur kita bisa mengetahui berapa temperatur yang berada di lingkungan sekitar atau ruang lingkup.
2. Maka temperature lingkungan telah didapatkan, Setelah itu hidupkan Water Chiller dan putar katup manual yang berada di jalur pipa keluar dari cooling tower sambil diperhatikan waterflow meter apabila alat ukur tersebut mencapai angka yang diinginkan.
3. Nilai angka telah didapatkan.
4. Hentikan melakukan putaran terhadap katup manual. Tunggu sekitar 10 menit.
5. Lalu lakukan pengambilan data yang bisa di lihat pada control panel untuk melihat nilai temperatur dan pada

pressure gauge untuk melihat nilai tekanan.

6. Setelah data data telah didapatkan.
7. Matikan alat uji Mini Chiller.
8. Selesai.

Data Hasil Pengolahan

Tabel Entalphi

Tabel 4. 2 Entalphi

Kec water	volt	amp	Kec air	Entalpi		
				h1	h2	h3=h4
0,178	220	5,8	4	413,55	459,3	249,11
0,196	220	5,9	4	413,22	459	249,37
0,218	220	6	4	413,22	459	249,76
0,226	220	6	4	413,22	459	249,76
0,247	220	6	4	413,22	458,8	249,6
0,178	220	5,8	2	413,73	459,35	248,58
0,196	220	5,9	2	413,71	459,35	245,3
0,218	220	6	2	413,72	459,35	247,28
0,226	220	6	2	413,76	459,35	246,5
0,247	220	6	2	413,63	459,19	247

Tabel Entropi

Laju masa air	Tair set	T ling	Entropi				Kalor Evap	Kalor Kond	Kerja komp	Temp lower	Temp high
m	C	To	s1	s2	s3	s4	ER	QK	WK	TC	TH
0,178	3	30	1,76	1,77	1,16	1,23	164,4	210,19	45,75	8,9	39
0,196	4	29,9	1,75	1,77	1,16	1,23	163,9	209,63	45,78	8,9	39
0,218	5	29,8	1,75	1,77	1,16	1,23	163,5	209,24	45,78	8,9	39
0,226	6	29,7	1,75	1,77	1,16	1,23	163,5	209,24	45,78	8,9	39
0,247	7	29	1,75	1,77	1,16	1,23	163,6	209,2	45,789	8,9	39
0,178	3	30	1,75	1,77	1,16	1,23	165,2	210,77	45,62	8,9	39
0,196	4	29,4	1,75	1,77	1,16	1,23	168,4	214,05	45,64	8,9	39
0,218	5	29,3	1,75	1,77	1,16	1,23	166,4	212,07	45,63	8,9	39
0,226	6	29	1,75	1,77	1,16	1,23	167,3	212,85	45,59	8,9	39
0,247	7	29,6	1,75	1,76	1,16	1,23	166,6	212,19	45,56	8,9	39

Temp lower	Temp high	Exergi					
TC	TH	Egkomp	Egkond	Eg evap	total Eg	selisih	efisiensi
8,9	39	0,053	2,552	9,583	1,219	44,531	0,973
8,9	39	0,117	27,926	10,484	3,853	41,927	0,916
8,9	39	0,130	30,891	11,594	4,261	41,519	0,907
8,9	39	0,134	31,917	11,979	4,403	41,377	0,904
8,9	39	0,143	34,054	12,796	4,699	41,090	0,897
8,9	39	0,107	25,602	9,631	3,534	42,086	0,923
8,9	39	0,115	28,112	10,604	3,883	41,757	0,915
8,9	39	0,128	30,836	11,613	4,258	41,372	0,907
8,9	39	0,131	31,772	11,976	4,388	41,202	0,904
8,9	39	0,073	35,392	13,308	4,877	40,683	0,893

Analisa dan Perhitungan

Analisa Exergisitas sebagai berikut ;

1) Kompresor

$$Ex_g = T_0 \cdot S_{gen(1-2)} = \dot{m} \cdot T_0 \cdot (\dot{s}_2 - \dot{s}_1)$$

Dimana :

Ex_g = Exergi yang dibangkitkan (kJ/kg

s_2 = Entropy keluar kompresor (kJ/kgC)

s_1 = Entropy masuk kompresor (kJ/kgC)

T_0 = Temperatur lingkungan

Sehingga dengan substitusi ke persamaan menjadi ;

$$Ex_g = 0,178 \cdot 30 \cdot (1,77 - 1,76)$$

$$Ex_g = 0,0534 \text{ kJ/kg}$$

2) Kondesnor

$$Ex_g = T_0 \cdot S_{gen(1-2)} = \dot{m} \cdot T_0 \cdot (\dot{s}_3 - \dot{s}_2 + \frac{qh}{Th})$$

Dimana ;

Ex_g = entropi yang dibangkitkan (kJ/kg)

s_3 = Entropy keluar kondensor (kJ/kgC)

s_2 = Entropy masuk kondensor (kJ/kgC)

qh = kalor yang dilepas kondensor (W)

Th = Temperatur fluida panas (C)

$T_o = \text{Temperatur lingkungan}$

Sehingga dengan substitusi ke persamaan diatas menjadi ;

$$Ex_g = 0,178.30 \left(1,16 - 1,77 + \frac{210,19}{39} \right)$$

$$Ex_g = 2,552 \text{ kJ/kg}$$

3) Evaporator

$$Ex_g = T_o \cdot S_{gen(4-1)} = \dot{m} \cdot T_o \cdot (s_4 - s_1 + \frac{qe}{T_c})$$

Dimana;

Ex_g = entropi yang dibangkitkan (kJ/kg)

s_1 = Entropy keluar evaporator (kJ/kgC)

s_4 = Entropy masuk evaporator (kJ/kgC)

qe = kalor yang dilepas evaporator (W)

$T_o = \text{Temperatur Fluida Dingin}$

Sehingga dengan substitusi ke persamaan;

$$Ex_g = 0,178.3.30(1,23 - 1,77 + \frac{164}{9})$$

$$Ex_g = 0,958 \text{ kJ/kg}$$

4) Total exergy sistim'

Total exergi sistim

$$= Ex_{g \text{ komp}}$$

$$+ Ex_{g \text{ kondesor}}$$

$$+ Ex_{g \text{ evap}}$$

Sehingga dengan substitusi ke persamaan menjadi;

$$Total \text{ exergi sistim} = 0,0534 + 2,552 + 0,902 = 3,5 \text{ kJ/kg}$$

5) Efisiensi Exergy

Secara emperis Efisiensi efisiensi exergi mesin pendingin sistim dengan membandingkan total exergi dibagi dengan kerja komprsor.

Sehingga efisiensi exergi menjadi ;

$$\pi = \frac{Wk - Total \text{ exergi}}{Wk} = \frac{45,75 - 3,5}{45,75} = 0,923$$

Data hasil perhitungan exergi dapat ditabulasi sebagai berikut;

Tabel 4. 4 Pagi Hari

Temp air		1	2	3	4	5
Ma	Kg/s	0,178	0,196	0,218	0,226	0,247
Exergy komp	kJ/kg	0,05	0,11	0,129	0,134	0,143
Exergy kondensor	kJ/kg	2,55	2,79	3,01	3,19	3,4
Exergy Evaporator	kJ/kg	0,95	1,01	1,15	1,197	1,279
Tot Exergy	kJ/kg	3,516	3,853	4,261	4,403	4,699
Efisiensi Exergy	%	0,923	0,916	0,907	0,904	0,897

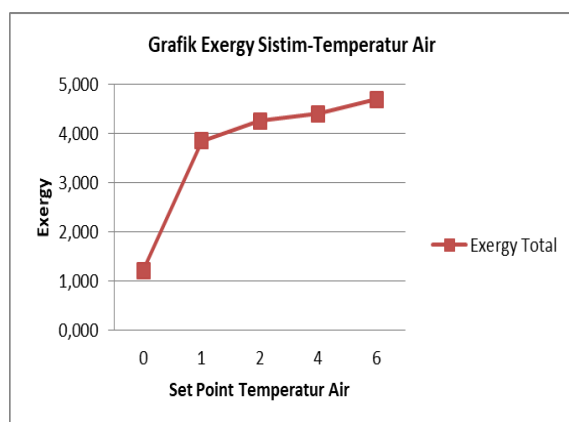
Tabel 4. 5 Siang Hari

Temp air		1	2	3	4	5
Ma	Kg/s	0,178	0,196	0,218	0,226	0,247
Exergy komp	kJ/kg	0,106	0,115	0,127	0,131	0,073
Exergy kondensor	kJ/kg	2,56	2,81	3,01	3,177	3,533
Exergy Evaporator	kJ/kg	0,96	1	1,102	1,192	1,330
Tot Exergy	kJ/kg	3,54	3,99	4,25	4,38	4,87
Efisiensi Exergy	%	0,813	0,815	0,807	0,804	0,793

Dari table 1 dan 2 diatas terlihat trend exergi destroyer yang paling besar terjadi di konponen kondensor dari sistem refrigerasi, hal ini terjadi karena proses kompresi yang terjadi di kompresor menyebabkan peningkatan temperatur dan tekanan refrigeran sehingga terjadi perbedaan nilai entropi yang tinggi seperti digambarkan oleh nilai pembangkitan entropi.

Pembahasan

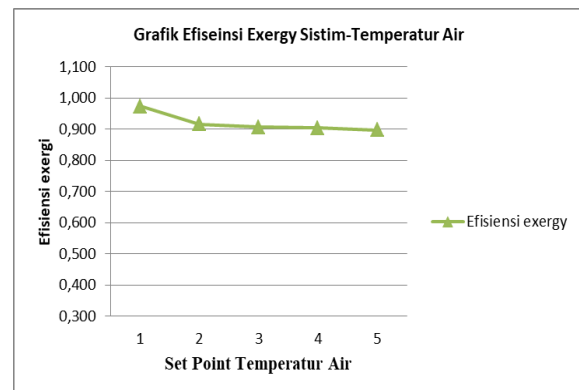
- Pengaruh Temperatur air terhadap exergy pagi hari



Dari gambar 1 diatas terlihat kecendrungan peningkatan exergi seiring bertambah perbedaan temperatur air dan pressure drop sebagai akibat terjadi

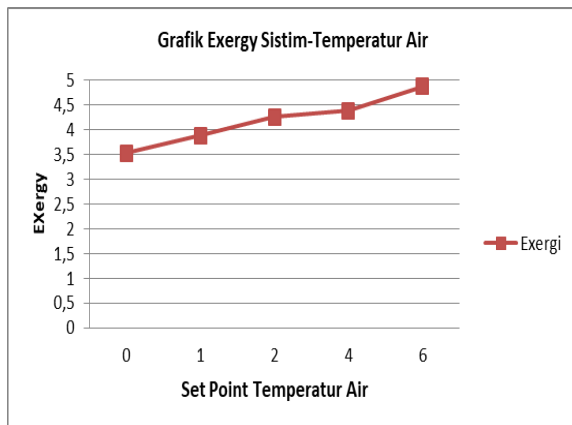
ireversibilitas dimana terjadi pembangkitan entropi pada mesin pendingin. Nilai exergi termdah 1,3 KJ?kg dan yang paling besar mencapai 4,56 kJ/kg.

B.Efisiensi Exergi pagi hari



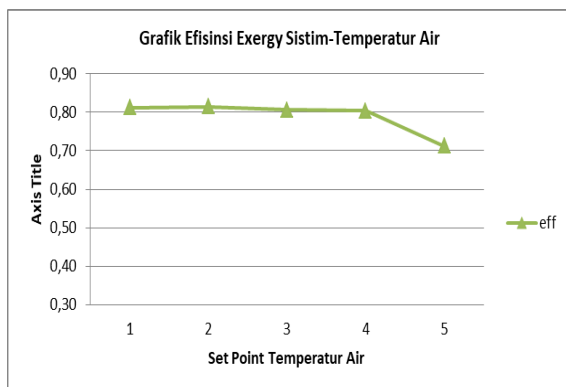
Dari gambar 2 terlihat penurunan kehancuran exergi yang terjadi pada sistim yang lebih tinggi pada saat temperature awal , dugaan disebabkan daya listrik yang diserap oleh kompresor besar disamping itu terjadi peningkatan laju aliran massa air yang diikuti dengan penambahan entropi sehingga menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi exergi .Efisiensi exergi tertinggi mendekati 1 dan terendah 0,9 parsen.

- Exergi Siang hari



Dari grafik diatas terlihat kecendrungan peningkatan exergi seiring bertambah perbedaan temperatur air pada siang hari dan kerugian tekanan sebagai akibat terjadi irreversibilitas dimana terjadi pembangkitan entropi pada mesin pendingin. Nilai exergi terendah 3,5 KJ/kg dan yang paling besar mencapai 4,95 kJ/kg.

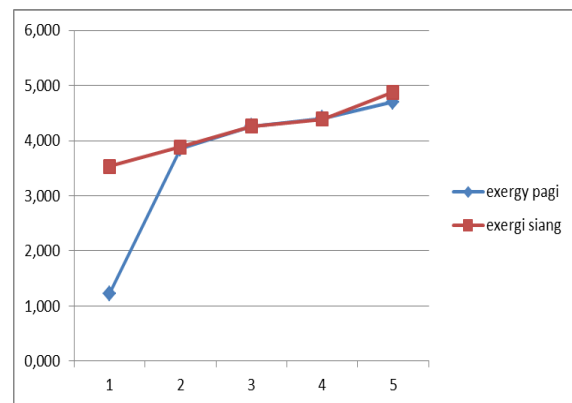
B. Efisiensi Exergi Siang



Dari grafik 4 terlihat penurunan kehancuran exergi secara gradual pada saat temperature awal, kemudian mengalami penurunan tajam hingga mencapai efisiensi dari 0,8% hingga mencapai 0,7 % di titik terendah. Barangkali dugaan disebabkan daya listrik yang diserap oleh kompresor

sudah menurun disamping itu terjadi peningkatan laju aliran massa air yang diikuti dengan penambahan entropi sehingga menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi exergi. Efisiensi exergi tertinggi mendekati 0,8 % dan terendah 0,7 persen.

Perbandingan Exergy Pagi dan Siang



Dari gambar 4.5 terlihat efisiensi energi antara waktu pagi dengan siang hari hampir sama. Dari hasil pengolahan data diperoleh kinerja optimal dari sistem mesin pendingin kompresi uap, exergi sistem pada temperature air 6 C dengan nilai mendekati 5 kJ/kg

Simpulan

1. Trend exergi destroyer yang paling besar terjadi di komponen kondensor dari sistem refrigerasi, hal ini terjadi karena proses kompresi yang terjadi di kompresor menyebabkan peningkatan temperatur dan tekanan refrigeran sehingga terjadi perbedaan nilai entropi yang tinggi seperti digambarkan oleh nilai pembangkitan entropi.

2. Kecendrungan peningkatan exergi seiring bertambah perbedaan temperatur air dan pressure drop sebagai akibat terjadi irreversibilitas. Nilai exergi terendah 1,3 KJ/kg dan yang paling besar mencapai 4,56 kJ/kg
3. Penurunan kehancuran exergi yang terjadi pada sistem pada saat temperature awal tinggi karena daya listrik yang diserap oleh kompresor besar disamping itu terjadi peningkatan laju aliran massa air yang diikuti dengan penambahan entropi sehingga menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi exergi. Efisiensi exergi tertinggi mendekati 1 dan terendah 0,9 persen.
4. Kecendrungan peningkatan exergi seiring bertambah perbedaan temperatur air pada siang hari dan kerugian tekanan sebagai akibat terjadi irreversibilitas dimana terjadi pembangkitan entropi pada mesin pendingin. Nilai exergi terendah 3,5 KJ/kg dan yang paling besar mencapai 4,95 kJ/kg

Referensi

- 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>
- Anwar, K. (2010). Efek Beban Pendingin terhadap Performa Sistem Mesin Pendingin. *Jurnal SMARTek*, 8(3), 203.
- Arya, J. S., & Chavda, N. K. (2014). Design and Performance Analysis of Water Chiller-A Research. *Journal of Engineering Research and Applications www.ijera.com*, 4(6), 19–25. www.ijera.com
- Bouaziz, N., & Lounissi, D. (2015). Energy and exergy investigation of a novel double effect hybrid absorption refrigeration system for solar cooling. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(39), 13849–13856. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.05.066>
- Metty, K., Negara, T., & Wijaksana, H. (2012). Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 4(1), 4–11.
- Putra Mbulu, B. C., & Jalu Permana, A. P. (2020). Rancang Bangun Mesin Pengering Menjes Gombal Dengan Studi Kasus Pengaruh Variasi Waktu Dan Temperatur. *Praxis*, 2(2), 197. <https://doi.org/10.24167/praxis.v2i2.2531>
- Reynaldi, A., & Koswara, E. (2012). Analisis Efisiensi Kerja Chiller Pada Mesin Ekstruder Di Pt. Arteria Daya Mulia Cirebon. *IRWNS Industrial Research Workshop*, 45418(103), 459–464.
- Santoso, D., & Hasan Basri, D. (2011). Prosiding Seminar Nasional AVOER ke-3 Palembang ANALISIS EKSERGI SIKLUS KOMBINASI TURBIN GAS-UAP UNIT PLTGU INDERALAYA. 26–27.

- Wirajati, I., & Sucipta, M. (2009). Influence of Fixed Temperature of Chilled Water Outlet Setting toward Performance of Chiller Absorbtion with Two Level Heating Cycle Method. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 3(1), 73–76.
- Wirawan, I. K. G. (2009). Analisa Performansi Pengkondisian Udara Tipe Window dengan Penambahan Alat Penukar Kalor Performance Analysis of Window Type Air Conditioning with Addition of Heat Exchanger Equipment. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(2), 157–163.
- Yu, F., Chan, K., & Chu, H. (2006). Efficiency Improvements of Air-Cooled Chillers Equipped With High Static Condenser Fans Efficiency Improvements of Air-Cooled Chillers Equipped with High Static Condenser Fans. *International Refrigeration and Air Conditioning*.
<http://docs.lib.purdue.edu/iracc/749>