

Analisis Pengaruh *Setting* Temperatur Berbeda Terhadap Produksi Air Kondensat Pada *Mini Freezer Pre-Cooler*

Rela Rismaya^{1,*}, Triaji Pangripto Pramudantoro², Nur Khakim³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
Email: ^{1,*}rela.rismaya.tptu@polban.ac.id; ²traijipangripto@polban.ac.id; ³nur.khakim@polban.ac.id

ABSTRAK

Ketika terjadi proses *pre-cooling* oleh *pre-cooler*, air kondensat harus dalam keadaan mengenai seluruh permukaan saluran *discharge*. Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan melakukan *setting* temperatur berbeda pada kabin *mini freezer*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan pengaruh temperatur kabin yang berbeda terhadap kuantitas air kondensat yang diproduksi oleh *mini freezer* serta konsumsi daya listriknya. Hasil penelitian ini menunjukkan kuantitas air kondensat yang diperoleh setelah 60 menit, adalah sebanyak 7 ml dengan *setting* temperatur -10°C, 5 ml dengan *setting* temperatur -5°C, dan 3,8 ml dengan *setting* temperatur 0°C. Kuantitas air kondensat yang dihasilkan selama 60 menit ketika waktu *defrost* tidak dapat mengalir ke *pre-cooler*, sehingga tidak dapat terjadi proses *pre-cooling*. Konsumsi daya listrik selama 60 menit pada *setting* temperatur kabin -10°C adalah sebesar 0,958 kWh, pada *setting* temperatur kabin -5°C adalah sebesar 0,501 kWh dan pada *setting* temperatur kabin 0°C adalah sebesar 0,185 kWh.

Kata Kunci

Air kondensat, *Pre-cooling*, *Pre-cooler*, *Mini Freezer*

1. PENDAHULUAN

Mini freezer pre-cooler merupakan salah satu inovasi dari *freezer* pada umumnya, dirancang dengan kapasitas kompresor di bawah setengah HP dan bentuk yang lebih kecil sehingga disebut *mini freezer* [1][2]. Komponen utama pada *mini freezer* tidak jauh berbeda dengan *freezer* dan mesin refrigerasi lain yang menggunakan siklus refrigerasi kompresi uap, terdiri dari kompresor, kondenser, alat ekspansi dan evaporator [3].

Mini freezer ini ditambahkan sistem *pre-cooler*, yaitu bak yang berfungsi sebagai tempat terjadinya *pre-cooling*. *Pre-cooling* merupakan proses penurunan temperatur saluran *discharge* dengan cara meletakkan pipa *discharge* di dalam bak penampung air kondensat sebelum melewati kondenser [4].

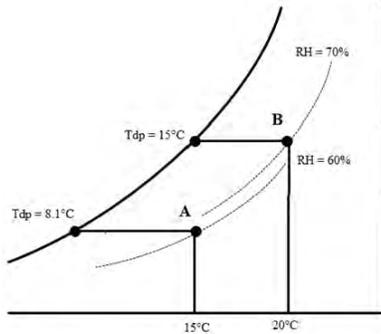
Untuk menurunkan temperatur saluran *discharge*, air kondensat harus mengenai seluruh permukaan saluran dengan baik. Sehingga, perlu diketahui kuantitas air kondensat yang dapat diproduksi oleh *mini freezer* serta suatu faktor yang mempengaruhi kuantitasnya.

Air kondensat dapat terbentuk karena udara di dalam kabin *mini freezer* bersentuhan dengan permukaan evaporator yang memiliki temperatur lebih rendah dari temperatur titik embun udara di dalam kabin *mini freezer* tersebut [5].

Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan melakukan *setting* temperatur berbeda pada kabin *mini freezer*. Dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh serta membandingkan kuantitas air kondensat yang diproduksi oleh *mini freezer*, beserta konsumsi energi listriknya akibat *setting* temperatur kabin yang berbeda.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Air kondensat pada umumnya akan dihasilkan oleh setiap alat atau mesin yang menggunakan sistem refrigerasi seperti AC, Kulkas, *Freezer* dan lainnya. Air kondensat terbentuk ketika temperatur titik embun udara lebih tinggi dari temperatur permukaan yang bersentuhan dengan udara tersebut [6]. Berikut merupakan gambaran proses pengembunan udara pada karta psikometrik [7].

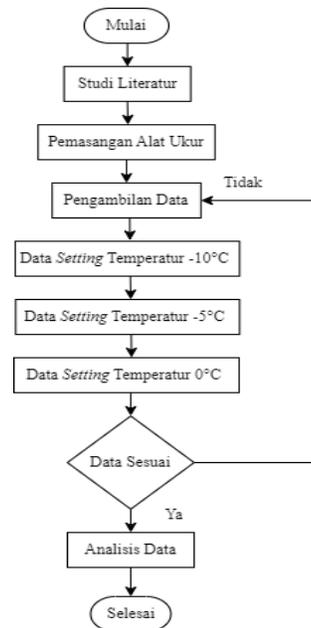


Gambar 1. Proses pengembunan udara

Berdasarkan pada gambar 1, titik A dengan kondisi ruangan yang memiliki temperatur 15°C dengan kelembaban relatif 60% dan temperatur titik embun udaranya adalah $8,1^{\circ}\text{C}$. Ketika udara pada ruangan tersebut bersentuhan dengan suatu permukaan yang memiliki temperatur lebih rendah dari temperatur titik embunnya yaitu $8,1^{\circ}\text{C}$, udara di dalam ruangan tersebut akan mengalami pengembunan dan membentuk titik-titik air pada permukaan yang disebut air kondensat.

Penurunan temperatur akan menyebabkan udara mencapai temperatur titik embun, mengakibatkan udara mengalami kondensasi. Kondensasi yang terjadi pada uap air di dalam udara akan mengakibatkan penurunan rasio kelembaban [8]. Sistem dengan pengaturan temperatur dibawah 0°C seperti *freezer*, proses pengembunan udara terjadi sebelum pembekuan. Udara yang telah mengembun akan membeku, sehingga akan terjadi pembentukan lapisan bunga es pada permukaan evaporator [9]. Lapisan bunga es tersebut akan menjadi air kondensat ketika mencair atau ketika waktu *defrost* [10].

3. METODOLOGI PENELITIAN



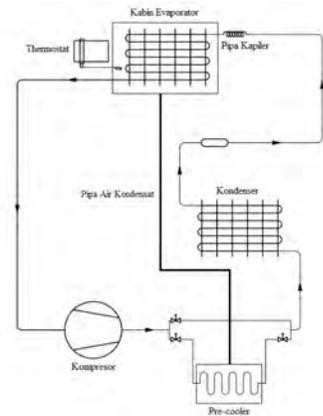
Gambar 2. Diagram alir penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Objek yang digunakan adalah mesin *mini freezer* yang memiliki kapasitas kompresor 1/6 HP, dengan temperatur rancangan -10°C . Pembahasan pada penelitian ini dikhususkan pada pengaruh *setting* temperatur kabin berbeda terhadap produksi air kondensat. Adapun beban pendingin yang digunakan adalah 1/2 kg daging ayam, namun tidak dibahas pengaruhnya.

Proses pengambilan data dilakukan dalam kurun waktu 3 hari, data di ambil setiap satu hari sekali dengan *setting* temperatur kabin berbeda yang disesuaikan dengan temperatur rancangan *mini freezer* yaitu 0°C , -5°C , dan -10°C .

Untuk melihat terjadinya proses *pre-cooling* selama 60 menit, maka masing-masing pengambilan data dilakukan selama 60 menit. Pengaturan nilai diferensial pada *thermostat* adalah 10. Artinya, pada saat *setting* temperatur 0°C mesin akan *cut off* pada temperatur 0°C dan *cut in* pada temperatur 10°C . Pada saat *setting* temperatur -5°C mesin akan *cut off* pada temperatur -5°C dan *cut in* pada temperatur 5°C . Pada saat *setting* temperatur -10°C mesin akan *cut off* pada temperatur -10°C dan *cut in* pada temperatur 0°C .

Selama mesin *cut off*, lapisan bunga es akan mengalami proses pencairan atau *defrost*.



Gambar 3. Skematik pemipaan *mini freezer*

Berdasarkan pada gambar 3 terlihat ketika terjadi pencairan lapisan bunga es (*defrost*) pada permukaan evaporator, air kondensat akan mengalir ke *pre-cooler* melalui pipa.

Adapun alat yang digunakan dalam proses pengambilan data pada penelitian ini adalah:

1. Termometer digital
2. Termometer digital RH
3. *Thermostat*
4. Tang Ampere
5. *Cos phi meter*
6. Gelas Ukur

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kuantitas Air Kondensat



Gambar 4. Kondisi kabin pada *setting* temperatur -10°C



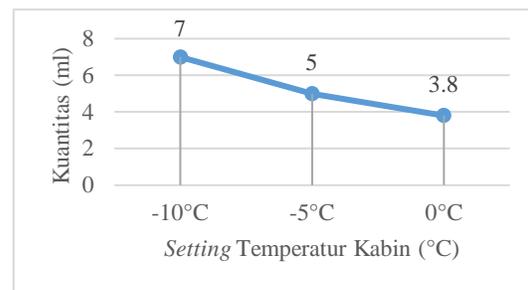
Gambar 5. Kondisi kabin pada *setting* temperatur -5°C



Gambar 6. Kondisi kabin pada *setting* temperatur 0°C

Tabel 1. Data hasil pengukuran

Setting Temperatur Kabin	Kuantitas Air Kondensat	Temperatur Awal Kabin	Kelembaban Relatif Rata-rata	Running Time
-10°C	7 ml	15°C	77 %	42 Menit
-5°C	5 ml	$14,7^{\circ}\text{C}$	88 %	30 Menit
0°C	3,8 ml	$13,1^{\circ}\text{C}$	98 %	18 Menit



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kuantitas Air Kondensat

Berdasarkan pada gambar 7, dapat diketahui bahwa semakin rendah *setting* temperatur pada kabin *mini freezer* dapat menghasilkan kuantitas air kondensat yang semakin banyak. Hal ini disebabkan karena *setting* temperatur mempengaruhi kondisi kabin, seperti temperatur

kabin, kelembaban relatif kabin, dan waktu *running time* pada mesin *mini freezer*. Keadaan tersebut berdampak pada proses pengembunan udara di dalam kabin ketika menghasilkan air kondensat.

Pada gambar 4, 5 dan 6 terlihat kondisi permukaan evaporator pada kabin, semakin rendah *setting* temperatur kabin, titik-titik air kondensat yang dihasilkan semakin banyak.

Kuantitas air kondensat yang dihasilkan setelah 60 menit pada permukaan evaporator di dalam kabin *mini freezer*, adalah sebanyak 7 ml dengan *setting* temperatur -10°C , 5 ml dengan *setting* temperatur -5°C , dan 3,8 ml dengan *setting* temperatur 0°C . Air kondensat yang dihasilkan selama 60 menit ketika waktu *defrost* memiliki kuantitas yang sedikit, sehingga tidak dapat mengalir ke *pre-cooler* dan tidak dapat terjadi proses *pre-cooling*.

4.2 Analisis Konsumsi Daya Listrik

1. Pada kondisi *setting* temperatur -10°C , total daya yang terpakai selama 60 menit adalah sebesar 1.369 watt dengan waktu *running time* 42 menit dan waktu *cut off* selama 18 menit.

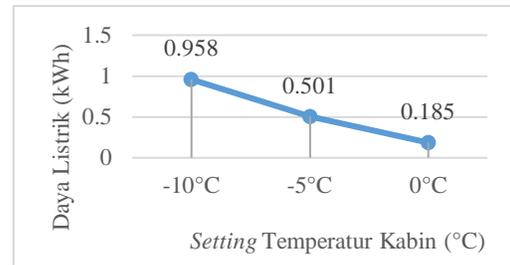
$$\begin{aligned} W &= P \times \text{Running Time} \\ &= 1.369 \text{ watt} \times (42/60) \\ &= 958 \text{ Wh} = 0,958 \text{ kWh} \end{aligned}$$

2. Pada kondisi *setting* temperatur -5°C , total daya yang terpakai selama 60 menit adalah sebesar 1.002 watt dengan waktu *running time* 30 menit dan waktu *cut off* selama 30 menit.

$$\begin{aligned} W &= P \times \text{Running Time} \\ &= 1.002 \text{ watt} \times (30/60) \\ &= 501 \text{ Wh} = 0,501 \text{ kWh} \end{aligned}$$

3. Pada kondisi *setting* temperatur 0°C , total daya yang terpakai selama 60 menit adalah sebesar 616 watt dengan waktu *running time* 18 menit dan waktu *cut off* selama 42 menit.

$$\begin{aligned} W &= P \times \text{Running Time} \\ &= 616 \text{ watt} \times (18/60) \\ &= 185 \text{ Wh} = 0,185 \text{ kWh} \end{aligned}$$



Gambar 8. Grafik Perbandingan Konsumsi Daya Listrik

Berdasarkan pada gambar 8, dapat diketahui bahwa semakin rendah *setting* temperatur mengakibatkan *mini freezer* lebih banyak mengonsumsi daya listrik. Hal ini disebabkan karena *setting* temperatur yang lebih rendah mempengaruhi proses penurunan temperatur kabin yang berdampak pada waktu *running time*. Semakin rendah *setting* temperatur, waktu *running time* semakin lama karena harus mencapai temperatur yang lebih rendah.

Konsumsi daya listrik pada *setting* temperatur kabin -10°C selama 60 menit adalah sebesar 0,958 kWh, pada *setting* temperatur kabin -5°C adalah sebesar 0,501 kWh dan pada *setting* temperatur kabin 0°C adalah sebesar 0,185 kWh.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. *Setting* temperatur berbeda pada kabin *mini freezer* dapat mempengaruhi kuantitas air kondensat yang dihasilkan pada permukaan evaporator, semakin rendah *setting* temperatur pada kabin *mini freezer* menyebabkan peningkatan kuantitas air kondensat. Air kondensat yang dihasilkan setelah 60 menit adalah sebanyak 7 ml dengan *setting* temperatur -10°C , 5 ml dengan *setting* temperatur -5°C dan 3,8 ml dengan *setting* temperatur 0°C .
2. *Setting* temperatur berbeda pada kabin *mini freezer* dapat mempengaruhi konsumsi energi listrik, semakin rendah *setting* temperatur menyebabkan peningkatan konsumsi energi listrik pada *mini freezer*. Daya listrik yang dikonsumsi selama 600 menit adalah sebesar 0,958 kWh pada *setting* temperatur -10°C , 0,501 kWh pada *setting* temperatur -5°C dan 0,185 kWh pada *setting* temperatur 0°C .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pramudantoro, T.P., “*Analisis Pengaruh Penggunaan Refrigeran Sekunder Terhadap Kinerja Mini Freezer*”. Jurnal RACE. Bandung, vol. 6, no. 1, pp. 561-603, ISSN. 1978-1709, 2012.
- [2] Saputra, A.R., Widiyatmoko., Azharudin, “*Coefficient of Performance (COP Mini Freezer Daging Ayam Kapasitas 4 Kg*”. Jurnal PETRA, vol. 1, no. 1, pp. 44-54, ISSN-P. 2460-8408, 2015.
- [2] Drs. Sumanto, MA, “*Dasar-dasar Mesin Pendingin*”. ANDI, Yogyakarta. 1985.
- [4] Nuriyadi, M., Setyawan A, “*Kajian Pemanfaatan Kondensat Hasil Pengembunan pada Evaporator untuk Menghemat Energi pada AC Split Kapasitas 1 PK*”. Jurnal RACE. Bandung, vol. 3, no. 2, 2009.
- [5] Sumeru, K., Pramudantoro T.P., Tritjahjono R.I, “*Kondensat AC: Kuantitas, Kualitas dan Manfaatnya*”. Deepublish Publisher, Yogyakarta. 2022.
- [6] Margana, A.S., Sunardi C., Sumeru K., Nasution H, “*Experimental investigation of Condensate Production of Air Conditioners: Quantity and Quality of Condensate as Drinking Water*”. Proceeding ISEE, 2013.
- [7] Sumeru, K., Pramudantoro T.P., Sunardi C., Hafidzudin A.M., Firdaus M, “*Quantitative Approach to Condensate from Residential Air Conditioners with Different Capacity as Drinking Water*”. International Journal Of Applied Technology Research. Malaysia, vol. 3, no. 1, pp. 36-45, 2022.
- [8] Rustandi, Rudi, “*Pemanfaatan Air Kondensat dari evaporator yang Biasa Terbuang untuk Meningkatkan Unjuk Kerja AC Split*”. Race, vol. 7, no. 1, 2013.
- [9] Bagja, M.F., Mitrakusuma W.H., Pramudantoro T.P. 2021. Kaji Eksperimental Peningkatan Sub-cooling Kondenser pada Kulkas Satu Pintu Menggunakan Air Kondensat. KURVATEK Vol.6, No.2, pp. 201-210.
- [10] Lukitobudi, A.R., Luthfi W. “*Kaji Eksperimental Pengaruh Kondensat untuk Mendinginkan Liquid Line pada Chest Type Mini Cooler dengan Metode Radiant Cooling*”. Kurvatek, vol. 5, no. 1, pp. 51-57, ISSN. 2477-7870, 2020.