

ANALISIS PENGARUH VARIASI PUTARAN EXTRA FAN EVAPORATOR TERHADAP KINERJA COLD STORAGE MENGGUNAKAN MESIN OUTDOOR AC SPLIT UNTUK PENYIMPANAN PUREE MANGGA

Aa Setiawan*, Wardika, Muhammad Imam

Teknik Pendingin dan Tata Udara
Politeknik Negeri Indramayu
*E-mail: aasetiawan@polindra.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received date:

18 October 2023

Received in revised form date:

13 November 2023

Accepted date

15 November 2023

Available online date

29 November 2023

Abstract

The addition of an extra fan on the cold storage evaporator using a 2 PK split air conditioner outdoor machine is intended to increase the air flow rate and heat absorption from the cabin so that there is no defrost on the evaporator fins and increase the cooling capacity. To avoid excessive energy, it is necessary to test the ideal air flow rate so that the maximum efficiency value is known. This study was conducted with the aim of observing the effect of variations in the rotation of the extra fan evaporator low, medium, and high on the performance of cold storage. The test was carried out by running the system using a load of 500 kg of water until the water reached a temperature of 6 °C. The test results obtained efficiency for the speed of the extra fan evaporator low by 76%, extra fan evaporator medium by 78%, and extra fan evaporator high by 84%.

Keywords: Puree, AC, storage, fan, efficiency.

Kata kunci:

Puree

AC

Storage

Fan

Efisiensi

Abstrak

Penambahan *ekstra fan* pada evaporator *cold storage* menggunakan mesin *outdoor AC split* 2 PK dimaksudkan untuk meningkatkan laju aliran udara dan penyerapan panas dari kabin agar tidak terjadi *defrost* pada sirip evaporator serta meningkatkan kapasitas pendinginan. Untuk menghindari energi yang berlebihan, perlu dilakukan pengujian laju aliran udara yang ideal agar diketahui nilai efisiensi maksimum. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengamati pengaruh variasi putaran *extra fan* evaporator *low*, *medium*, dan *high* terhadap kinerja *cold storage*. Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem menggunakan beban 500kg air sampai air tersebut mencapai temperatur 6°C. Dari hasil pengujian didapat efisiensi untuk kecepatan *extra fan* evaporator *low* sebesar 76%, *extra fan* evaporator *medium* sebesar 78%, dan *extra fan* evaporator *high* sebesar 84%.

1. PENDAHULUAN

Buah mangga merupakan buah yang mengandung berbagai vitamin dan mineral. Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan buah mangga ialah sifat yang mudah rusak, sehingga umur simpannya relatif pendek. Hal ini menyebabkan tingginya kehilangan hasil pascapanen pada saat panen raya dan membuat merosotnya harga jual buah mangga tersebut [1].

Solusi yang bisa dihadirkan adalah dengan dilakukannya sebuah proses pengolahan buah mangga menjadi *puree*, sehingga konsumen tetap bisa menikmati mangga di luar musim panen. Umur simpan *puree* mangga sangat tergantung terhadap suhu penyimpanan. Dari penelitian yang telah dilakukan, pendugaan umur simpan paling lama pada *puree* yang *dipasteurisasi* pada temperatur 65 °C dengan temperatur penyimpanan 7 °C yaitu selama 11,2 bulan. Pendugaan umur simpan yang paling pendek diperoleh pada *puree* yang disimpan pada temperatur 30 °C yaitu selama 0,95 – 1,1 bulan [2].

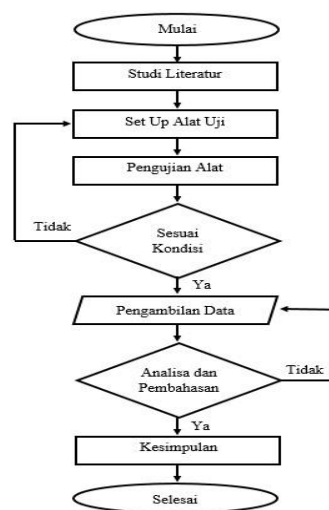
Adanya pengolahan *puree* mangga pasti akan memerlukan teknologi sistem pendingin seperti mesin *cold storage*, namun pada penelitian kali ini sistem *cold storage* menggunakan *outdoor AC split* modifikasi. *Outdoor* unit dimodifikasi dari penggunaan *air conditioning (high temperature)* menjadi *outdoor* unit untuk *cold storage (medium temperature)*. *Extra fan* memiliki peran untuk mencegah pengeblokan pada sirip-sirip evaporator karena sistem telah dimodifikasi dari *high temperature* menjadi *medium temperature* [3].

Fungsi *Extra fan* adalah untuk mendistribusikan udara dingin yang dihasilkan oleh evaporator ke seluruh ruangan. Penggunaan *Extra fan* dimaksudkan agar temperatur ruangan dan produk mencapai temperatur yang ditargetkan, yaitu 6 °C. Laju aliran udara masuk ke evaporator sangat berpengaruh terhadap kapasitas pendinginan (*coefficient of performance*) pada sistem refrigerasi *air conditioning* [2]. Permasalahan di atas adalah untuk mengetahui kinerja sebuah sistem *cold storage* menggunakan mesin *outdoor AC split* modifikasi apabila *extra fan* evaporator menggunakan tiga variasi yaitu *low*, *medium*, dan *high*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian

Metode Penelitian ini dapat berjalan dengan sistematis dan terarah sesuai dengan diagram alir (*flow chart*) sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. *Flow Chart* Penelitian

2.2. Set Up Alat Uji

Alat uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebuah *AC Split 2 PK* yang dimodifikasi menjadi *medium* temperatur dengan menambahkan beberapa komponen yaitu pipa *hotgas* dari *discharge line* yang berfungsi untuk menyalurkan uap panas yang akan mencairkan bunga es dan mencegah *blocking* pada *coil evaporator* menggunakan sistem *timer*. *Hotgas* akan bekerja selama 5 menit setelah waktu pendinginan berlangsung selama 20 menit. 6 buah *extra fan* ditambahkan dan dipasang di depan *evaporator* yang berfungsi untuk meningkatkan laju aliran udara di *evaporator*. Ruang pendingin menggunakan *sandwich panel* dengan tebal 10 cm dengan dimensi 2 x 3 x 2,3 m. Tabel 1 menunjukkan spesifikasi komponen yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Spesifikasi Komponen

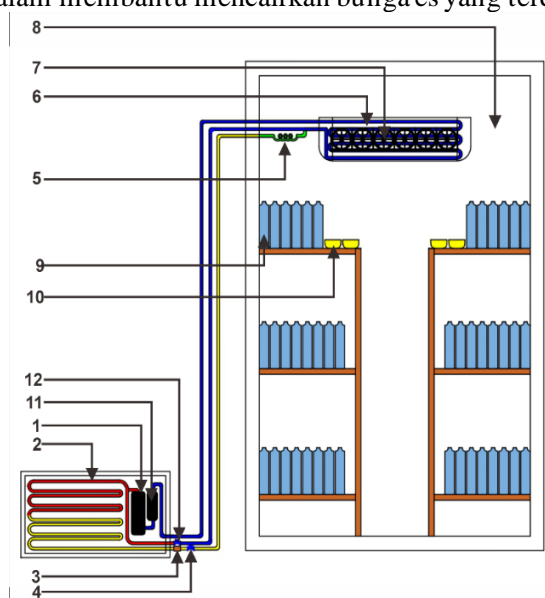
No	Komponen	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	<i>Air Conditioning</i>	1	Unit	Model CU-PN18SKP
2	Kompresor	1	Unit	Hermetik 2 PK
3	Kondensor	1	Unit	<i>Air Cooled</i>

4	Pipa Kapiler	100	Cm	Diameter 0,7
5	Evaporator	1	Unit	Air Cooled
6	Extra Fan Evaporator	6	Unit	Axial Fan
7	Tang ampere	1	Pcs	Model KT87N
8	Thermometer	10	Pcs	Elitech
9	Thermostat	1	Pcs	Model elitech STC 1000
10	Manifold Gauge	1	Unit	R-410
11	Vakum	1	Unit	Power 1/8 HP
12	Techometer	1	Pcs	DT2234+
13	Refrigeran	1	Ken	R-32 Jenis Chemours

2.3. Pengujian Alat

Susunan komponen sistem *cold storage* menggunakan mesin *outdoor AC split* modifikasi untuk penyimpanan *puree* mangga disusun sesuai dengan gambar 2. Sebuah kompresor (1) akan memberikan kerja terhadap refrigeran dengan cara memompakan refrigeran keseluruhan sistem, sehingga refrigeran memiliki tekanan dan temperatur yang tinggi, refrigeran yang bertekanan tinggi akan dialirkan menuju kondensor (2) karena temperatur kondensor lebih tinggi daripada temperatur lingkungan maka kalor refrigeran akan dilepas melalui dinding pipa kondensor ke lingkungan sekitar. Sebuah *filter drayer* (3) digunakan untuk menyaring kotoran yang terdapat didalam sebuah sistem sehingga kotoran tersebut tidak ikut bersirkulasi dengan refrigeran yang berpotensi akan mengakibatkan terjadinya kemacetan di dalam sistem. Sebuah *selenoid valve cooling* (4) digunakan apabila sistem bekerja seperti sistem kompresi uap normal. Pipa kapiler (5) digunakan untuk menurunkan tekanan di dalam sebuah sistem sehingga temperatur refrigeran lebih rendah dari temperatur ruangan yang akan didinginkan. Evaporator (6) digunakan sebagai penyerap kalor di dalam kabin. Sebuah kabin (8) memiliki fungsi untuk menyimpan bahan penelitian yang dilakukan. Sebuah *extra fan evaporator* (7) digunakan sebagai alat bantu dalam mendistribusikan udara dingin yang dihasilkan oleh evaporator (6) ke dalam kabin (8).

Sebuah produk baik itu air dalam kemasan (9) maupun *puree* mangga (10) adalah salah satu bahan penelitian yang dilakukan dan dianggap akan memberikan kalor, sehingga kalor tersebut dapat membantu dalam proses evaporasi. Sebuah *accumulator* (11) digunakan untuk menampung refrigeran cair agar memastikan refrigeran yang masuk ke dalam kompresor (1) memiliki fasa gas. *Selenoid valve hot gas defrost* (12) berfungsi apabila sebuah sistem kompresi uap ingin memanfaatkan refrigeran uap panas dari kompresor (1) dalam membantu mencairkan bunga es yang terdapat di dalam evaporator (6).



Gambar 2. Skema instalasi *cold storage* dengan *outdoor AC split*

Keterangan:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Kompresor | 7. <i>Extra fan</i> evaporator |
| 2. Kondensor | 8. Kabin |
| 3. <i>Filter drayer</i> | 9. Produk air dalam kemasan |
| 4. <i>Solenoid valve cooling</i> | 10. Produk <i>puree</i> mangga |
| 5. Kapiler | 11. <i>Accumulator</i> |
| 6. Evaporator | 12. <i>Solenoid valve hot gas</i> |

Pengujian dilakukan dengan melakukan percobaan untuk mendapatkan kondisi sistem yang diinginkan. Untuk bisa mendapatkan temperatur yang diinginkan, dilakukan beberapa kali percobaan. Percobaan dimulai dengan *running* mesin dalam kondisi mesin tidak dikontrol dan dengan mengisi *refrigerant* berdasarkan tekanan dan arus yang tercantum pada *nameplate*. Dari percobaan yang dilakukan temperatur pada *in* evaporator tidak bisa mencapai minus. Temperatur pada *in* evaporator mencapai *range* temperatur paling rendah adalah pada 8-10°C. Kemudian dilakukan pengurangan *refrigerant* dengan acuan pada tabel *refrigerant* R32, *refrigerant* diisi dengan tekanan sebesar 105 psi dan didapatkanlah temperatur *in* evaporator sampai dengan minus. Dikarenakan temperatur pada *in* evaporator sampai minus pasti akan terjadi *blocking* pada *coil* evaporator.

Untuk mengatasi *blocking* pada *coil* evaporator dilakukan *defrost hotgas*. Waktu *defrost* ini diatur oleh timer. Timer akan mengontrol *solenoid valve* 1(*cooling*) dan 2(*defrost*) yang bekerja secara bergantian. Kapan dan berapa lama *defrost* bekerja dilakukan percobaan dengan mengamati kondisi *coil* evaporator secara visual dan dengan pemberian beban produk pada kabin. Dari pengamatan tersebut didapatkan waktu pendinginan selama 20 menit, kemudian *defrost* selama 5 menit. Penentuan waktu pendinginan dan waktu *defrost* yang kurang tepat akan mempengaruhi sistem seperti kompresor mati karena tekanan terlalu rendah atau kompresor mati karena *overheat*.

2.4. Pengambilan Data

Langkah yang dilakukan setelah pengujian sistem, selanjutnya pengambilan data yang nantinya data tersebut akan dianalisa. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan pada mesin *cold storage* menggunakan mesin *outdoor AC split* modifikasi dengan variasi putaran pada *extra fan* evaporator. Data yang akan diambil adalah temperatur pada *puree* mangga. Sebelum dilakukannya proses pengambilan data, karena ketidakterediaan jumlah produk *puree* mangga sesuai dengan data rancangan, maka produk yang digunakan adalah 5 kg *puree* mangga dan untuk memenuhi jumlah beban sesuai dengan data rancangan yaitu 500 kg maka ditambahkan air botol dalam kemasan yang diasumsikan sebagai bahan pengganti *puree* mangga.

Pada kondisi awal, produk memiliki temperatur sebesar 27 – 30 °C. Pengambilan data dilakukan hingga temperatur *puree* mangga mencapai 6 °C. Proses pengambilan data dilakukan dalam 3 percobaan yang berbeda. Pengambilan data pertama dilakukan dengan variasi putaran *extra fan* evaporator *low*, dengan nilai rpm yang ditetapkan sebesar 1500. Pengambilan data kedua dilakukan dengan variasi putaran *extra fan* evaporator *medium*, dengan nilai rpm yang ditetapkan sebesar 2000. Pengambilan data ketiga dilakukan dengan variasi putaran *extra fan* evaporator *high*, dengan nilai rpm yang ditetapkan sebesar 2500 rpm.

Data yang ada diperoleh dari hasil pengamatan secara teliti dan langsung. Data yang diperlukan meliputi tekanan *discharge*, tekanan *suction*, temperatur *in* evaporator, temperatur *out* evaporator, temperatur *in* kondensor, temperatur *out* kondensor, temperatur kabin, tegangan dan arus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengambilan data, pengolahan data dilakukan menggunakan P-H diagram *refrigerant* R-32. Berdasarkan hasil plot P-H diagram, maka didapatkan nilai entalphi masing-masing variabel pengukuran dan kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Kerja kompresi

$$qw = h_2 - h_1 \quad (1)$$

$$Qw = \dot{m} \cdot qw \quad (2)$$

Pelepasan kalor pada kondenser

$$qc = h_2 - h_3 \quad (3)$$

$$Qc = \dot{m} \cdot qc \quad (4)$$

Proses evaporasi

$$qe = h_1 - h_4 \quad (5)$$

$$Qe = \dot{m} \cdot qe \quad (6)$$

Perhitungan COP

$$COP_{carnot} = \frac{T_{evaporasi}}{T_{kondensasi} - T_{evaporasi}} \quad (7)$$

$$COP_{aktual} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (8)$$

Perhitungan Efisiensi

$$\eta = \frac{COP_{aktual}}{COP_{carnot}} \times 100\% \quad (9)$$

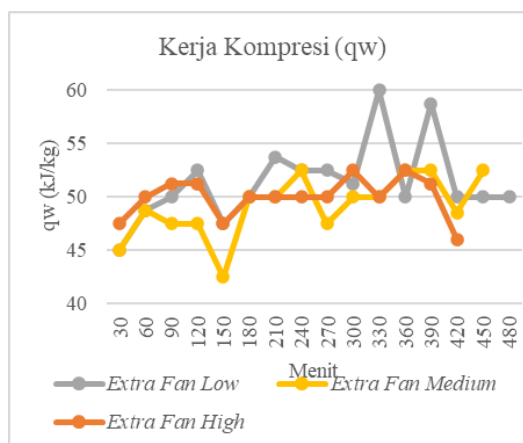
Dari proses perhitungan menggunakan persamaan di atas, diperoleh tabel dan grafik pengaruh variasi kecepatan *extra fan* terhadap parameter kinerja *cold storage*. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan untuk berbagai variasi *eksra fan* pada menit ke-420.

Tabel 2. Hasil perhitungan variasi *ekstra fan*

Kecepatan <i>Ekstra Fan</i>	(qw) (Kj/kg)	(qc) (Kj/kg)	(qe) (Kj/kg)	COP _{Actual}	COP _{Camot}	Efisiensi (%)	Temp. Kabin (°C)
Low	50	252	302	5	6,6	76	2,5
Medium	48,5	250	298	5,1	6,6	78	2,2
High	46	240	286	5,2	6,2	84	0,2

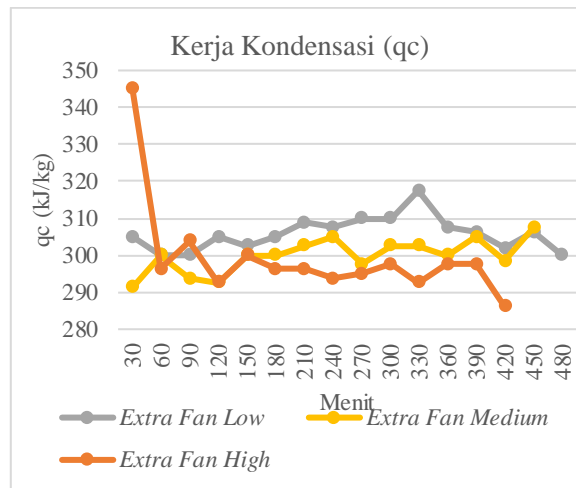
3.1. Pengaruh kecepatan *extra fan* terhadap kerja kompresi

Berdasarkan grafik pada gambar 3. menjelaskan bahwa kerja kompresi dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *low* menit ke-420 memiliki nilai qw sebesar 50,0 kj/kg, sedangkan untuk kerja kompresi dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *medium* menit ke-420 memiliki nilai qw sebesar 48,5 kj/kg, serta untuk kerja kompresi dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *high* menit ke-420 memiliki nilai qw sebesar 46,0 kj/kg. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *low* memiliki nilai qw atau kerja kompresi paling besar dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *medium* dan *extra fan* evaporator *high*. Hal ini dikarenakan dalam metode penelitian *extra fan* evaporator *low* memiliki nilai kerja evaporasi yang besar dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *medium* dan *extra fan* evaporator *high*.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Nilai Kerja Kompresi (qw) pada variasi *extra fan*

3.2. Pengaruh kecepatan *extra fan* terhadap kerja kondensasi.

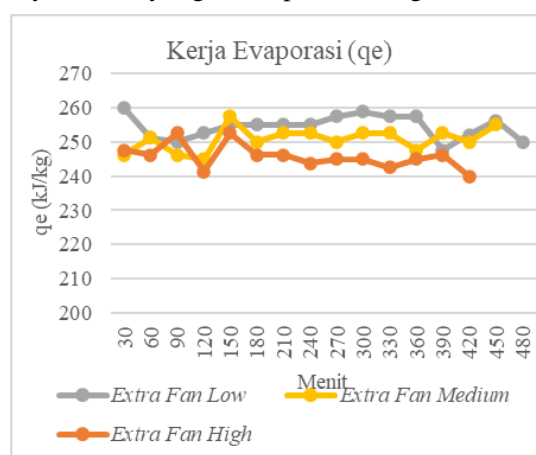


Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Kerja Kondensasi (qc) pada variasi extra fan

Berdasarkan grafik pada gambar 4. menjelaskan bahwa kerja kondensor dengan metode penelitian *extra fan evaporator low* menit ke-420 memiliki nilai qc sebesar 302,0 kJ/kg, sedangkan untuk kerja kondensor dengan metode penelitian *extra fan evaporator medium* menit ke-420 memiliki nilai qc sebesar 298,5 kJ/kg, serta untuk kerja kondensor dengan metode penelitian *extra fan evaporator high* menit ke-420 memiliki nilai qc sebesar 286,0 kJ/kg. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode peneltan *extra fan evaporator low* memiliki nilai qc atau kerja kondensor paling besar dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan evaporator medium* dan *extra fan evaporator high*. Hal ini dikarenakan kapasitas kalor yang di buang lebih kecil dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan evaporator medium* dan *extra fan evaporator high*.

3.3. Pengaruh kecepatan *extra fan* terhadap kerja evaporasi

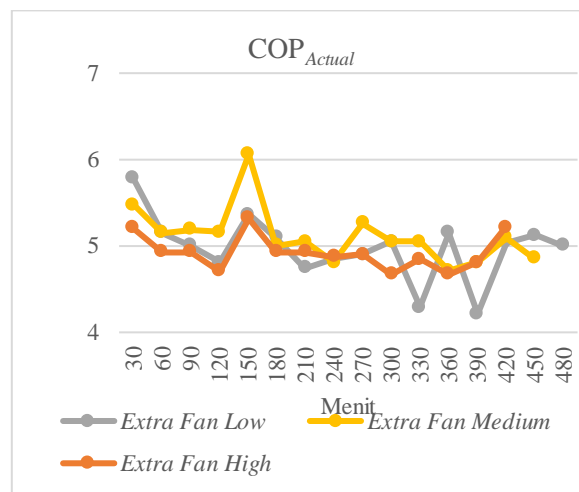
Berdasarkan grafik pada gambar 5. menjelaskan bahwa kerja evaporator dengan metode penelitian *extra fan evaporator low* menit ke-420 memiliki nilai qe sebesar 252,0 kJ/kg, sedangkan untuk kerja evaporator dengan metode penelitian *extra fan evaporator medium* dimenit ke-420 memiliki nilai qe sebesar 250,0 kJ/kg, serta untuk kerja evaporator dengan metode penelitian *extra fan evaporator high* menit ke-420 memiliki nilai qc sebesar 240,0 kJ/kg. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode penelitian *extra fan evaporator low* memiliki nilai qe atau kerja evaporator paling tinggi dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan evaporator medium* dan *extra fan evaporator high*. Hal ini dikarenakan penggunaan *extra fan low* berefek pada lebih lamanya udara bersinggungan dengan evaporator sehingga lebih banyak kalor yang diserap dibandingkan *medium* dan *high*.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Kerja Evaporasi (qe) pada variasi extra fan

3.4. Pengaruh kecepatan *extra fan* terhadap perbandingan nilai COP_{Actual}

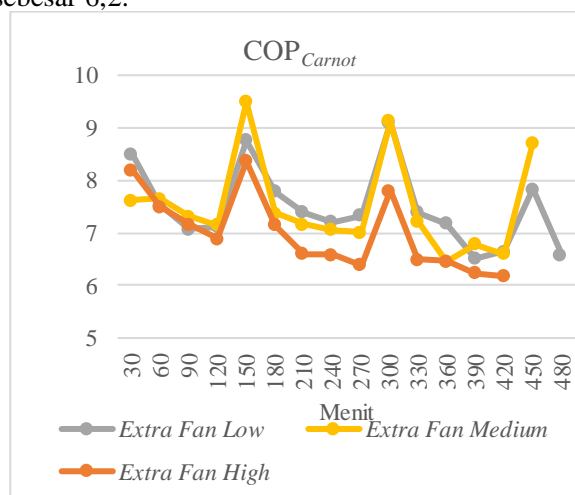
Berdasarkan grafik pada gambar 6. menjelaskan bahwa nilai COP_{Actual} dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *low* menit ke-420 memiliki nilai COP_{Actual} sebesar 5,0, sedangkan untuk nilai COP_{Actual} dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *medium* menit ke-420 memiliki nilai COP_{Actual} sebesar 5,1, serta untuk nilai COP_{Actual} dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *high* menit ke-420 memiliki nilai COP_{Actual} sebesar 5,2. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *high* memiliki nilai COP_{Actual} paling tinggi dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *low* dan *extra fan* evaporator *medium*. Hal ini dikarenakan pada metode penelitian *extra fan* evaporator *high* memiliki nilai kerja kompresi lebih rendah dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *low* dan *extra fan* evaporator *medium*.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai COP_{Actual} pada variasi *extra fan*

3.5. Pengaruh kecepatan *extra fan* terhadap nilai COP_{Carnot}

Berdasarkan grafik pada gambar 7. menjelaskan bahwa nilai COP_{Carnot} dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *low* menit ke-420 memiliki nilai COP_{Carnot} sebesar 6,6, sedangkan untuk nilai COP_{Carnot} dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *medium* menit ke-420 memiliki nilai COP_{Carnot} sebesar 6,6, serta untuk nilai COP_{Carnot} dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *high* menit ke-420 memiliki nilai COP_{Carnot} sebesar 6,2.



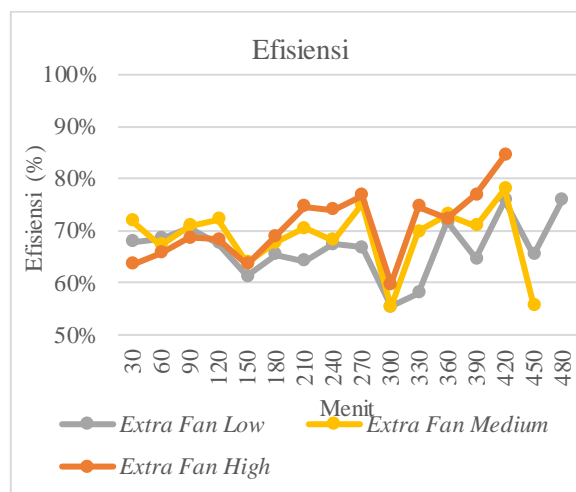
Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai COP_{Carnot} pada variasi *extra fan*

Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode penelitian *extra fan* evaporator *low* dan *extra fan* evaporator *medium* memiliki nilai COP_{Carnot} yang sama dan lebih tinggi dibandingkan dengan metode

penelitian *extra fan evaporator high*. Hal ini dikarenakan temperatur in evaporator lebih rendah dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan evaporator high*.

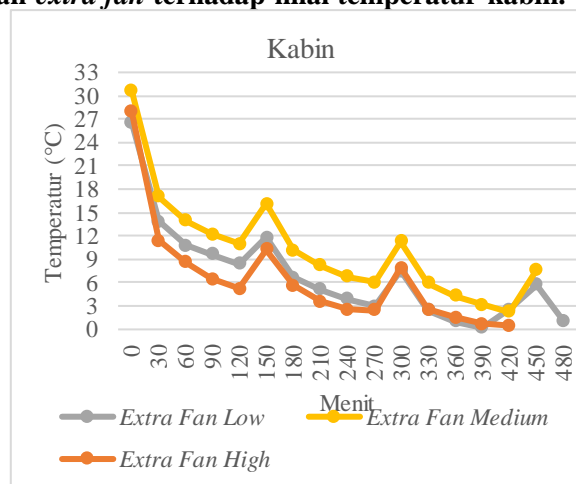
3.6. Pengaruh kecepatan *extra fan* terhadap nilai efisiensi.

Berdasarkan grafik pada gambar 8. menjelaskan bahwa nilai efisiensi dengan metode penelitian *extra fan evaporator low* menit ke-420 memiliki nilai efisiensi sebesar 76%, sedangkan untuk nilai efisiensi dengan metode penelitian *extra fan evaporator medium* menit ke-420 memiliki nilai efisiensi sebesar 78%, serta untuk nilai efisiensi dengan metode penelitian *extra fan evaporator high* menit ke-420 memiliki nilai efisiensi sebesar 84%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode penelitian *extra fan evaporator high* memiliki nilai efisiensi paling tinggi dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan evaporator low* dan *extra fan evaporator high*. Hal ini dikarenakan dalam metode penelitian *extra fan evaporator high* memiliki nilai COP *carnot* yang lebih kecil dan nilai COP *actual* lebih besar dibandingkan dengan metode penelitian *extra fan evaporator low* dan *extra fan evaporator medium*.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai efisiensi (η) pada variasi extra fan

3.7. Pengaruh kecepatan *extra fan* terhadap nilai temperatur kabin.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Temperatur Kabin pada variasi extra fan

Berdasarkan grafik pada gambar 9. menjelaskan bahwa temperatur kabin dengan metode penelitian *extra fan evaporator low* menit ke-420 mencapai temperatur 2,5 °C, sedangkan untuk temperatur kabin dengan metode penelitian *extra fan evaporator medium* menit ke-420 mencapai temperatur kabin 2,2 °C, serta untuk temperatur kabin dengan metode penelitian *extra fan evaporator high* menit ke-420 mencapai temperatur 0,5 °C. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode penelitian *extra fan evaporator high* temperatur kabin lebih cepat mengalami penurunan temperatur dibandingkan dengan metode penelitian

extra fan evaporator *low* dan *extra fan* evaporator *medium*. Hal ini dikarenakan dalam metode penelitian *extra fan* evaporator *high* proses pendistribusian udara dingin lebih cepat merata.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Dalam sistem *cold storage* menggunakan mesin *outdoor AC* split modifikasi jika putaran *extra fan* evaporator *low* menunjukkan bahwa COP_{Actual} memiliki nilai tertinggi sebesar 5,8 dan nilai terendah 4,2. Disamping itu, nilai COP_{Carnot} tertinggi sebesar 9,1 dan nilai terendah 6,5. Efisiensi tertinggi yang berhasil dicapai adalah sekitar 76%, sedangkan efisiensi terendah mencapai nilai 55%. Pada sistem *cold storage* menggunakan mesin *outdoor AC* split modifikasi tersebut didapatkan nilai rata-rata COP_{Actual} sebesar 5,0 dan rata-rata COP_{Carnot} , sebesar 7,5 serta nilai rata-rata efisiensi sekitar 67%.

Untuk putaran *extra fan* evaporator *medium* menunjukkan bahwa COP_{Actual} memiliki nilai tertinggi sebesar 6,1 dan nilai terendah 4,7. Disamping itu, nilai COP_{Carnot} tertinggi sebesar 9,5 dan nilai terendah 6,5. Efisiensi tertinggi yang berhasil dicapai adalah sekitar 78%, sedangkan efisiensi terendah mencapai nilai 55%. Pada sistem *cold storage* menggunakan mesin *outdoor AC* split modifikasi tersebut didapatkan nilai rata-rata COP_{Actual} sebesar 5,1 dan rata-rata COP_{Carnot} sebesar 7,5 serta nilai rata-rata efisiensi sekitar 69%.

Untuk putaran *extra fan* evaporator *high*. menunjukkan bahwa COP_{Actual} memiliki nilai tertinggi sebesar 5,3 dan nilai terendah 4,7. Disamping itu, nilai COP_{Carnot} tertinggi sebesar 8,4 dan nilai terendah 6,2. Efisiensi tertinggi yang berhasil dicapai adalah sekitar 84%, sedangkan efisiensi terendah mencapai nilai 60%. Pada sistem *cold storage* menggunakan mesin *outdoor AC* split modifikasi tersebut didapatkan nilai rata-rata COP_{Actual} sebesar 4,9 dan rata-rata COP_{Carnot} sebesar 7,0 serta nilai rata-rata efisiensi sekitar 71%.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, semua variasi putaran *extra fan* evaporator layak untuk diterapkan karena semuanya memenuhi persyaratan dalam mencapai temperatur penyimpanan *puree* mangga sebesar 6 °C sehingga mampu memberikan solusi terhadap permasalahan buah mangga pascapanen.

4.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan Observasi yang lebih cermat diperlukan sebelum melakukan penelitian, Diperlukan pelaksanaan survei dan wawancara dengan individu yang memiliki pengalaman terkait penelitian ini, agar tidak hanya bergantung pada referensi dari jurnal penelitian sebelumnya, sangat penting untuk memperhatikan penempatan sensor suhu saat mengambil data, karena kesalahan dalam penempatannya dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam pengambilan data.

4.3. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Politeknik Negeri Indramayu atas dukungannya dalam pengerjaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada tim atas dipublikasikannya penelitian ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setyadjit, Widaninrum, & Prabawati, S. (2005). Agroindustri Puree Mangga: Mengatasi Panen Berlimpah (Agroindustry of mango puree: Solution for surplus harvest). *Warta Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 27(5), 4–5
- [2] Anugrahwati, Y., Wirakartakusumah, A., Kusnandar, F., & Setyadjit. (2005). Perubahan Karakteristik Mutu dan Analisis Kinetika Puree Mangga Selama Penyimpanan. *Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. (pp. 130–140).
- [3] Almaududi, M. (2020). Pengaruh Laju Aliran Udara Masuk Evaporator Terhadap Kapasitas Pendinginan (Coefficient of Performance) dan Kelembapan Udara Pada Sistem Refrigerasi Air Condition. *Edu Elekrika Journal*, 9 (1), 20–23.
- [4] Jaipur National University. (2013). *Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, India Energy Efficiency in Electrical utilities*.

- [5] Wahyu, A. (2018). *Hot Gas Defrost*. <https://www.tptumetro.com/2020/07/hot-gas-defrost.html> [Diakses pada tanggal 22 Juli 2023]
- [6] ASHRAE. (2001). *ASHRAE Fundamental Handbook*. Atlanta, 30.
- [7] Lestrai, S. F. W. (2020). *Gudang Berpendingin (Cold Storage)*. <https://supplychainindonesia.com/gudang-berpendingin-cold-storage/> [Diakses pada tanggal 20 Juli 2023]
- [8] Arora, C.P., 2000, *Refrigeration and Air Conditioning*, Second Edition. Tata McGraw-Hill.