



Pengaruh *Receiver* Terhadap Penggunaan Energi Listrik Pada Mesin Pembeku

Alief Akmal Husin^{1*}, Paulus Sukusno¹, dan Arifia Ekayuliana¹

¹Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Pembekuan dapat menjaga kualitas bahan pangan dalam jangka waktu lama dibandingkan dengan pengeringan dan pengalengan namun membutuhkan lebih banyak energi. Oleh karena itu, perlu adanya perancangan mesin pembeku yang hemat energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan receiver untuk penghematan energi listrik dalam proses pendinginan dan pembekuan. Penelitian dilakukan dengan mendinginkan dan membekukan air 1 kg dari suhu 28°C sampai -5°C dengan katup aliran menuju filter. Selanjutnya katup aliran menuju filter ditutup sementara katup aliran masuk & keluar *receiver* dibuka dan dilakukan penelitian yang sama. Fluida kerja refrigeran R-134A digunakan sebagai media pendingin. Pada rangkaian sistem antara kondensor dan *filter dryer* perangkat tambahan berupa *receiver* diletakkan. Berdasar hasil penelitian didapatkan bahwa jumlah konsumsi energi listrik dengan rangkaian yang menggunakan receiver untuk membekukan sampai -5°C adalah 1,3 kWh dibandingkan tanpa receiver yang mengonsumsi listrik sebanyak 1,66 kWh. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penghematan konsumsi energi listrik pada mesin pembeku sebesar 0,36 kWh. Waktu proses pendinginan dan pembekuan lebih singkat 40 menit pada penurunan suhu ke -5°C saat perubahan fase cair ke padat (es).

Kata-kata kunci: Mesin Pembeku, *Receiver*, Hemat Energi.

Abstract

Freezing can maintain the quality of food in the long term compared to drying and canning but requires more energy. Therefore, it is necessary to design an energy efficient freezer. This study aims to determine the effect of using a receiver to save electrical energy in the cooling and freezing process. The research was carried out by cooling and freezing 1 kg of water from a temperature of 28°C to -5°C with a flow valve to the filter. Furthermore, the flow valve to the filter is closed while the inlet & outlet valve of the receiver is opened and the same research is carried out. The working fluid refrigerant R-134A is used as a cooling medium. In the system circuit between the condenser and filter dryer, an additional device in the form of a receiver is placed. Based on the results of the study, it was found that the amount of electrical energy consumption with a circuit that uses a receiver to freeze to -5°C is 1.3 kWh compared to without a receiver which consumes 1.66 kWh of electricity. This shows that there is a saving of electrical energy consumption in the freezer of 0.36 kWh. The cooling and freezing process time is shorter by 40 minutes at a temperature drop to -5°C, when the liquid to solid (ice) phase changes.

Keywords: Freezer, Receiver, Energy Saving.

Corresponding author E-mail address: alief.akmalhusin.tm19@mhs.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Mesin pembeku merupakan suatu perangkat yang umumnya menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap untuk mendinginkan ataupun membekukan bahan makanan (Yumrutaş et al., 2002) . Hal ini dikarenakan metode pembekuan dapat menjaga kualitas makanan lebih lama dibandingkan pengeringan dan pengalengan, namun konsumsi energi listriknya lebih banyak (Bilge et al., 2005) Maka, diperlukan adanya upaya penghematan energi dengan menganalisis jumlah konsumsi energi dan pengaruh dari penambahan alat dalam proses pendinginan dan pembekuan.

Penelitian tentang kinerja kebangkitan entropi, *COP*, dan efisiensi yang berkelanjutan telah dilakukan oleh (CHOPRA et al., 2014) (Bolaji et al., 2011).Metode yang dilakukan adalah menganalisis kapasitas pendinginan dengan injektor pada katup ekspansi konvensional dan hasilnya menunjukkan bahwa pengaturan injektor dapat meningkatkan *COP*.(Megdouli et al., 2017) dalam penelitiannya menunjukkan besarnya potensi pendinginan dengan metode analisis energi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Luo & Wang, 2010) yang menganalisis hilangnya energi pada sistem refrigerasi seperti kompresor, kondensor, evaporator, dan katup ekspansi merekomendasikan untuk melakukan perancangan model mesin beku suhu rendah yang dapat menghemat energi dalam proses pembekuan.

Ada 3 tahapan dalam proses pembekuan. Tahap pertama ialah pendinginan bahan dari suhu awal ke suhu pendinginan, tahap kedua yakni adanya perubahan fase cair ke fase padat serta penurunan suhu pada fase padat. 3 tahapan tersebut melepaskan panas yang akan sangat berpengaruh terhadap penggunaan energi listrik pada sistem secara menyeluruh (Sukusno et al., 2016)

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh dari perangkat tambahan yakni receiver pada penggunaan energi listrik dalam proses pendinginan dan pembekuan

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2022. Penelitian dilakukan dengan menggunakan mesin pembeku dengan fluida kerja refrigerant R-134A, bahan uji pada penelitian ini adalah air dengan massa 1 kg. Adapun spesifikasi mesin pembeku yang digunakan adalah sebagai berikut :

Kompresor : C-Q60L6A, 220V 50/60Hz 1PK

Kondensor : Type ; Sirip

Evaporator : Panasonic 23×45 cm

Refrigeran : R-134A

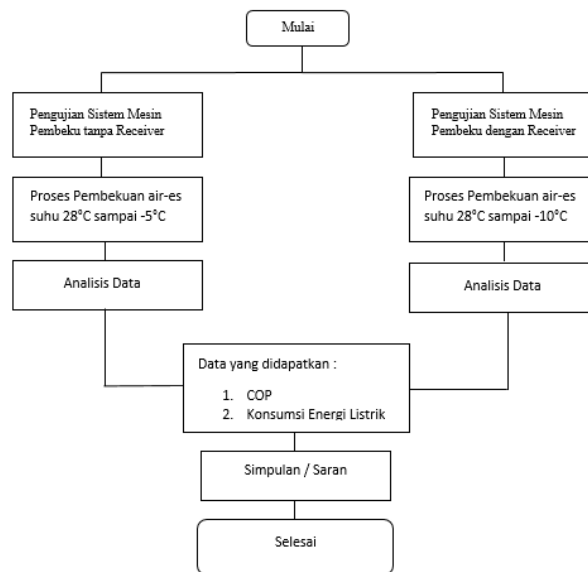
Receiver : Merk; Airmender

Pressure Gauge : Bourdon Barometer Type Analog

Termometer : Taffware Termometer Digital Serbaguna, Temperature range -50 to 110

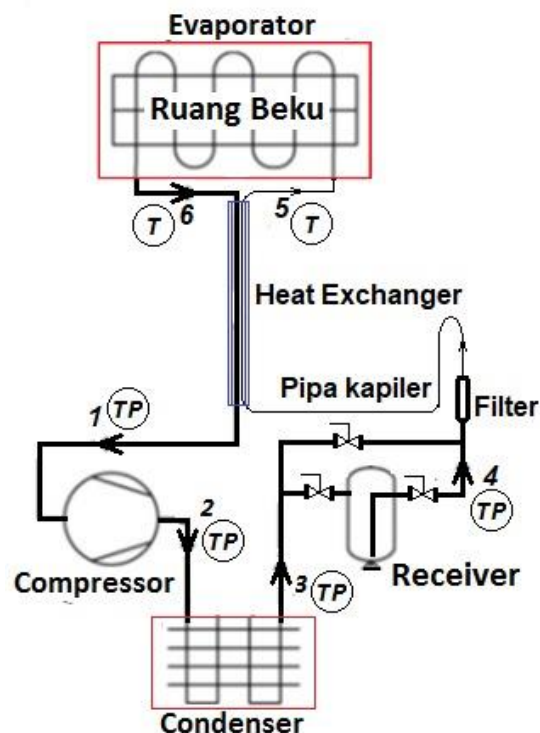
Wattmeter : Multifunction Mini Ammeter D02A, Accuracy ± 1 %

Alur pada penelitian ini ditunjukkan oleh diagram alir pada gambar 1



Gambar 1 : Diagram Alir Penelitian

Pada pengujian kali ini, receiver diletakkan setelah percabangan dari kondensor. Terdapat katup pada saluran masuk-keluar *receiver* dan saluran menuju *filter dryer* yang dapat mempermudah untuk mengetahui aliran refrigeran pada sistem dan tekanan pada alat dengan *receiver*. Skema rangkaian mesin pembeku pada penelitian dapat dilihat pada gambar 2:



Gambar 2 : Skema Rangkaian Mesin Pembeku

Untuk menggerakkan kompresor mesin pembeku pada proses pendinginan dan pembekuan diperlukan sejumlah besar daya listrik (P_{ki}) yang dapat diukur dengan menggunakan perangkat yang disebut *Wattmeter*,

sedangkan pengalihan daya terhadap waktu (t) mesin pembeku beroperasi merupakan total energi listrik yang dibutuhkan untuk menggerakkan kompresor (E). Hal ini dapat dinyatakan dalam persamaan

$$E = \sum P_k \left(\frac{\Delta t}{60.1000} \right) [\text{kWh}] \quad (1)$$

Keterangan Rumus :

E = Energi Listrik (kWh)

P_k = Daya Listrik Penggerak Kompresor (W)

Δt = Periode waktu setiap data (menit)

Data hasil pengujian dianalisis dan hasilnya dibandingkan sehingga dapat diketahui besarnya penggunaan energi dan penghematan energi dengan adanya penambahan perangkat receiver pada mesin pembeku.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data daya listrik yang digunakan pada mesin pembeku dapat dilihat di tabel 1

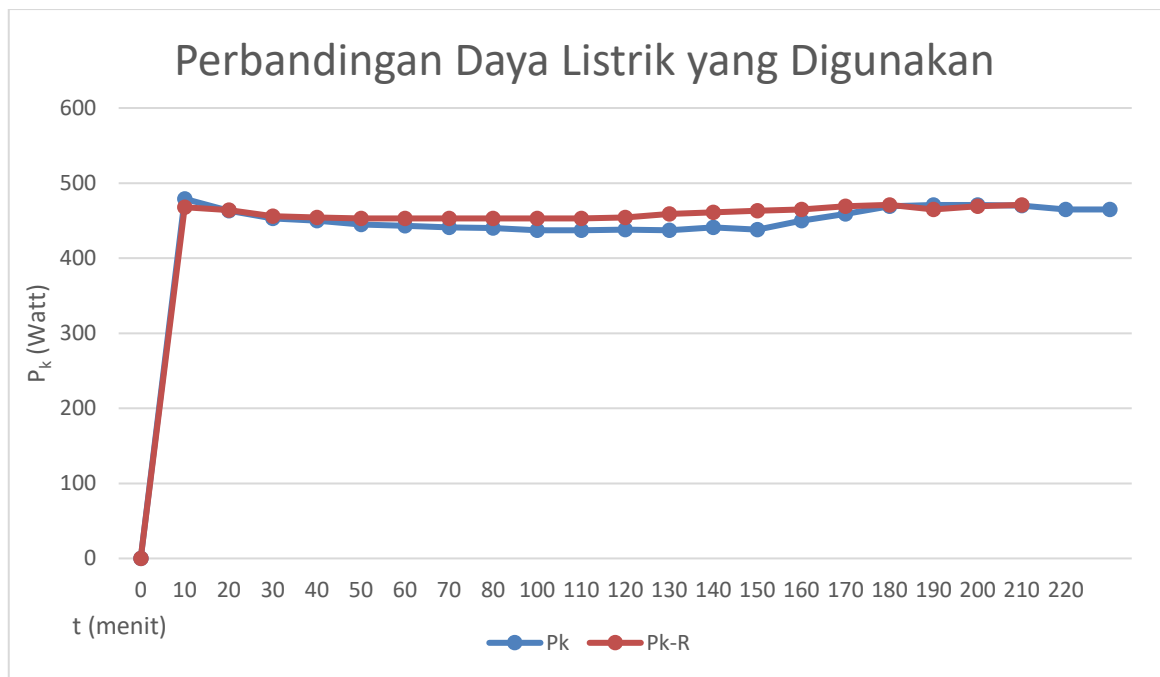
Tabel 1 : Daya listrik yang Digunakan pada Mesin Pembeku

Waktu Mesin Beroperasi (Menit)	Daya Listrik (Watt)
0	0
10	479
20	463
30	453
40	450
50	445
60	443
70	441
80	440
90	437
100	437
110	438
120	437
130	441
140	438
150	450
160	459
170	469
180	471
190	471
200	470
210	465
220	465

Hasil data daya listrik yang digunakan pada mesin pembeku dengan *receiver* dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 : Daya Listrik yang Digunakan pada Mesin Pembeku dengan *Receiver*

Waktu Mesin Beroperasi (Menit)	Daya Listrik (Watt)
0	0
10	468
20	464
30	456
40	454
50	453
60	453
70	453
80	453
90	453
100	453
110	454
120	459
130	461
140	463
150	465
160	469
170	471
180	465
190	469
200	471
210	
220	



Gambar 2 : Perbandingan Daya Listrik yang Digunakan

Berdasarkan grafik perbandingan daya listrik yang digunakan pada gambar 2 dapat dilihat adanya kenaikan daya listrik yang digunakan kompresor pada daya listrik dengan rangkaian *receiver* (P_k -R). Hal ini sangat wajar dikarenakan rangkaian dengan *receiver* tentunya memerlukan freon yang lebih banyak untuk ditampung dan persebarannya, inilah yang membuat daya listrik rangkaian dengan *receiver* lebih memakan daya dibanding rangkaian tanpa *receiver*.

Hasil data lama pendinginan dan pembekuan pada mesin pembeku

Tabel 3 : Lama Pendinginan dan Pembekuan pada Mesin Pembeku

Bahan Uji Air-Es Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	Energi (kWh)
28 sampai 0	90	0,675
28 sampai -1	190	1,427
28 sampai -5	220	1,66

Untuk memperoleh jumlah energi yang digunakan pada mesin pembeku dapat menggunakan rumus

$$E = \sum P_k \left(\frac{\Delta t}{60.1000} \right) \text{ [kWh]} \quad (1)$$

Yang mana :

E = Energi Listrik (kWh)

P_k = Daya Listrik Penggerak Kompresor (W)

Δt = Periode waktu setiap data (menit)

Maka,

$$\begin{aligned} E_{90 \text{ menit}} &= \sum P_k 90 \text{ menit} \left(\frac{\Delta t}{60 \times 1000} \right) \text{ [kWh]} \\ &= 4051 \left(\frac{10}{60 \times 1000} \right) \\ &= 0,675 \text{ [kWh]} \end{aligned}$$

Hasil data lama pendinginan dan pembekuan pada mesin pembeku dengan *receiver*

Tabel 4 : Lama Pendinginan dan Pembekuan pada Mesin Pembeku dengan *Receiver*

Bahan Uji Air-Es Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	Energi (kWh)
28 sampai 0	80	0,609
28 sampai -1	150	1,144
28 sampai -5	170	1,3
28 sampai -10	200	1,535

Untuk memperoleh jumlah energi yang digunakan pada mesin pembeku dengan *receiver* dapat menggunakan rumus

$$E = \sum P_k \left(\frac{\Delta t}{60.1000} \right) \text{ [kWh]} \quad (1)$$

Yang mana :

E = Energi Listrik (kWh)

P_k = Daya Listrik Penggerak Kompresor (W)

Δt = Periode waktu setiap data (menit)

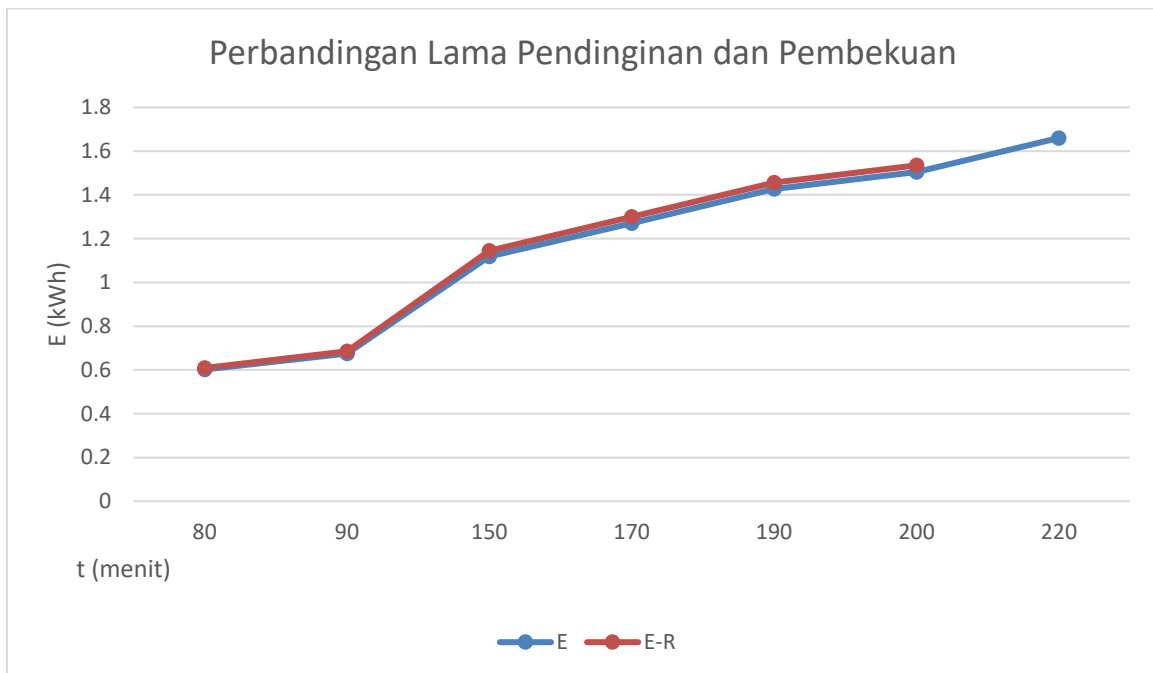
Maka,

$$E_{80 \text{ menit}} = \sum P_k \text{ 80 menit} \left(\frac{\Delta t}{60 \times 1000} \right) \text{ [kWh]}$$

$$= 3654 \left(\frac{10}{60 \times 1000} \right)$$

$$= 0,609 \text{ [kWh]}$$

Adapun grafik perbandingan lama pendinginan dan pembekuan pada mesin pembeku tanpa receiver & mesin pembeku dengan receiver dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3 : Perbandingan Lama Pendinginan dan Pembekuan

Dapat dilihat pada grafik di atas karena waktu proses yang lebih singkat, total konsumsi energi oleh mesin pembeku yang menggunakan *receiver* (E-R) menjadi lebih kecil. Hal ini menunjukkan terjadinya penghematan energi oleh mesin pembeku yang menggunakan *receiver*.

4. KESIMPULAN

Pada studi ini, terjadi penghematan energi listrik pada mesin pembeku yang ditambahkan dengan perangkat receiver. Meskipun daya yang diperlukan oleh mesin pembeku yang menggunakan *receiver* lebih besar jika dibandingkan dengan mesin pembeku tanpa *receiver* waktu proses yang dibutuhkan untuk proses pendinginan dan pembekuan lebih singkat terlebih pada proses perubahan fase cair menjadi padat (es). Hal ini membuat laju pembekuan menjadi lebih cepat sebesar 40 menit pada suhu -5°C dan menyebabkan total konsumsi energi oleh mesin pembeku yang menggunakan *receiver* menjadi lebih kecil dengan selisih 0,36 kWh serta dapat memberikan keuntungan ekonomis jika dapat diterapkan secara maksimal untuk pendinginan dan pembekuan bahan pangan.

5. REFERENSI

- Bilge, A., Barbosa-canovas, V. G., Danilo, M.-L. J., Barbosa-Cánovas, G. V., Altunakar, B., & Mejía-Lorío, D. J. (2005). Freezing of fruits and vegetables: An agribusiness alternative for rural and semi-rural areas. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 158(158), 1–76. http://sci-hub.cc/https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=-1sbtu9jv5YC&oi=fnd&pg=PR3&dq=fruit+freezing+apples,+OR+cherry,+OR+raspberry,+OR+strawberry,+OR+apricots,+OR+plums+%22osmotic+dehydration%22+-ultrasound&ots=_z-6kvCigY&sig=kos8gTeJ7ph37hUXgL4tJ
- Bolaji, B. O., Akintunde, M. A., & Falade, T. O. (2011). Comparative Analysis of Performance of Three Ozone-Friends HFC Refrigerants in a Vapour Compression Refrigerator. *Journal of Sustainable Energy & Environment*, 2, 61–64.
- CHOPRA, K., SAHNI, V., & MISHRA, R. S. (2014). Thermodynamic Analyses of Multiple Evaporators Vapor Compression Refrigeration Systems With R410a, R290, R1234Yf, R502, R404a, R152a and R134a. *International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration*, 22(01), 1450003. <https://doi.org/10.1142/s2010132514500035>
- Luo, Y., & Wang, X. (2010). Exergy analysis on throttle reduction efficiency based on real gas equations. *Energy*, 35(1), 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.09.008>
- Megdouli, K., Tashtoush, B. M., Ezzaalouni, Y., Nahdi, E., Mhimid, A., & Kairouani, L. (2017). Performance analysis of a new ejector expansion refrigeration cycle (NEERC) for power and cold: Exergy and energy points of view. *Applied Thermal Engineering*, 122, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.05.014>
- Sukusno, P., H. Tambunan, A., Praeko Agus Setiawan, R., & Aris Purwanto, Y. (2016). *Pengaruh Receiver Terhadap Kinerja Refrigerasi Mesin Pembeku*. 82, 1–23.
- Yumrutaş, R., Kunduz, M., & Kanoğlu, M. (2002). Exergy analysis of vapor compression refrigeration systems. *Exergy, An International Journal*, 2(4), 266–272. [https://doi.org/10.1016/s1164-0235\(02\)00079-1](https://doi.org/10.1016/s1164-0235(02)00079-1)