

Kajian Pengaruh Perubahan Putaran *Fan* terhadap Pembuangan Panas pada *Precooling Condenser*

Susilawati¹, Tito Riyanto¹

¹Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung

Korespondensi susilawati@polban.ac.id;

Abstrak

Proses pemanasan berperan dalam meningkatkan temperatur udara kering (T_{DB}) tanpa ada perubahan kadar uap air di udara. Proses tersebut terjadi karena udara melewati koil pemanas atau *heater*. *Fan* digunakan untuk mengalirkan udara melalui koil pemanas, tujuannya adalah untuk mempercepat proses perpindahan panas antara udara dan koil pemanas. *Precooling condenser* digunakan untuk membuang sebagian panas ke lingkungan dalam sistem dehumidifikasi mekanik. Pada 0% putaran *fan* temperatur udara kering (T_{DB}) masuk dan keluar *precooling condenser* bernilai 26,9 °C, 72% RH, sedangkan pada 100% putaran *fan* temperatur udara kering (T_{DB}) masuk dan keluar *precooling condenser* masing-masing bernilai 28,3 °C, 66% RH dan 28,3 °C, 49%. Kapasitas penyerapan panas sensibel udara keluar *precooling condenser* meningkat hingga 1,75 kali lebih besar dari udara masukan.

Kata Kunci : Pengering, *Precooling Condenser*, dan Kapasitas Penyerapan Panas.

Abstract

The heating process plays a role in increasing the dry air temperature (T_{DB}) without any change in the water in the air. This process occurs because air passes through a heating coil or heater. Fan is used to flow air through the heating coil, the goal is to accelerate the process of heat transfer between air and heating coil. *Recooling condenser* is used to remove some of the heat into the environment in a mechanical dehumidification system. At 0% fan rotation dry air temperature (T_{DB}) entering and exiting the cooling condenser is 26.9 °C, 72% RH, while at 100% the fan rotation of the dry air temperature (T_{DB}) enters and exits *precooling condenser* each rated 28.3 °C, 66% RH and 28.3 °C, 49%. The sensible heat absorption capacity of the outgoing air *precooling condenser* increases to 1.75 times greater than the input air

Keyword : Dehumidifier, *Precooling Condenser*, and Heat Absorption Capacity.

1. PENDAHULUAN

Pengeringan atau dehumidifikasi adalah proses menurunkan kadar uap air dalam udara. Pengeringan ini banyak dijumpai dalam proses pengolahan produk baik pangan, sandang dan papan. Proses pengeringan diperlukan pada bahan pangan untuk menjaga kualitas bahan sebelum diolah dari kontaminasi bakteri dan jamur. Industri pemintalan benang pun memerlukan proses yang diatur temperatur dan kelembabannya sehingga benang dapat terurai dengan baik. Begitupula untuk bahan yang mudah korosi, pengeringan diperlukan untuk mencegah korosi. Dengan proses dehumidifikasi dapat menguragi kelembaban relatif dari sekitar 90% hingga 60% dan pengeringan dengan dehumidifier lebih besar 1,5 kali dari pengeringan biasa. [1]

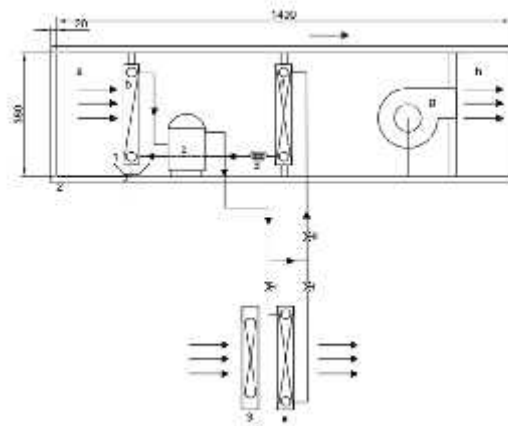
Dehumidifikasi mekanik merupakan proses pengeringan dengan terlebih dahulu mendinginkan udara kemudian memanaskan udara pada proses kondensasi. Pada mulanya udara akan diinginkan melalui evaporator dan menghasilkan udara dengan temperatur rendah dan kandungan uap air yang rendah. Kemudian udara dialirkan melalui kompresor dan kondenser untuk menyerap uap air lebih besar. Beberapa material atau proses, sensitif terhadap temperatur tinggi, untuk mengatasinya maka proses kondensasi di kondensor akan dibagi menjadi dua yaitu melalui *primary* dan *precooling condenser* sehingga temperatur keluar tidak akan jauh berbeda dengan temperatur masuk [2].

Metode dehumidifikasi dengan proses *precooling* telah dilakukan oleh banyak peneliti, salah satunya Khan dan Zubair (2000) yang memperoleh hasil degan menggunakan *precooling* dapat meningkatkan kinerja mesin sebanyak 7.5% [3]. Dan pengaruh penerunan putaran kecepatan putar kipas kondenser menyebabkan naiknya temperatur udara keluaran kondenser, naiknya konsumsi daya pada kompresor, dan turunnya kapasitas pendinginan mesin tata udara [4].

Penelitian ini menganalisis perubahan putaran fan terhadap pembuangan panas *precooling condenser* pada sistem dehumidifikasi mekanik sehingga diperoleh nilai temperatur udara kering (T_{DB}) udara keluaran menjadi bervariasi yang berdampak pada perubahan kelembaban relatif (RH), dan kapasitas penyerapan panas.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan studi eksperimen terhadap mesin tata udara berkapasitas 5000 Btu/h dengan penambahan *precooling condenser* yang kapasitasnya setengah kali kapasitas pembuangan panas pada *reheating condenser*. Pada tahap pertama, dilakukan eksperimen dengan mengubah-ubah putaran *fan precooling condenser*. Kecepatan putaran *fan* diatur dari 0% hingga 100% secara manual menggunakan potensiometer. Skema gambar sistem dehumidifikasi mekanik yang diuji dijelaskan melalui Gambar 1.



Gambar 1. Sistem dehumidifikasi mekanik

Keterangan :

- a = Entering air
- b = Evaporator
- c = Kompresor
- d = Pipa Kapiler
- e = Precooling Condenser
- f = Reheating Condenser
- g = Sentrifugal Fan
- h = Supply Air
- i = Hand Valve
- 1 = Bak Drain
- 2 = Ducting Polyurethane Diameter 2 cm
- 3 = Axial Fan

Udara masuk melalui saluran masukan *precooling condenser* (e). Hal ini bertujuan untuk mempercepat dan memperluas perpindahan panas antara udara dengan koil pemanas digunakan *fan axial* untuk mengalirkan udara. Temperatur udara kering (T_{DB}) dan kelembaban relatif (RH) sisi masukan dan keluaran udara pada *precooling condenser* diukur menggunakan *thermo-hygro meter*. Adapun tegangan dan arus pada sistem diukur menggunakan *voltmeter* dan *ampermeter*. Dan kecepatan udara pada *precooling condenser* diukur menggunakan *anemometer*.

Pengujian performansi *precooling condenser* sisi udara meliputi analisis psikrometrik untuk menghitung besarnya laju energi proses pemanasan pada *precooling condenser*, serta persentase kenaikan kapasitas penyerapan panas sensibel. Laju energi panas yang dibuang [5] dapat diperoleh dengan persamaan (1) sehingga diperoleh persentase kenaikan kapasitas panas sensibel.

Laju Energi Panas yang dibuang oleh *precooling condenser*:

$$\dot{Q}_{\text{dibuang}} = \dot{m}_a (h_4 - h_3) \dots\dots\dots (1)$$

dengan

$$\dot{Q}_{\text{dibuang}} = \text{Besarnya laju energi panas sensibel yang dilepas oleh } \textit{precooling condenser} \quad [\text{kW}]$$

\dot{m}_a = Laju aliran massa udara kering

h_4 = Entalpi udara keluaran

h_3 = Entalpi udara masukan

$$\left[\frac{Q_{\text{cooling}}}{\dot{m}_a} \right] = \left[\frac{h_4 - h_3}{\dot{m}_a} \right]$$

Sehingga persentase kenaikan penyerapan panas sensibel dapat diperoleh:

$$\delta_S = \frac{(T_{db1} - T_{db2})}{(T_{db1} - T_{wb1})} \times 100\% \tag{2}$$

dengan

δ_S = Persentase kenaikan penyerapan panas maksimum [%]

T_{db1} = Temperatur udara kering masuk pengaruh putaran *fan precooling condenser* [°C]

T_{db2} = Temperatur udara kering keluar pengaruh putaran *fan precooling condenser* (T_{WB} masuk) [°C]

T_{wb1} = Temperatur udara kering masuk yang tidak dikondisikan [°C]

T_{wb2} = Temperatur udara kering keluar yang tidak dikondisikan (T_{WB} masuk) [°C]

$f.\%$ = Putaran *fan precooling condenser*

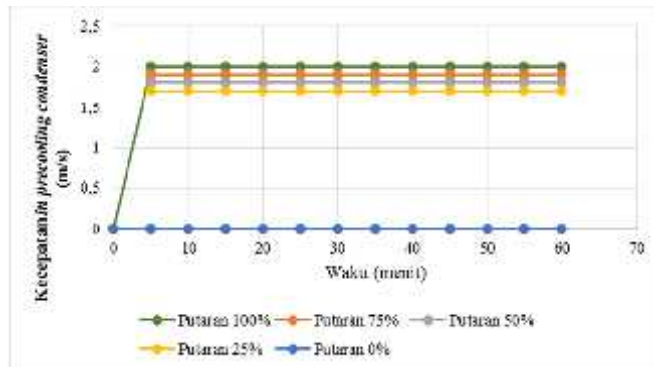
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengukuran dapat dilihat melalui Tabel 1.

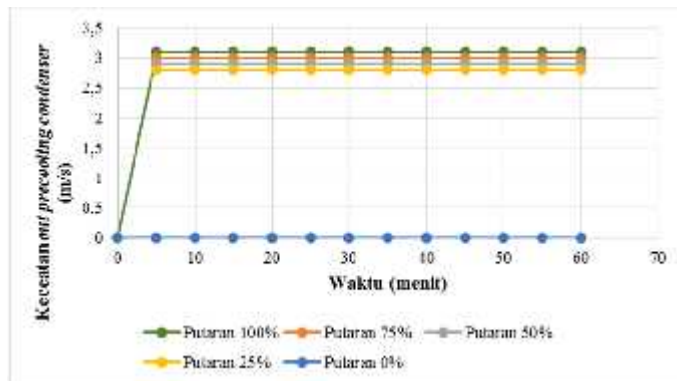
Tabel 1. Data Pengukuran

Putaran fan (%)	Entering		Leaving		Kenaikan penyerapan panas sensibel (%)
	Tdb (°C)	Twb (°C)	Tdb (°C)	Twb (°C)	
0	26,9	23,02	26,9	23,02	100
25	27,7	23,29	31,8	24,13	174
50	27,8	22,98	32,2	24,08	168
75	27,9	22,98	32,4	24,08	169
100	28,3	23,36	33	24,34	173

Grafik kecepatan *in* dan *out* fan *precooling condenser* terhadap waktu untuk setiap persentase putaran ditunjukkan melalui Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik kecepatan *in precooling condenser* terhadap waktu



Gambar 3. Grafik kecepatan *out precooling condenser* terhadap waktu

Besarnya nilai pembuangan panas pada *precooling condenser* dalam sistem ditentukan oleh perubahan putaran fan. Grafik laju energi *precooling condenser* setiap persentase putaran fan ditunjukkan melalui Gambar 4.



Gambar 4. Grafik laju energi panas *condenser* terhadap putaran fan

Pada Gambar 4 Laju energy *precooling condenser* pada system mengalami kenaikan ketika putaran fan semakin tinggi. Pada persentase 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% putaran fan masing-masing bernilai 0 W, 783 W, 872 W, 920 W dan 1.153 W.

Persentase kenaikan penyerapan panas sensibel maksimum oleh udara keluaran pengaruh putaran fan *precooling condenser* terhadap udara yang masukan mengalami kenaikan yang ditunjukkan melalui Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kenaikan kapasitas penyerapan panas terhadap putaran fan

Nilai persentase kapasitas penyerapan panas sensibel pada persentase 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% putaran fan masing-masing bernilai 100%, 174%, 168%, 169%, dan 175%. Artinya, penyerapan panas sensibel pada putaran fan maksimum oleh udara keluaran mencapai 1,75 kali lebih besar dari udara masukan pada *precooling condenser*.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat memperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pembuangan panas terbesar pada saat 100% putaran fan dengan nilai panas yang dibuang oleh *precooling condenser* mencapai 1.153 W.
2. Pengaruh persentase putaran fan terhadap *precooling condenser* berdampak pada kenaikan kapasitas penyerapan panas sensibel. Pada 100% putaran fan kemampuan penyerapan panas udara keluaran mencapai 1,75 kali lebih besar dari pada udara masukan pada *precooling condenser*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Bandung yang telah membantu pembiayaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lecoq L, Derens E, Flick D, Laguerre O. Influence of air dehumidification on water evaporation in a food plant *Elsevier International Journal of Refrigeration* . 2017; 74; 435-449
- [2] ASHRAE, ASHRAE Handbook of Fundamental, American Society of Heating, Refrigerating, and Airconditioning Engineers, Atlanta, 2008: 24.2
- [3] Khan, J.R., Zubair, S.M., 2000. Design and rating of dedicated mechanical subcooling vapor-compression refrigeration systems. *Proc. IMechEeJ. Power Energy* 214 (A5), 455-471
- [4] Susillawati, Setiawan A, Kajian pengaruh kecepatan putar kipas kondenser terhadap konsumsi energi dan kapasitas pendinginan mesin tata udara. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XII Tahun 2017*
- [5] Pita Edward .G. Air Conditioning Principles and Systems Fourth Edition.London: Prentice-Hall. 2002: 39