

ANALISIS EFISIENSI KERJA CHILLER PADA MESIN EKSTRUDER DI PT. ARTERIA DAYA MULIA CIREBON

Andri Reynaldi, Engkos Koswara

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Majalengka

Jl. K.H. Abdul Halim No. 103, Majalengka, Majalengka 45418

*Email : Andri.reynaldi07@gmail.com

Abstrak

Ketidaksesuaian pola pengoperasian sistem refrigerasi pada saat perancangan dengan keadaan aktual merupakan salah satu penyebab tingginya konsumsi energi listrik, oleh karena itu perlu dilakukan analisa performansi pada sistem refrigerasi agar dapat diketahui apakah energi yang digunakan sudah efisien. Untuk menganalisa kinerja mesin water chiller ini dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap panel control water chiller setiap 1 jam sekali selama 24 jam. Dan dilakukan perhitungan dari data tersebut untuk mengetahui nilai efisiensinya yaitu: Laju aliran massa, kerja kompresor, jumlah energi yang diserap evaporator, jumlah energi yang dilepaskan kondensor, COP. Kinerja chiller yang baik mempunyai efisiensi yang dapat dipengaruhi antara lain oleh: temperatur air masuk, temperatur kondensor, temperatur air keluar evaporator. Hasil dari analisis nilai efisiensi (COP) pada mesin chiller di PT. ARIDA Cirebon berada di bawah standar kualitas pendinginan mesin. Rata-rata efisiensi COP mesin chiller di PT. ARIDA adalah 2,83. Sedangkan standar COP yang baik untuk mesin chiller adalah 4,46. Hal ini bisa terjadi disebabkan karena perawatan pada komponen mesin chiller tidak terlalu baik menyebabkan proses pendinginan tidak sempurna dan terjadi penurunan kinerja pada mesin chiller. Karena semakin rendah temperatur refrigerant di kondensor maka akan semakin bagus juga nilai COP yang dihasilkan, karena kerja kompresor yang dibutuhkan akan lebih rendah.

Kata kunci : COP, efisiensi, kinerja mesin, sistem refrigerasi, water chiller.

1. PENDAHULUAN

Chiller adalah mesin refrigerasi yang memiliki fungsi utama mendinginkan air pada sisi evaporatornya. Sistem refrigerasi terdiri dari empat komponen utama yaitu kompresor, evaporator, kondensor, katup ekspansi. Sistem Kompresi Uap tersusun atas empat bagian pokok, yaitu: kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator, yang masing-masing dihubungkan dengan pipa penyalur fluida kerja. Chiller dapat di klasifikasikan sebagai pendingin absorpsi dan pendingin kompresi refrigeran, berdasarkan siklus refrigeran tempat mereka bekerja.

Efisiensi energi pada sistem refrigerasi, dapat disimpulkan bahwa sistem refrigerasi pada bangunan besar atau yang digunakan untuk mendinginkan mesin produksi pada dunia industri memang membutuhkan efisiensi energi. Pengoprasian pengkondisian udara yang benar (sesuai dengan spesifikasinya), perawatan yang teratur, perhitungan yang benar pada *cooling load* dapat menentukan spesifikasi pengkondisian udara yang akan digunakan

sehingga merupakan salah satu cara untuk melakukan efisiensi energi.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat diambil suatu rumusan masalah yaitu :

1. Prinsip kerja mesin chiller di PT. Arteria Daya Mulia Cirebon digunakan sebagai pendingin temperatur mesin ekstruder untuk mencegah terjadinya *over heat* pada mesin ekstruder.
2. Adanya analisis kinerja mesin chiller dapat memberikan gambaran mengenai kapan harus dilakukannya perawatan pada sistem kerja chiller sehingga kualitas pendinginan mesin chiller dapat dijaga dengan baik.

Adapun tujuan dari penelitian pada penelitian ini sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui kinerja dan stabilitas kerja sistem atau komponen pada mesin *chiller* tidak terganggu.
- b. Menganalisis kinerja mesin *chiller* (*Coefisien of performance* dan *Performance factor*) berguna untuk menjaga nilai efisiensi pada mesin

chiller agar sesuai dengan standar COP dan PF pada mesin.

Manfaat penelitian ini sebagai berikut :

- a. Menjaga kinerja mesin *chiller* di PT. Arteria Daya Mulia Cirebon agar tetap terjaga dengan baik.
- b. Dapat dijadikan sebagai gambaran untuk dilakukannya perawatan atau perbaikan pada komponen mesin *chiller* guna menjaga efisiensi mesin sesuai dengan standar kualitas pendinginan pada mesin.

2. METODOLOGI PENELITIAN

1. Observasi Lapangan

Mencari informasi tentang objek yang akan dilakukan penelitian dari teknisi atau pembimbing dilapangan.

2. Rumusan Masalah

Setelah mendapatkan cukup data dari objek yang akan dilakukan penelitian, lalu didapatlah beberapa rumusan masalah yang akan di angkat sebagai topik pembahasan pada penelitian.

3. Study Literatur

Mencari jurnal, mengumpulkan data dengan cara membaca dari sumber referensi buku-buku refresentatif maupun internet.

4. Praktek Lapangan

Melakukan analisis lapangan di PT.Arteria Daya Mulia (ARIDA) yang merupakan perusahaan manufaktur jaring ikan terletak di Cirebon tepatnya di Jl. Dukuh Duwur No.46 Pegambiran, Lemah wungkup, kota Cirebon.

5. Pengumpulan Data

Berupa dokumentasi mesin, data parameter mesin (Temperatur dan Tekanan masuk dan keluar mesin *chiller*) dan penjelasan dari narasumber dilapangan sebagai bahan untuk melakukan analisis penelitian.

6. Analisis Data

Menganalisis proses kerja mesin *chiller* dan menghitung nilai efisiensi (*Coefficient Of Performance* dan *Performance Factor*) pada mesin *chiller* guna mendapatkan

kesimpulan dari penelitian.

7. Kesimpulan

Dalam Kerja praktek ini dapat diambil kesimpulan tentang cara kerja dan nilai efisiensi mesin *chiller* di PT. ARIDA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Prinsip Kerja Mesin Chiller RCU(G)180 WHYZ Di PT. ARIDA

Mesin *Chiller* ialah mesin pendingin yang berfungsi untuk mendinginkan fluida air pada bagian evaporator, kemudian air yang dingin tersebut dialirkan menuju FCU (*Fan Coil Unit*) dan AHU (*Air Handling Unit*) dan kemudian di suplay ke produksi.

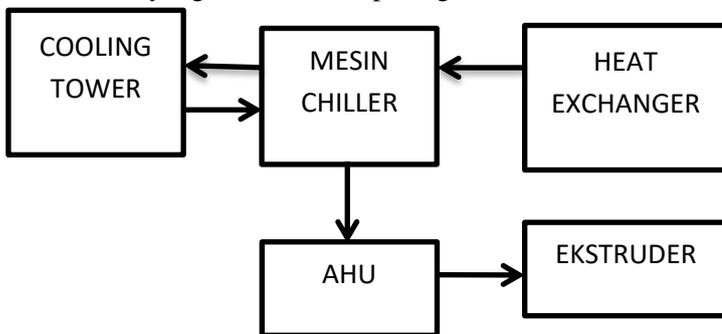
Secara teknis kinerja mesin *chiller* adalah sebagai berikut.

1. Refrigeran di dalam kompresor dikompresikan kemudian dialirkan ke kondensor. Refrigeran yang mengalir ke kondensor mempunyai tekanan dan temperatur yang tinggi. Di kondensor refrigeran didinginkan dan juga dibantu oleh *Cooling tower* dengan memanfaatkan udara luar disekitar kondensor sehingga terjadi perubahan fase dari uap menjadi cair. Kemudian refrigeran mengalir menuju katup ekspansi dan terjadi penurunan tekanan. Setelah melewati katup ekspansi, refrigeran masuk ke dalam evaporator.
2. Di evaporator refrigeran mulai menguap, hal ini disebabkan karena terjadi penurunan tekanan yang mengakibatkan titik didih refrigeran menjadi lebih rendah sehingga refrigeran menguap. Dalam evaporator terjadi perubahan fase refrigeran dari cair menjadi uap. Pada evaporator ini terjadi perpindahan kalor yang bersuhu rendah, dimana air didinginkan oleh refrigeran.
3. Di dalam evaporator, air sebagai bahan pendingin sekunder yang telah didinginkan sampai *medication for herpes* temperatur tertentu kemudian dialirkan oleh sebuah pompa menuju koil-koil pendingin dan di suplay menuju mesin ekstruder sebagai penurun temperatur mesin ekstruder. Air ini akan bersirkulasi terus menerus selama sistem pendingin bekerja.

3.2 Komponen-komponen Mesin Chiller RCU(G)180 WHYZ

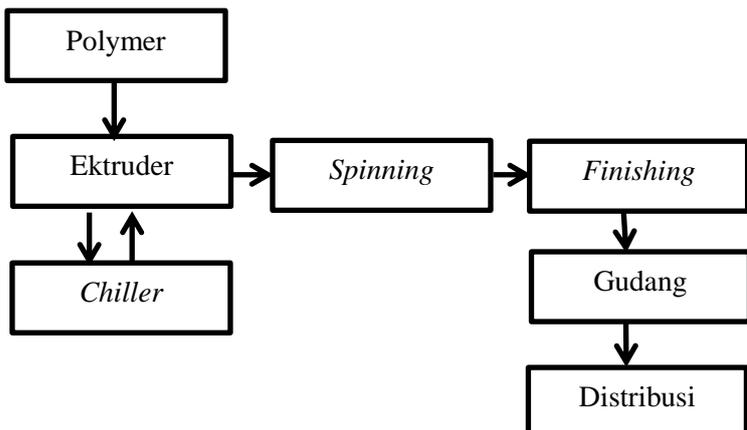
1. Kompresor
Pada mesin *chiller* RCU (G)180 WHYZ di PT. Arteria Daya Mulia Cirebon menggunakan tiga kompresor, jenis kompresor yang digunakan adalah kompresor *screw*.
2. Kondensator
Jenis kondensator yang digunakan di mesin *chiller* RCU (G) 180 WHYZ adalah *Shell and Tube Condenser*.
3. Evaporator
4. Katup Ekspansi.
5. Pompa
6. *Cooling Tower*
7. *FCU (Fan Coil Unit)* dan *AHU (Air Handling Unit)*
8. *Ducting*
9. Pemipaan
10. *Chiller Water Tank*

Berikut adalah skema alur kerja mesin *chiller* yang dicantumkan pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1 skema alur kerja mesin chiller

Berikut adalah alur skema pembuatan jaring di PT. Arteria Daya Mulia Cirebon yang dicantumkan pada gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Alur Skema Pembuatan Jaring

3.3 Pengolahan Data

Data yang diperlukan untuk mencari nilai efisiensi mesin *chiller* adalah dengan mengamati temperatur serta tekanan masuk mesin *chiller* dan Temperatur serta tekanan keluaran mesin *chiller*. Ada dua cara untuk memperoleh data tersebut, yaitu dengan cara mengamati data parameter yang berada pada *display* mesin *chiller* yang dilakukan pengecekan setiap 1 jam sekali dan dengan studi literatur. Berikut adalah data Parameter mesin *chiller* yang dicantumkan pada tabel 3.1 :

TANGGAL	JAM	Ts	Ps	Td	Pd
		°C	Bar	°C	bar
20/08/2018	23.00	3	4,2	62	8,8
20/08/2018	24.00	2	4,2	60	8,8
20/08/2018	01.00	2	4,2	55	8,2
20/08/2018	02.00	2	4,4	50	8
20/08/2018	03.00	2	4,8	52	8,1
20/08/2018	04.00	3	5,0	55	8,5
20/08/2018	05.00	3	5,2	57	8,7
20/08/2018	06.00	2	3,5	60	8,8
20/08/2018	07.00	2	4,2	60	8,8
20/08/2018	08.00	3	4,9	65	8,9
20/08/2018	09.00	3	4,3	65	9
20/08/2018	10.00	1	4,2	62	8,4
20/08/2018	11.00	2	4,3	70	9,3
20/08/2018	12.00	2	4,3	70	9,3
20/08/2018	13.00	3	4,1	65	8,9
20/08/2018	14.00	1	4,3	62	8,6
20/08/2018	15.00	0	3,7	61	8,4
20/08/2018	16.00	4	5,6	66	8,8
20/08/2018	17.00	2	4,8	60	8,3
20/08/2018	18.00	4	4,5	65	8,6
20/08/2018	19.00	2	5,0	62	8,4
20/08/2018	20.00	1	3,7	55	8
20/08/2018	21.00	2	4,6	60	8,1
20/08/2018	22.00	1	4,5	62	8,4

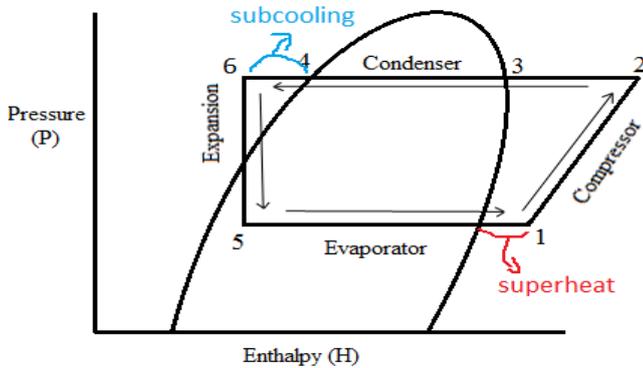
3.4 Analisis Data

3.4.1 Mencari Nilai Efisiensi Mesin Chiller

Mencari nilai efisiensi mesin chiller dapat dengan menggunakan rumus interpolasi untuk mencari nilai tekanan, temperatur, enthalpy dan entropy kemudian masukan pada tabel P-h refrigeran 407C yaitu :

$$\frac{(X-X_1)(Y-Y_1)}{(X_2-X_1)(Y_2-Y_1)} \quad (1)$$

Berikut adalah gambar 3.3 diagram P-h refrigeran :



Gambar 3.3 diagram P-h refrigeran

Berikut adalah contoh tabel P-h refrigeran yang digunakan :

➤ **Menghitung nilai efisiensi kerja mesin chiller pada jam 23.00**

Data parameter pada jam 23.00 :

- Ts : 3°C
- Ps : 4,2 bar
- Td : 62°C
- Pd : 8,8 bar

Tabel 3.2 P-h Refrigera

No	P	T	Enthalpy	entropy
1.	4,2	3	415,6	1,7898
2.	8,8	80,1	456,53	1,7898
3.	8,8	62	306,5	1,3415
4.	4,2	3	306,5	

Berikut adalah proses mencari nilai laju aliran, kerja kompresor, daya kondensor, daya evaporator, COP dan PF :

1. Laju aliran massa

$$Q_{ue} = 591 \text{ kW}$$

$$\dot{m}_r = \frac{Q_{ue}}{h_1 - h_4} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\dot{m}_r = \frac{591}{415,6 - 306,5}$$

$$\dot{m}_r = \frac{591}{109,1}$$

$$\dot{m}_r = 5,41 \text{ Kg/s}$$

2. Kerja kompresor

$$W_k = \dot{m}_r (h_2 - h_1) \dots \dots \dots (2.4)$$

$$W_k = 5,41(456,53 - 415,6)$$

$$W_k = 5,41(40,93)$$

$$W_k = 221,43 \text{ kW}$$

3. Jumlah energi yang diserap epavorator

$$Q_e = \dot{m}_r (h_1 - h_4) \dots \dots \dots (2.4)$$

$$Q_e = 5,41(415,6 - 306,5)$$

$$Q_e = 5,41(109,1)$$

$$Q_e = 590,23 \text{ kJ/s}$$

4. Jumlah energi yang dilepaskan kondensor

$$Q_k = \dot{m}_r (h_2 - h_3) \dots \dots \dots (2.4)$$

$$Q_k = 5,41(456,53 - 306,5)$$

$$Q_k = 5,41(150,03)$$

$$Q_k = 811,66 \text{ kJ/s}$$

5. COP

$$COP = \frac{Q_e}{W_k} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$COP = \frac{590,23}{221,43}$$

$$COP = 2,66$$

6. PF

$$PF = \frac{Q_k}{W_k} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$PF = \frac{811,66}{211,43}$$

$$PF = 3,66$$

Tabel 3.3 hasil penghitungan COP dan PF di jam 23.00

JAM	\dot{m}_r (kg/s)	W_k (kW)	Q_e (kJ/s)	Q_k (kJ/s)	COP	PF
23.00	5,41	221,43	590,23	811,6	2,66	3,66

3.4.2 Hasil Analisis Data

Berikut adalah tabel hasil penghitungan analisis efisiensi mesin chiller :

Tabel 3.4 Hasil perhitungan analisis efisiensi mesin chiller

Tanggal	JAM	\dot{m}_w (kg/s)	\dot{W}_k (kW)	\dot{Q}_e (kJ/s)	\dot{Q}_k (kJ/s)	COP	PF
20/08/2018	23.00	5,41	211,43	590,23	811,66	2,66	3,66
20/08/2018	24.00	5,23	194,66	589,9	784,5	3,03	4,03
20/08/2018	01.00	4,79	164,87	590,6	755,47	3,58	4,58
20/08/2018	02.00	4,44	139,5	590,0	730,5	4,23	5,23
20/08/2018	03.00	4,57	149,4	590,4	739,8	3,95	4,95
20/08/2018	04.00	4,76	176,2	589,7	765,9	3,34	4,34
20/08/2018	05.00	4,93	197,8	590,6	788,4	2,98	3,98
20/08/2018	06.00	5,23	194,66	589,9	784,5	3,03	4,03
20/08/2018	07.00	5,23	194,66	589,9	784,5	3,03	4,03
20/08/2018	08.00	5,52	232,72	590,08	784,5	2,53	3,53
20/08/2018	09.00	5,52	232,72	590,08	822,81	2,53	3,53
20/08/2018	10.00	5,47	233,18	590,76	823,9	2,53	3,53
20/08/2018	11.00	6,58	305,97	590,22	896,2	1,92	2,92
20/08/2018	12.00	6,58	305,97	590,22	896,2	1,92	2,92
20/08/2018	13.00	5,52	232,72	590,08	822,81	2,53	3,53
20/08/2018	14.00	5,47	233,18	590,76	823,9	2,53	3,53
20/08/2018	15.00	5,39	232,74	590,74	823,48	2,53	3,53
20/08/2018	16.00	5,85	239,9	590,85	830,8	2,46	3,46
20/08/2018	17.00	5,23	194,66	589,9	784,5	3,03	4,03
20/08/2018	18.00	5,72	232,6	590,87	823,5	2,54	3,54
20/08/2018	19.00	5,47	232,18	590,76	823,9	2,53	3,53
20/08/2018	20.00	4,81	185,18	590,66	775,85	3,18	4,18

3.5 Nilai Efisiensi (COP dan PF) pada Mesin Chiller di PT. ARIDA Cirebon

Berdasarkan hasil penghitungan nilai efisiensi (COP dan PF) pada mesin chiller di PT. ARIDA Cirebon, dapat disimpulkan efisiensi mesin chiller di PT. ARIDA kurang baik dan di bawah standar pendinginan, karena nilai efisiensi tertinggi hanya $COP = 4,23$ dan $PF = 5,23$ pada jam 02.00. Sedangkan standar kualitas pendinginan pada mesin chiller adalah $COP = 4,46$.

Mesin chiller Di PT. ARIDA untuk komponen pendinginnya sudah cukup baik karena mempunyai tiga kompresor dan *cooling tower* untuk membantu proses pendinginan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja mesin yang menyebabkan efisiensi (COP dan PF) rendah yaitu bisa disebabkan kurangnya perawatan pada komponen mesin chiller sehingga mesin menjadi kotor dan gampang terjadinya *over heat*. Contohnya jika kurangnya perawatan pada komponen mesin ketika indikator thermometer pada mesin ekstruder menunjukkan kenaikan suhu yang tinggi maka kerja dari kompresor akan ditambah untuk menstabilkan kinerja mesin guna menjaga efisiensi dan kualitas suhu pendinginan tetap terjaga dengan baik dan mencegah terjadinya *over heat* pada mesin ekstruder. Sehingga berdampak pada kinerja kompresor lebih tinggi dan daya yang dikeluarkan oleh mesin chiller lebih banyak menyebabkan sangat rentan terjadinya *over heat* dan efisiensi mesin menurun.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis penelitian di PT. Arteria Daya Mulia Cirebon, dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Proses kerja mesin Chiller di PT. ARIDA Cirebon menggunakan tiga kompresor, tetapi tidak selalu tiga kompresor tersebut dijalankan secara bersamaan melainkan kompresor tersebut bisa diatur sesuai dengan kebutuhan. Yaitu ketika indikator thermometer pada mesin mengalami kenaikan temperatur maka kerja kompresor akan di tambah untuk menstabilkan kinerja mesin dan menjaga kualitas pendinginan. Di PT. ARIDA Cirebon juga menggunakan *Cooling tower* sebagai komponen bantu untuk membantu proses pendinginan pada proses kerja mesin chiller.
2. Dapat disimpulkan nilai efisiensi (COP dan PF) pada mesin chiller di PT. ARIDA Cirebon berada di bawah standar kualitas pendinginan mesin. Rata-rata efisiensi mesin chiller di PT. ARIDA adalah $COP = 2,83$. Sedangkan standar COP yang baik untuk mesin chiller adalah 4,46. Hal ini bisa terjadi disebabkan karena perawatan pada komponen mesin chiller tidak terlalu baik sehingga menyebabkan komponen kotor dan terjadi penurunan kinerja pada mesin chiller. Salah satu hal yang harus dilakukan untuk memperbaiki kinerja mesin yang kurang baik yaitu dilakukanya *maintenance* atau mengganti komponen mesin chiller yang sudah tidak layak agar kinerja mesin tetap terjaga dengan baik sesuai dengan standar pendinginan mesin.

DAFTAR PUSTAKA

Buku Panduan Pengoprasian dan Perawatan PT. Metropolitan Bayutama

Nugroho, Ali. "Analisa Kinerja Refrigerasi *Water Chiller* Pada PT Gmf Aeroasia." *Jurnal Teknik Mesin Mercuru Buana* 4.1 (2015): 26-30.

Nugroho, A. (2015). Analisa Kinerja Refrigerasi *Water Chiller* Pada PT Gmf Aeroasia. *Jurnal Teknik MesinMercuruBuana*, 4(1), 26 30.

NUGROHO, Ali. Analisa Kinerja Refrigerasi *Water Chiller* Pada PT Gmf Aeroasia. *Jurnal Teknik Mesin Mercuru Buana*, 2015, 4.1: 26-30.

Poernomo, Heroe. "Analisis Karakteristik Unjuk Kerja Sistem Pendingin (*Air Conditioning*) Yang Menggunakan Freon R-22 Berdasarkan Pada Variasi Putaran Kipas Pendingin Kondensor." *Kapal* 12.1 (2015): 1-8.