

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN LAJU ALIRAN POMPA TERHADAP PERFORMANSI PADA SISTEM AIR COOLED CHILLER UNTUK PENDINGINAN PUREE MANGGA

Aa Setiawan^{1,*}, Laelia Ryanti¹, Jauharotul Maknunah²

¹Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Indramayu

²Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Indramayu

*Email: aasetiawan@polindra.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received date:

03 January 2025

Received in revised form date:

30 January 2025

Accepted date:

31 January 2025

Available online date

31 January 2025

Abstract

Mango puree first through the process of pasteurization before being marketed. However, mango puree that has gone through the pasteurization process should not be left in a hot state for a long time, as this can damage the vitamin content in it. Therefore, mango puree that has been pasteurized must be cooled immediately to maintain its nutritional value. In this study, an air cooled chiller system using a freezer box was used to cool the post-pasteurized mango puree. One of the important components contained in this system is the water pump. This study aims to determine the effect of water pump flow rate speed on the time and efficiency of the mango puree cooling process. Therefore, 3 different experiments were conducted, namely with variations in pump flow rate speed of high, medium, and low. From the results of the study using the variation of high flow rate speed, the product temperature was successfully achieved within 4 hours 30 minutes with a discharge or flow rate of water generated at 25.75 liters/minute with an average efficiency of 51%, while in the medium flow rate speed variation, the product temperature was successfully achieved within 5 hours 40 minutes with a discharge or flow rate of water generated at 16.69 liters/minute with an average efficiency of 52%. As well as in the variation of low flow rate speed, the product temperature was successfully achieved within 6 hours 40 minutes with a discharge or flow rate of water produced of 11.64 liters/minute with an average efficiency of 51%.

Keywords: Mango puree, pasteurization, air cooled chiller, water pump, efficiency.

Kata kunci:

Puree mangga

Pasteurisasi

Air cooled chiller

Pompa air

Efisiensi

Abstrak

Puree mangga terlebih dahulu dibuat melalui tahapan proses pasteurisasi sebelum dipasarkan. Namun, puree mangga yang telah melewati proses pasteurisasi tidak boleh dibiarkan dalam keadaan panas untuk waktu yang lama, karena hal ini dapat merusak kandungan vitamin yang ada di dalamnya. Oleh karena itu, puree mangga yang telah dipasteurisasi harus segera didinginkan untuk mempertahankan nilai gizinya. Pada penelitian ini digunakan sistem *Air cooled chiller* menggunakan *box freezer* untuk mendinginkan puree mangga pasca pasteurisasi. Salah satu komponen penting yang terdapat pada sistem ini yaitu pompa air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan laju aliran pompa air terhadap waktu dan efisiensi proses pendinginan pada puree mangga. Oleh karena itu, dilakukan 3 percobaan yang berbeda, yaitu dengan variasi kecepatan laju aliran pompa *high*, *medium*, dan *low*. Dari hasil penelitian menggunakan variasi kecepatan laju aliran *high*, temperatur produk berhasil dicapai dalam kurun waktu 4 jam 30 menit dengan debit atau laju aliran air

yang dihasilkan sebesar 25,75 liter/menit dengan efisiensi rata-rata 51 %, sedangkan pada variasi kecepatan laju aliran *medium*, temperatur produk berhasil dicapai dalam kurun waktu 5 jam 40 menit dengan debit atau laju aliran air yang dihasilkan sebesar 16,69 liter/menit dengan efisiensi rata-rata 52%. Serta pada variasi kecepatan laju aliran *low*, temperatur produk berhasil dicapai dalam kurun waktu 6 jam 40 menit dengan debit atau laju aliran air yang dihasilkan sebesar 11,64 liter/menit dengan efisiensi rata-rata 51 %.

1. PENDAHULUAN

Puree mangga merupakan salah satu produk olahan buah yang memiliki nilai tambah tinggi karena dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai produk pangan seperti minuman sari buah, nektar, dan *dessert*. Produk ini diminati oleh konsumen karena rasanya yang khas, kandungan vitamin yang tinggi, serta fleksibilitasnya dalam berbagai aplikasi kuliner [1], [2]. Namun, untuk mempertahankan kualitas dan keamanan produk, *puree* mangga harus melewati proses pengolahan yang tepat, mulai dari pemilihan bahan baku hingga pengemasan [3]. Salah satu tahap penting dalam proses ini adalah pasteurisasi, yang bertujuan untuk menginaktivasi mikroorganisme patogen sekaligus memperpanjang umur simpan produk [4].

Pasteurisasi adalah metode perlakuan panas yang efektif untuk mengurangi risiko kontaminasi mikrobiologis tanpa merusak struktur utama produk. Proses ini dilakukan pada suhu yang relatif rendah, sekitar 70–75°C, sehingga mampu menjaga karakteristik sensorik dan kandungan nutrisi seperti vitamin C [5], [6]. Setelah proses pasteurisasi, pendinginan segera diperlukan untuk mencegah kerusakan termal yang dapat memengaruhi stabilitas produk. Sistem pendinginan yang efisien tidak hanya menjaga kualitas produk tetapi juga meningkatkan daya saing industri olahan buah dalam memenuhi permintaan pasar yang semakin kompetitif [7].

Dalam konteks ini, teknologi pendinginan modern seperti sistem *Air Cooled Chiller* berbasis *box freezer* menawarkan solusi yang efektif. Sistem ini dirancang untuk memberikan kontrol suhu yang presisi, konsumsi energi yang rendah, dan fleksibilitas operasional dalam skala industri kecil hingga menengah [8], [9]. Salah satu elemen kunci dari sistem ini adalah pompa air, yang berfungsi sebagai penggerak sirkulasi fluida pendingin antara evaporator dan kabin pendingin. Kecepatan laju aliran pompa secara langsung memengaruhi distribusi panas dalam sistem, sehingga berdampak pada efisiensi pendinginan dan waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu target [10], [11].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa laju aliran pompa dapat memengaruhi kinerja perpindahan panas secara signifikan. Studi oleh [12] menemukan bahwa laju aliran tinggi dapat mempercepat proses pendinginan, tetapi efisiensi energi sering kali mencapai titik optimal pada laju aliran menengah. Berdasarkan temuan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan antara kecepatan laju aliran pompa, efisiensi sistem, dan waktu pendinginan *puree* mangga pasca pasteurisasi menggunakan sistem *Air Cooled Chiller* berbasis *box freezer*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, peningkatan kecepatan laju aliran pompa akan mempercepat waktu pendinginan *puree* mangga, tetapi ada batas optimal di mana efisiensi perpindahan panas mencapai titik maksimal sebelum peningkatan konsumsi daya menjadi tidak proporsional. Dengan demikian, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi konfigurasi kecepatan laju aliran pompa yang paling efektif untuk menjaga keseimbangan antara waktu pendinginan, efisiensi energi, dan konsumsi daya.

Melalui tiga variasi kecepatan laju aliran pompa (tinggi, sedang, dan rendah), penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis bagi industri pengolahan buah dalam mengoptimalkan proses pendinginan *puree* mangga. Selain itu, hasil penelitian ini berpotensi berkontribusi pada pengembangan teknologi pendinginan berbasis *Air Cooled Chiller* yang lebih ramah lingkungan dan hemat energi, sejalan dengan kebutuhan industri modern yang berorientasi pada keberlanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan laju aliran pompa pada sistem pendinginan *puree* mangga pasca pasteurisasi menggunakan *Air Cooled Chiller* berbasis *box freezer* seperti yang ditunjukkan melalui Gambar 1 berikut in:



Gambar 1. Trainer sistem *Air cooled chiller*

Pemipaan dalam sistem ini dirancang agar sesuai dengan bentuk dan ruang yang tersedia pada trainer. Pipa tembaga yang dipakai memiliki ukuran $3/8$ inch untuk *suction line* dan $1/4$ inch untuk *discharge line*. Susunan komponen dalam sistem *Air cooled chiller* menggunakan *box freezer* untuk pendinginan *puree* mangga disusun sesuai dengan gambar 1. Sebuah kompresor akan memberikan kerja terhadap refrigeran dengan cara memompakan refrigeran ke seluruh sistem, sehingga refrigeran memiliki tekanan dan temperatur yang tinggi, refrigeran yang bertekanan tinggi akan dialirkan menuju kondensor karena temperatur kondensor lebih tinggi daripada temperatur lingkungan maka kalor refrigeran akan dilepas melalui dinding pipa kondensor dengan bantuan kipas ke lingkungan sekitar. Sebuah *filter dryer* digunakan untuk menyaring kotoran yang terdapat didalam sebuah sistem sehingga kotoran tersebut tidak ikut bersirkulasi dengan refrigeran yang berpotensi akan mengakibatkan terjadinya kemacetan didalam sistem. Sebuah pipa kapiler digunakan untuk menurunkan tekanan didalam sebuah sistem sehingga temperatur refrigeran lebih rendah dari temperatur air yang akan didinginkan. Sebuah evaporator digunakan sebagai penyerap kalor yang dilakukan oleh refrigeran terhadap air. Pompa air digunakan untuk menghisap air dari kabin kemudian disirkulasikan ke evaporator untuk didinginkan. *Flowmeter* digunakan untuk mengukur volume air yang keluar. Kabin digunakan sebagai tempat untuk menampung air yang telah didinginkan dan tempat untuk menyimpan produk penelitian. Air adalah media yang digunakan untuk mendinginkan produk penelitian. Produk penelitian merupakan salah satu bahan penelitian yang dianggap dapat memberikan kalor, sehingga kalor tersebut dapat membantu proses evaporasi.

Tahapan kerja sistem atau cara kerja sistem *Air cooled chiller* menggunakan *box freezer* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Proses dimulai dengan masuknya refrigeran berfasa gas yang memiliki tekanan dan temperatur rendah. Dalam tahap ini, refrigeran diberikan kerja melalui proses pemompaan oleh kompresor, sehingga mengakibatkan peningkatan tekanan dan temperatur refrigeran. Lalu refrigeran yang memiliki tekanan dan temperatur yang tinggi dialirkan menuju kondensor.
- Refrigeran memasuki kondensor, dikarenakan temperatur refrigeran lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur lingkungan, maka kalor dari refrigeran dilepaskan melalui dinding pipa kondensor ke lingkungan sekitar. Pelepasan kalor ini dilakukan dengan bantuan kipas. Di dalam kondensor juga terjadi proses kondensasi, di mana refrigeran mengalami perubahan fasa dari gas menjadi cair.
- Selanjutnya, refrigeran disalurkan menuju *filter dryer* yang berfungsi sebagai alat penyaring dan penyerap kotoran yang terdapat pada refrigeran setelah keluar dari kondensor.
- Kemudian refrigeran menuju pipa kapiler. Didalam pipa kapiler terjadi proses penurunan tekanan refrigeran sehingga temperatur pun mengalami penurunan.

- Refrigeran yang memiliki tekanan dan temperatur rendah kemudian menuju evaporator, didalam evaporator terjadi proses evaporasi yaitu proses penyerapan kalor yang dilakukan oleh refrigeran terhadap air sehingga menyebabkan penurunan temperatur air.
- Dalam sistem ini, pompa air digunakan untuk menghisap air dari kabin kemudian air tersebut disirkulasikan ke evaporator untuk didinginkan. Air yang telah didinginkan kemudian dipompa dan disirkulasikan kembali ke dalam kabin untuk mendinginkan produk penelitian hingga temperatur produk tercapai.

Pengujian sistem bertujuan untuk memastikan bahwa fungsi pada sistem pendingin *Air cooled chiller* menggunakan *box freezer* dan pompa air berjalan dengan baik. Langkah ini dilakukan agar proses pengambilan data mengenai efisiensi, kinerja dan konsumsi daya listrik pada sistem tersebut dapat dianalisis secara optimal dan mendapatkan hasil yang maksimal. Pengujian sistem melibatkan beberapa tahap pengecekan sebagai berikut:

- Pengecekan sirkulasi dan laju aliran pompa air, untuk memastikan bahwa aliran air dalam sistem berjalan dengan lancar.
- Memastikan tidak ada kebocoran pada sistem, guna mengetahui sistem bekerja secara optimal dan efisien.
- Mengecek *wiring* kelistrikan, untuk memastikan bahwa seluruh rangkaian listrik terpasang dengan benar dan aman.
- Memeriksa pembacaan alat ukur meliputi *amperemeter*, *voltmeter*, *pressure gauge*, dan *thermometer* digital, guna memastikan bahwa semua alat ukur memberikan data yang akurat.

Dalam Proses pengambilan data akan dilakukan pengukuran seperti temperatur, tekanan, tegangan dan arus listrik pada sistem. Hal ini dilakukan untuk mengetahui performansi yang didapat dari sistem *Air cooled chiller* menggunakan *box freezer*. Sebelum dilakukan pengambilan data, produk *puree* mangga terlebih dahulu melalui proses pemanasan atau pasteurisasi hingga suhu 75 °C. Pengambilan data pada sistem ini dilakukan setiap 10 menit sekali pada saat temperatur awal air, kemudian produk yang telah melewati proses pasteurisasi dimasukkan ke dalam kabin *box freezer* dan dilihat berapa lama waktu produk *puree* mangga mencapai temperatur 25 °C.

Proses pengambilan data dilakukan dalam 3 percobaan yang berbeda, dengan menggunakan tiga variasi kecepatan laju aliran pompa yang diatur oleh dimmer, meliputi kecepatan tinggi (*high*) dengan nilai RPM sebesar 1242, kecepatan sedang (*medium*) dengan nilai RPM 1197, dan kecepatan rendah (*low*) dengan nilai RPM sebesar 1187 .

Cara kerja pompa air pada variasi kecepatan *high* terjadi ketika potensiometer pada dimmer dialokasikan ke posisi tinggi. Output tegangan dari dimmer akan mencapai standar sesuai dengan posisi potensiometer pada alat tersebut. Akibatnya, putaran motor menjadi cepat dan menyebabkan laju aliran air yang dihasilkan oleh pompa air juga menjadi maksimal yaitu sebesar 25,75 liter/menit. Cara kerja pompa air pada variasi kecepatan *medium* terjadi ketika potensiometer pada dimmer dialokasikan ke posisi sedang. Output tegangan dari dimmer akan bertambah sesuai dengan posisi potensiometer pada alat tersebut. Akibatnya, putaran motor menjadi sedang dan menyebabkan laju aliran air yang dihasilkan oleh pompa air juga sedang yaitu sebesar 16,69 liter/menit. Cara kerja pompa air pada variasi kecepatan *low* terjadi ketika potensiometer pada dimmer dialokasikan ke posisi rendah. Output tegangan dari dimmer akan berkurang sesuai dengan posisi potensiometer pada alat tersebut. Akibatnya, putaran motor menjadi lebih lambat dan menyebabkan laju aliran yang dihasilkan oleh pompa air juga menjadi lebih kecil yaitu sebesar 11,64 liter/menit.

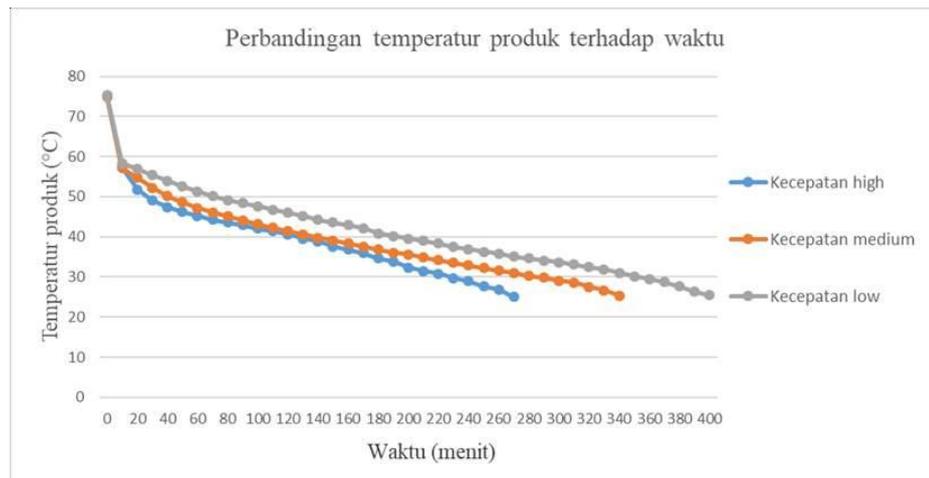
Parameter data pada pengujian pendinginan ini yaitu waktu, temperatur *in out* evaporator, temperatur *in out* kondensor, temperatur air, temperatur produk, temperatur lingkungan, *high pressure*, *low pressure*, tegangan, dan arus listrik. Untuk parameter yang diambil maka diperlukan alat ukur yaitu *thermometer*, *stopwatch*, *voltmeter*, *amperemeter*, *pressure gauge high*, dan *pressure gauge low*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi pengambilan data yang pertama adalah pengambilan data menggunakan kecepatan laju aliran pompa *high* selama 270 menit. Hasil penelitian menggunakan variasi kecepatan *high* diambil satu sampel data yaitu pada menit ke - 270, didapatkan nilai temperatur *in* evaporator -0,5 °C, *out* evaporator 12,9 °C, *in* kondensor 74,8 °C dan *out* kondensor 39,5 °C. Sedangkan debit atau laju aliran air untuk kecepatan “*high*” adalah 25,75 liter/menit.

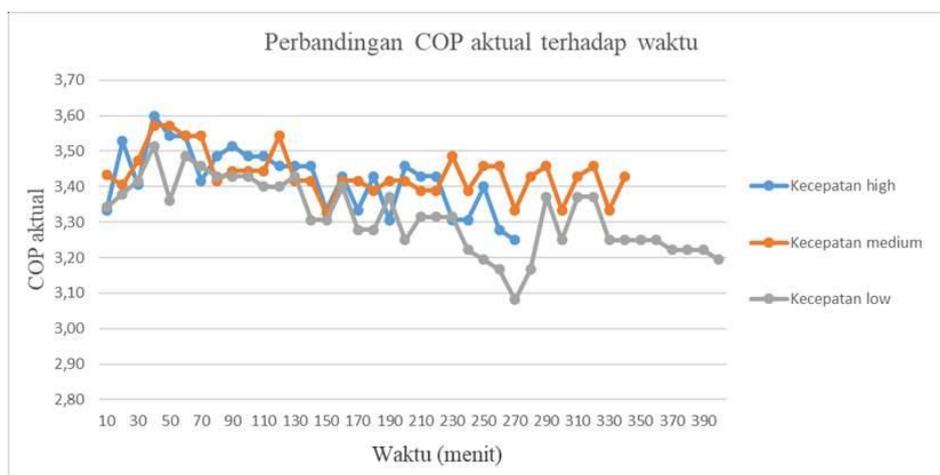
Variasi pengambilan data yang kedua adalah pengambilan data menggunakan kecepatan laju aliran pompa medium selama 340 menit. Hasil penelitian menggunakan variasi kecepatan medium diambil satu sampel yaitu pada menit ke-270, didapatkan nilai temperature *in* evaporator $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, *out* evaporator $15,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, *in* kondensor $76,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan *out* kondensor $38,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sedangkan debit atau laju aliran air untuk kecepatan “medium” adalah $16,69\text{ liter/menit}$.

Variasi pengambilan data yang ketiga adalah pengambilan data menggunakan kecepatan laju aliran pompa *low* selama 400 menit. Hasil penelitian menggunakan variasi kecepatan *low* diambil satu sampel yaitu pada menit ke-270, didapatkan nilai temperature *in* evaporator $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, *out* evaporator $14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, *in* kondensor $76,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan *out* kondensor $40,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sedangkan debit atau laju aliran air untuk kecepatan “low” adalah $11,64\text{ liter/menit}$.



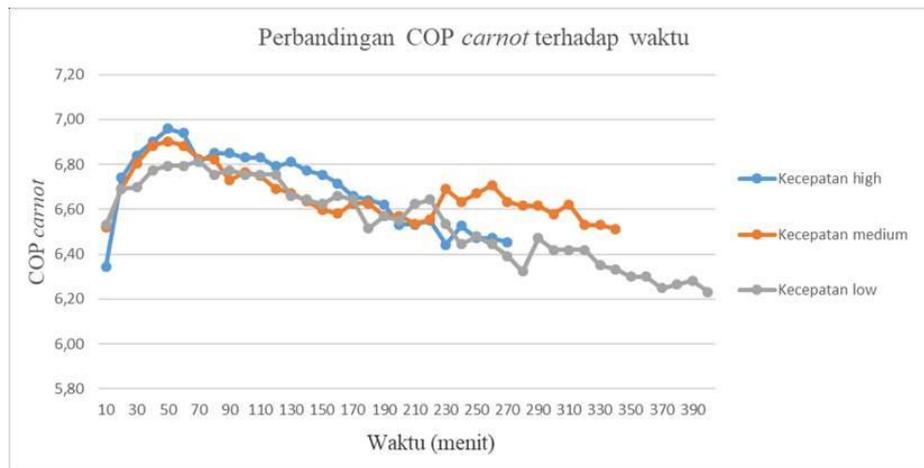
Gambar 2. Grafik Perbandingan temperatur produk

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan melalui gambar 2 diperlihatkan bahwa temperatur *puree* mangga dengan variasi kecepatan pompa air laju aliran *high* menit ke-270 mencapai temperatur $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedangkan untuk temperatur *puree* mangga dengan variasi kecepatan laju aliran medium menit ke-270 mencapai temperatur $31\text{ }^{\circ}\text{C}$, serta untuk temperatur *puree* mangga dengan variasi kecepatan laju aliran *low* menit ke-270 mencapai temperatur $35,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hal ini menunjukkan bahwa pada kecepatan laju aliran yang lebih tinggi menyebabkan waktu pendinginan pada temperatur produk lebih cepat. Pada kecepatan laju aliran tinggi, laju aliran air menjadi lebih cepat sehingga meningkatkan koefisien perpindahan panas. Sehingga, panas dapat ditransfer dari *puree* mangga dengan lebih efektif yang mengakibatkan penurunan temperatur produk lebih cepat. Sebaliknya, kecepatan laju aliran yang lebih rendah mengakibatkan perpindahan panas yang lebih lambat karena koefisien perpindahan panas yang lebih rendah. Sehingga, untuk mencapai temperatur produk yang diinginkan membutuhkan waktu yang lebih lama pada kecepatan laju aliran medium dan kecepatan laju aliran *low* dibandingkan dengan kecepatan laju aliran *high*.



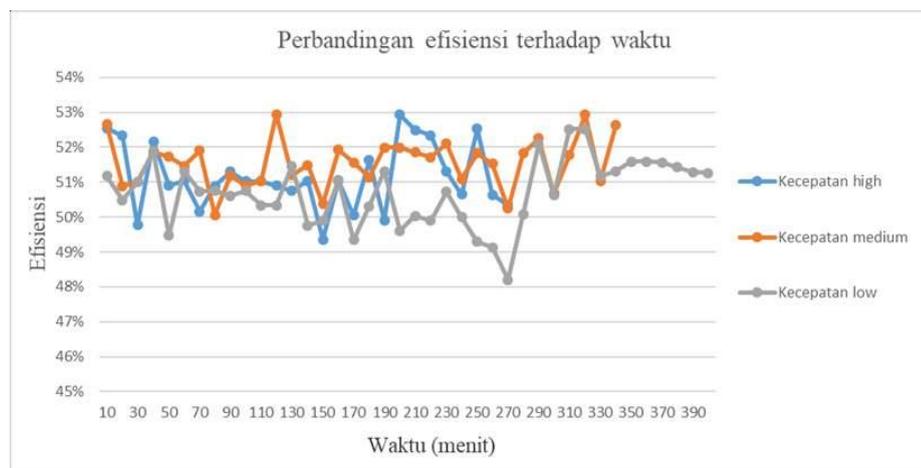
Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai COP Actual

Berdasarkan grafik pada gambar 3 menjelaskan bahwa nilai COP *actual* dengan variasi kecepatan pompa air laju aliran *high* menit ke-270 memiliki nilai COP *actual* sebesar 3,25, sedangkan untuk nilai COP *actual* dengan variasi kecepatan laju aliran *medium* menit ke-270 memiliki nilai COP *actual* sebesar 3,33, serta untuk nilai COP *actual* dengan variasi kecepatan laju aliran *low* menit ke-270 memiliki nilai COP *actual* sebesar 3,08. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode penelitian variasi kecepatan laju aliran pompa medium memiliki nilai COP *actual* lebih tinggi dibandingkan dengan metode penelitian variasi kecepatan laju aliran *high* dan variasi kecepatan laju aliran *low*. Hal ini dikarenakan kerja evaporasi pada variasi kecepatan *medium* memiliki nilai yang lebih besar dibanding variasi kecepatan *high* dan *low*.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai COP Carnot

Berdasarkan grafik pada gambar 4 menjelaskan bahwa nilai COP *carnot* dengan variasi kecepatan pompa air laju aliran *high* menit ke-270 memiliki nilai COP *carnot* sebesar 6,45, sedangkan untuk nilai COP *carnot* dengan variasi kecepatan laju aliran *medium* menit ke-270 memiliki nilai COP *carnot* sebesar 6,63, serta untuk nilai COP *carnot* dengan variasi kecepatan laju aliran *low* menit ke-270 memiliki nilai COP *carnot* sebesar 6,39. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode penelitian variasi kecepatan laju aliran pompa *medium* memiliki nilai COP *carnot* lebih tinggi dibandingkan dengan metode penelitian variasi kecepatan laju aliran *high* dan variasi kecepatan laju aliran *low*. Hal ini dikarenakan temperatur evaporator pada variasi kecepatan *medium* lebih rendah dibanding variasi kecepatan *high* dan variasi kecepatan *low*.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Efisiensi

Berdasarkan grafik pada gambar 5 menjelaskan bahwa nilai efisiensi dengan variasi kecepatan pompa air laju aliran *high* menit ke-270 memiliki nilai efisiensi sebesar 50%, sedangkan untuk nilai efisiensi dengan variasi kecepatan laju aliran *medium* menit ke-270 memiliki nilai efisiensi sebesar 50%, serta untuk nilai efisiensi dengan variasi kecepatan laju aliran *low* menit ke-270 memiliki nilai efisiensi

sebesar 48%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode penelitian variasi kecepatan laju aliran pompa *high* dan variasi kecepatan medium memiliki nilai efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan metode penelitian variasi kecepatan laju aliran *low*. Hal ini dikarenakan nilai COP *actual* dan COP *carnot* pada variasi kecepatan *high* dan variasi kecepatan *medium* memiliki nilai yang lebih besar dibanding variasi kecepatan *low*.

Adapun hasil pengambilan data rata-rata pada sistem *Air cooled chiller* menggunakan *box freezer* dengan memvariasikan kecepatan laju aliran pompa air menggunakan tiga variasi yaitu *high*, *medium*, *low*. Sebagai berikut:

Tabel 1. Beberapa besaran pokok dalam satuan SI dan BG

Pengambilan Data	Kecepatan High	Kecepatan Medium	Kecepatan Low
High Pressure Gauge	258 Psi	252 Psi	259 Psi
Low Pressure Gauge	70 Psi	69 Psi	70 Psi
Temperatur In Kondensor	77,7 °C	77,5 °C	76,4 °C
Temperatur Out Kondensor	40,7 °C	39,4 °C	40,3 °C
Temperatur In Evaporator	2,3 °C	1,1 °C	1,1 °C
Temperatur Out Evaporator	21,6 °C	19,6 °C	17,4 °C
Arus Listrik	3,1 A	3,2 A	3,3 A
Tegangan Listrik	218 V	219 V	218 V
Kerja Kompresi (qw)	36 kJ/kg	36 kJ/kg	36 kJ/kg
Kerja Kondensasi (qc)	157 kJ/kg	158 kJ/kg	154 kJ/kg
Kerja Evaporasi (qe)	122 kJ/kg	123 kJ/kg	118 kJ/kg
COP Aktual	3,42	3,44	3,32
COP Carnot	6,69	6,66	6,54
Efisiensi	51%	52%	51%

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Pada kinerja sistem *Air cooled chiller* menggunakan variasi kecepatan laju aliran pompa *high*. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa nilai COP *actual* tertinggi yang diperoleh sebesar 3,60 dan nilai terendah 3,25 dengan nilai rata-rata 3,42. Kemudian untuk nilai COP *carnot* yang tertinggi diperoleh sebesar 6,96 dan nilai terendah 6,34 dengan nilai rata-rata 6,69. Sedangkan untuk nilai efisiensi tertinggi sebesar 53% dan nilai terendah sebesar 49% dengan nilai efisiensi rata-rata sebesar 51%. Pada kinerja sistem *Air cooled chiller* menggunakan variasi kecepatan laju aliran pompa *medium*. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa nilai COP *actual* tertinggi yang diperoleh sebesar 3,57 dan nilai terendah 3,32 dengan nilai rata-rata 3,44. Kemudian untuk nilai COP *carnot* yang tertinggi diperoleh sebesar 6,90 dan nilai terendah 6,51 dengan nilai rata-rata 6,66. Sedangkan untuk nilai efisiensi tertinggi sebesar 53% dan nilai terendah sebesar 50% dengan nilai efisiensi rata-rata sebesar 52%. Pada kinerja sistem *Air cooled chiller* menggunakan variasi kecepatan laju aliran pompa *low*. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa nilai COP *actual* tertinggi yang diperoleh sebesar 3,51 dan nilai terendah 3,08 dengan nilai rata-rata 3,32. Kemudian untuk nilai COP *carnot* yang tertinggi diperoleh sebesar 6,81 dan nilai terendah 6,23 dengan nilai rata-rata 6,54. Sedangkan untuk nilai efisiensi tertinggi sebesar 53% dan nilai terendah sebesar 48% dengan nilai efisiensi rata-rata sebesar 51%. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, semua variasi kecepatan laju aliran pompa air layak untuk diterapkan karena semuanya memenuhi persyaratan dalam mencapai temperatur *puree* mangga sebesar 25°C. Akan tetapi semakin lambat laju aliran air membutuhkan waktu yang semakin lama untuk mencapai temperatur *puree* mangga sebesar 25°C.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Mustari, Hamsina, and M.Tang, "Produksi Minuman Probiotik Hasil Fermentasi Buah Mangga (*Mangifera indica* L) Dan Sayur Kol (*Brassica oleracea* L)," *Saintis*, vol. 2, no. 1, pp. 19–27, 2021.
- [2] D. Royanti and L. Sulistyowati, "ANALISIS KEUNTUNGAN DAN NILAI TAMBAH AGRONDUSTRI PUREEMANGGA DI CV PROMINDO UTAMA KABUPATEN CIREBON, JAWA BARAT," *J. Ilm. Mhs. AGROINFO GALUH*, vol. 4, no. 3, pp. 811–818, 2018.

- [3] G. S. Kiayi, “Konsentrasi Asam Sitrat terhadap Mutu Sari Buah Mangga Indramayu,” *Gorontalo Agric. Technol. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–36, 2018.
- [4] K. K. Dash *et al.*, “A comprehensive review on heat treatments and related impact on the quality and microbial safety of milk and milk-based products,” *Food Chem. Adv.*, vol. 1, no. January, pp. 1–11, 2022.
- [5] A. H. Siregar and A. Pintoro, “Pengaruh Tekanan Dan Temperatur Terhadap Laju Massa Pada Siklus Rankin Organik Sederhana,” *J. Simetri Rekayasa*, vol. 1, no. 2, pp. 50–53, 2019.
- [6] R. Junita Ameliah, R. Fitri Faradilla, and M. Syukri Sadimantara, “Jus Buah Fungsional (Melon, Mentimun Dan Semangka),” *J. Ris. Pangan*, vol. 1, no. 2, pp. 34–51, 2023.
- [7] N. K. Mahanti *et al.*, “Refractance Window™-Drying vs. other drying methods and effect of different process parameters on quality of foods: A comprehensive review of trends and technological developments,” *Futur. Foods*, vol. 3, no. March, pp. 1–23, 2021.
- [8] I. G. R. N. Wirayudha, I. K. Wiryajati, and I. B. F. Citarsa, “SISTEM KONTROL OTOMATIS SUHU DAN KELEMBABAN CHILLER BOX DENGAN TERMOELEKTRIK,” *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.)*, vol. 12, no. 3, pp. 3566–3575, 2024.
- [9] L. Wisnu, K. Kawiji, and W. Atmaka, “Pengaruh Suhu Dan Waktu Pasteurisasi Terhadap Perubahan Kadar Total Fenol Pada Wedang Uwuh Ready To Drink Dan Kinetika Perubahan Kadar Total Fenol Selama Penyimpanan,” *J. Teknol. Has. Pertan.*, vol. 8, no. 2, pp. 71–76, 2015.
- [10] F. Achmad *et al.*, “Efek laju alir dan arah aliran terhadap analisis performa alat penukar panas tipe shell and tube heat exchanger menggunakan SCADA,” *J. Rekayasa Proses*, vol. 17, no. 2, pp. 148–157, 2023.
- [11] K. Y. Santosa, A. Wichaksana, M. H. Ardiansyah, and A. B. Sulistyono, “Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (Coolant) Terhadap Potensi Overheating Pada Engine Diesel (Studi Kasus Mitsubishi L300),” *Berk. Forum Stud. Transp. antar Perguru. Tinggi*, vol. 2, no. 1, pp. 40–47, 2024.
- [12] M. Safi'i *et al.*, “Kaji Eksperimen Dan Simulasi Pengaruh Sudut Double Segmental Baffle Dan Laju Aliran Fluida Pada Heat Exchanger Jenis Shell and Tube Pada Mesin Main Extruder Terhadap Kebaikan Perpindahan Panas,” *Device*, vol. 14, no. 1, pp. 92–99, 2024.