



RANCANG BANGUN AC SPLIT UNTUK PENGERINGAN BIJI KOPI DENGAN MEMANFAATKAN PANAS KONDENSOR BERDASARKAN MASA *REFRIGERANT* DENGAN TEKANAN

¹Kusnandar, ² Muchamad Fauzi Ramadhan, ³Rena Rahayu, ⁴Yudhy Kurniawan

^{1,2,3,4}*Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Indramayu*

JL. Raya Lohbener Lama No. 08 Indramayu 45252

¹*Kusnandar11@gmail.com*

²*fauzi.ramadhan39@gmail.com*

³ayurena6698@gmail.com

⁴*k.yudhy@yahoo.com*

ABSTRAK

Tujuan pembuatan AC split untuk pengeringan biji kopi dengan memanfaatkan panas kondensor agar pengeringan lebih cepat. Metode yang di buat menggunakan AC Split dengan memanfaatkan panas kondensor yang di hembuskan kedalam ruangan melalui ducting. Pada proses ini udara mengalami pemanasan yang di hembuskan dari pembuangan panas kondensor, pada temperatur ini udara mengalami penurunan kelembaban atau berkurangnya kadar air. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengambilan data dan pengolahan data untuk nilai COP berdasarkan masa yaitu 5 dan tekanan 3,85 . Efisiensinya masa yaitu 71% dan tekanan yaitu 57%. Dari perbandingan nilai efisiensi ini jauh lebih tinggi nilai masa di bandingkan nilai tekanan yaitu meningkat menjadi 14%.

Kata kunci : Biji Kopi, Heating Dehumidifier, Kinerja

ABSTRACT

The purpose of making split air conditioners for drying coffee beans by utilizing the condenser heat for faster drying. The method created using Split AC by utilizing the heat of the condenser which is blown into the room through ducting. In this process the air undergoes heating which is blown out of the condenser heat discharges, at this temperature the air experiences a decrease in humidity or a decrease in water content. Based on the results obtained from data collection and data processing for the value of COP based on the mass of 5 and a pressure of 3.85. Mass efficiency is 71% and pressure is 57%. From this comparison the efficiency value is much higher than the mass value compared to the pressure value which is increased to 14%.

Keywords: *Coffee Beans, Heating Dehumidifier, Performance*



I. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas penting di dalam perdagangan dunia yang melibatkan beberapa negara konsumen dan banyak negara produsen salah satunya adalah Indonesia. Indonesia sebagai salah satu negara penghasil kopi di dunia menjadikan produksi kopi tersebut sebagai sumber devisa, pendapatan petani dan penghasil bahan baku industri. Usaha perkebunan kopi di Indonesia dilakukan oleh perkebunan besar seperti PTPN maupun swasta dan juga dari perkebunan rakyat [Siregar, 2009].

Pada tahun 2011 luas areal kopi di Indonesia diperkirakan sebesar 1.254.921 hektar, dimana umumnya diusahakan oleh perkebunan rakyat (95.94%), dan sisanya perkebunan negara (1.77%), serta perkebunan swasta (2.29%). Ditinjau dari produksi, Indonesia menempati urutan ketiga setelah Brazil dan Vietnam [Hanani, 2011]. Keadaan ini terjadi karena produktivitas kopi Indonesia jauh lebih rendah dibandingkan dengan Vietnam. Rendahnya produktivitas kopi Indonesia karena sebagian besar diusahakan oleh perkebunan rakyat, yang terkendala dengan keterbatasan modal dan akses terhadap teknologi yang menghasilkan produk kopi dengan kualitas yang kurang baik. Penyebab rendahnya kualitas kopi salah satunya adalah pemetikan buah kopi yang terlalu dini (petik hijau) dan penanganan pasca panen yang tidak baik, seperti pada proses penjemuran kopi yang dilakukan pada tempat-tempat yang minim sanitasi sehingga mudah terkontaminasi berbagai kotoran. Di

samping itu, penjemuran kopi pasca panen tidak dapat mencapai kadar air maksimum yang diizinkan yakni sebesar 12,5%, mengakibatkan biji kopi sering berjamur [Siregar, 2009].

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa temperatur kabin yang tercapai untuk pengeringan kopi berdasarkan masa *refrigerant* dan tekanan ?
2. Berapa lama waktu yang di butuhkan untuk mencapai suhu yang diinginkan menggunakan panas kondensor berdasarkan masa *refrigerant* dan tekanan ?

Mengingat keterbatasan pengetahuan, kemampuan, saran dan prasarana serta agar ruang lingkup penelitian lebih sistematis dan terarah masalahnya dibatasi untuk pemanfaatan panas kondensor AC split untuk pengeringan biji kopi adalah

1. Tugas Akhir ini hanya membahas bagaimana panas kondensor AC split ini dapat bekerja menurunkan kadar air biji kopi.
2. Alat ini tidak bekerja untuk menurunkan temperatur, tekanan, maupun indikator kenyamanan lainnya.
3. Tidak dilakukanya perhitungan kompresi uap.
4. Berdasarkan masa *Refrigerant* 500 gram dan tekanan 120 psi.

Pengertian Pengeringan

Pengeringan adalah proses pemindahan panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh



media pengeringan yang biasanya berupa panas. Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lebih lama (Anonim,2012).

Dalam pengeringan, keseimbangan kadar air menentukan batas akhir dari proses pengeringan. Kelembapan udara nisbi serta suhu udara pada bahan kering biasanya mempengaruhi keseimbangan kadar air. Pada saat kadar air seimbang, penguapan air pada bahan akan terhenti dan jumlah molekul-molekulair yang akan diuapkan sama dengan jumlah molekulair yang diserap oleh permukaan bahan. Laju pengeringan amat bergantung pada perbedaan antara kadar air bahan dengan kadar air keseimbangan (Siswanto,2004).

Prinsip Pengeringan Biji Kopi

Kombinasi suhu dan lama pemanasan selama proses pengeringan pada komoditi biji-bijian dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan biji. Suhu udara, kelembaban relatif udara, aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar akhir bahan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu atau lama pegeringan (Brooker *et al.*, 1974). Biji kopi yang telah dicuci mengandung air 55%, dengan jalan pengeringan kandungan air dapat diuapkan, sehingga kadar air pada kopi mencapai 8-10%. Setelah dilakukan pengeringan maka

dilanjutkan dengan perlakuan pemecahan tanduk.

Pengeringan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu:

1. Pengeringan dengan menggunakan mesin pengering, dimana pada mesin pengering tersebut terdiri atas tromol besi dengan dindingnya berlubang – lubang kecil (Aak,1980).
2. Pengeringan dengan sinar matahari, dengan cara semua biji kopi diletakkan dilantai penjemuran secara merata.

Dehumidifier

Yaitu sebuah alat yang berfungsi untuk mengurangi kandungan uap air dalam suatu ruangan, sehingga kadar kelembaban menjadi rendah dengan melalui proses yang dinamakan dehumidifikasi. Dehumidifikasi sendiri yaitu merupakan proses pengurangan kadar air didalam udara. *Dehumidifier* juga berasal dari kata *dehumidify* artinya mengurangi kelembaban. Kelembaban adalah banyak uap air yang terkandung dalam udara.

Adapun alat yang akan digunakan untuk proses penelitian ini menggunakan jenis *Refrigerant dehumidifier* adalah yang sering digunakan, karena dapat dengan mudah dioperasikan dan efektif dalam sebagian besar aplikasi domestik maupun komersial. *Refrigerant dehumidifier* sangat cocok digunakan pada lingkungan yang bertemperatur hangat dengan kadar kelembaban relatif udara yang cukup rendah.

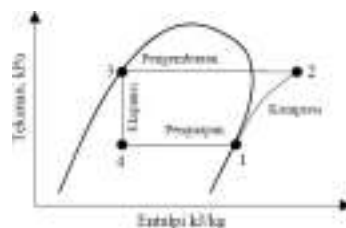


Cara kerja dari jenis dehumidifier ini sangat tergantung pada proses refrigerasi kompresi uap, karena memanfaatkan evaporator dan kondensor. Dimana udara yang masuk dialirkan melewati evaporator terlebih dahulu untuk menghasilkan udara dingin dengan kandungan uap air yang cenderung tinggi kemudian udara tersebut dialirkan kembali menuju kondensor. Fungsi dari kondensor dalam proses dehumidifikasi ini yaitu untuk menyerap kandungan uap air udara yang sebelumnya melewati evaporator sehingga udara yang dihasilkan cenderung hangat dan kering.



Gambar 1.1 Proses Refrigerant Dehumidifier

Pada diagram P-h, siklus refrigerasi kompresi uap dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1.2 Siklus Sistem Refrigerasi Pada Diagram P-h

1) Kompresi

Proses ini berlangsung di kompresor secara isentropik adiabatik. Kondisi awal refrigeran pada saat masuk di kompresor

adalah uap jenuh bertekanan rendah, setelah dikompresi refrigeran menjadi uap bertekanan tinggi. Besarnya kerja kompresi per satuan massa refrigeran bisa dihitung dengan rumus:

$$q_w = h_2 - h_1 \dots \dots \dots (1)$$

Besarnya daya kerja kompresi yang dilakukan: $Q_w = \dot{m} q_w \dots \dots \dots (2)$

Sistem Kompresi Uap pada AC Split

Sistem kompresi uap merupakan dasar sistem refrigerasi yang terbanyak digunakan, dengan komponen utamanya adalah kompresor, evaporator, alat ekspansi (*Throttling Device*), dan kondensor. Keempat komponen tersebut melakukan proses yang saling berhubungan dan membentuk siklus refrigerasi kompresi uap. Pada sistem ini juga terdapat refrigeran atau fluida yang digunakan sebagai media penyerap panas dari kabin atau ruangan yang dikondisikan ke dalam sistem, kemudian dihantarkan dan membuang panas tersebut ke lingkungan. Pada AC split yang digunakan untuk pemanas dehumidifier menggunakan system kompresiuap.

Sistem yang terjadi pada sistem refrigerasi kompresi uap merupakan sistem tertutup. dimana,

Q_w = Daya kompresi yang dilakukan(kW)

\dot{m} = Laju aliran massa refrigeran(kg/s)

q_w = kerja kompresi yang dilakukan(kJ/kg)

h_2 = entalpi refrigeran masuk kompresor (kJ/kg)

h_1 = entalpi refrigeran masuk



kompresor(kJ/kg)

2) Kondensasi

Proses ini berlangsung di kondensor. Refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi keluar dari kompresor membuang kalor sehingga fasanya berubah menjadi cair.

Besar panas per satuan massa refrigeran yang dilepaskan di kondensor dinyatakan sebagai :

$$q_c = h_2 - h_3 \dots\dots\dots(3)$$

Besarnya kapasitas kondensor yang dilakukan:

$$Q_c = \dot{m} \times q_c \dots\dots\dots(4)$$

dimana,

Q_c = Kapasitas

pembuangan

panas(kW)

\dot{m} = Laju aliran

massa refrigeran(kg/s)

q_c = kalor yang dilepas

oleh kondensor (kJ/kg) h_2 =

entalpi refrigeran masuk

kondensor (kJ/kg) h_3 = entalpi

refrigeran keluar

kondensor(kJ/kg)

3) Ekspansi

Proses ini berlangsung secara isoentalpi, hal ini berarti tidak terjadi penambahan entalpi tetapi terjadi drop tekanan dan penurunan temperatur. Proses penurunan tekanan terjadi pada katup ekspansi yang berbentuk pipa kapiler atau *orifice* yang berfungsi mengatur laju aliran refrigeran dan menurunkan tekanan.

$$h_3 = h_4 \dots\dots\dots(5)$$

dimana,

h_3 = entalpi refrigeran saat

masuk ekspansi (kJ/kg) h_4 =

entalpi refrigeran saat keluar

ekspansi (kJ/kg)

4) Evaporasi

Proses ini berlangsung di evaporator secara isobar isothermal. Refrigeran dalam wujud cair bertekanan rendah menyerap kalor dari lingkungan / media yang didinginkan sehingga wujudnya berubah menjadi gas bertekananrendah.

Besarnya kalor yang diserap oleh evaporator adalah: $q_e = h_1 - h_4 \dots(6)$

Besarnya kapasitas kondensor yang dilakukan:

$$Q_e = \dot{m} \times q_e \dots\dots\dots(7)$$

dimana,

Q_e = Kapasitas pendinginan(kW)

\dot{m} = Laju aliran massa

refrigeran(kg/s)

q_e = kalor yang diserap oleh

evaporator (kJ/kg)

h_4 = entalpi refrigeran masuk

evaporator (kJ/kg)

h_2 = entalpi refrigeran keluar

evaporator(kJ/kg)

Koefisien Kinerja (COP) Pada Sistem Kompresi Uap

Perbandingan antara besarnya kalor dari lingkungan yang dapat diambil oleh panas buang kondensor dengan kerja kompresor yang harus dilakukan disebut sebagai koefisien kinerja (*coeffisient of perfomance, COP*).

$$COP_{Actual} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} \text{ atau } Q_c :$$

Q_w

Konsep dehumidikasi

1. Pengertian Psikrometrik

Psikometrik merupakan ilmu yang membahas tentang sifat-sifat campuran udara dengan uap air, dan ini mempunyai arti yang sangat penting dalam pengkondisianudara.



2. Sifat-sifat fisik adaPsikrometrik

Beberapa sifat yang digunakan sebagai landasan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

proses pada karta psikometrik adalah garis vertikal ke arah bawah (Gambar1.6).

Perhitungan Beban Pemanasan

1. Beban Melalui Dinding

Untuk mengetahui beban dinding dapat menggunakan rumus:

Beban eksternal terdiri dari dinding, lantai, atap,dan radiasi matahari. Namun karena dalam penelitian ini room (kabin) tidak langsung terkena sinar matahari maka dapat di asumsikan tidak ada beban radiasi matahari (fenestrasi).

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Keterangan :

Q = Cooling load(Watt)

U = Overallheat transfer

coefficient, (W/m²K) A

= Area(m²)

ΔT = PerbedaanTemperatur(K)

2. Beban Produk

Untuk mengetahui beban orang dapat menggunakan rumus [7] :

$$Q_{\text{prod}} = m \times c_p \times \Delta T / n \cdot 3600s$$

Keterangan:

Q_{prod} = beban produk ikan (Watt)

C_p = panas spesifik ikan(kJ/kg.K)

ΔT = perbedaan temperature(K)

n = lama waktupemanasan

II. METODE PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian yang dilakukan adalah:

1. Perencanaan

Tahapan perencanaan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Melakukan *survey / observasi* dan wawancara langsung dilokasi mitra mengenai problem yang terjadi selama memanfaatkan pengering ikanalami/konvensional
- Melakukan studi pustaka terkait dengan menentukan metode dan sistem yang tepat untuk permasalahan pengawetan ikan dalam pengeringan
- Merancang alat pengering dengan terlebih dahulu menghitung parameter – parameter apa saja yang akan diperlukan dalam mendesain system pengering yang menggunakan metode *heating dehumidifikasi* yang memanfaatkan AC split dengan refrigerant ramah

lingkungan, seperti parameter temperature pengeringan, kelembaban relative(RH), laju aliran udara, dan waktu pengeringan[4]. Perhitungan kapasitas pengeringan berdasarkan data-data rancangan dan plot diagram psikrometrik.

2. Pelaksanaan

Tahapan ini adalah proses pembuatan unit atau alat pengering dengan *metode heating dehumidifier*, termasuk pengujian dan pengambilan data untuk dianalisa

3. Evaluasi

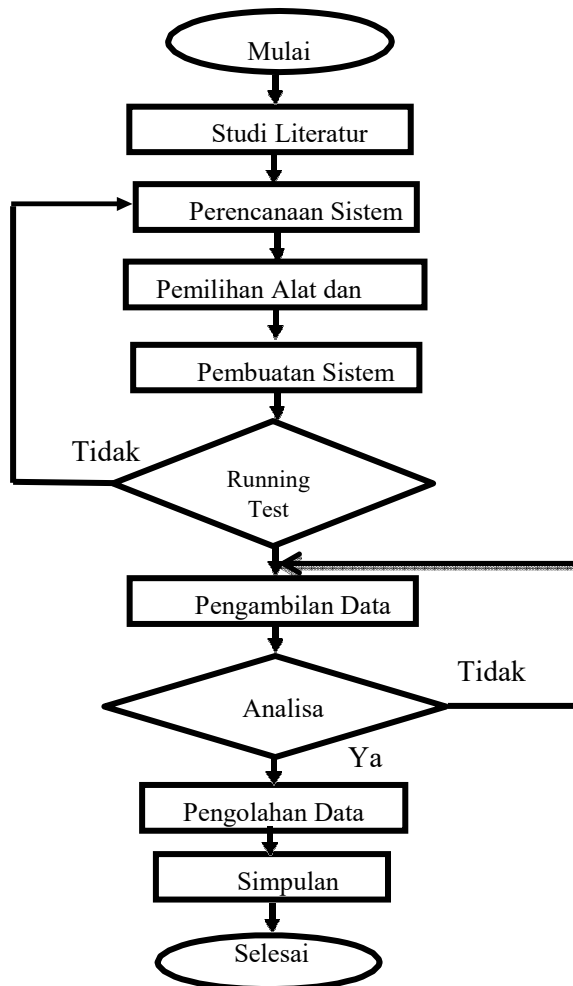
Tahapan selanjutnya setelah merencanakan dan



melaksanakan penelitian adalah mengevaluasi semua tahapan yang sudah dijalankan berdasarkan peubah yang ditetapkan dan menarik kesimpulan dari hasil kegiatan ini.

Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui alur kerangka dasar yang sudah direncanakan sebelumnya dengan tahapan-tahapan alur sebagai berikut.



Gambar 2.1 *Flowchart* Kegiatan Penelitian Spesifikasi Rancangan Alat

Sebelum melakukan pembuatan alat penelitian, terlebih dahulu menentu-kan spesifikasi atau rancangan dari alat *heating dehumidifier*, dengan mempertimbangkan kemampuan kerja dari sistem kompresi uap AC Split. Spesifikasi yang diajukan, yaitu :

- Menggunakan AC Split 1 pk dengan bahan pendingin / refrigeran R32.
- Kabin untuk ruang sistem menggunakan bahan kayu triplek 6 mm dan Plat 2 mm. Berdimensi panjang 45 cm, lebar 45 cm, dan tinggi 45cm.
- Menggunakan *heater* 130 watt sebanyak 2buah.
- Ducting, dipergunakan sebagai saluran udara di unit AC menuju ke ruangpengering.

Perhitung Rancangan

Tabel. 3.1 Bahan yang di pakai

N	Bahan	Ketebalan (M)	Therma l Conductivity (W/m.K)	Therma l Conductance (W/m ² .K)
1	Koefisien Udara Permu kaan Luar (Fo)	-	-	22.7
2	Papan Triplek	0.006	0.13	-
3	Plat Seng	0.002	116	-
4	Koefisien Udara Permu kaan Dalam	-	-	9.37

- Tidak pakai heater



$$\begin{aligned}
 \text{Heating Load} &= Q_{\text{konduksi}} + Q_{\text{produk}} \\
 &= 81,27 \text{ Watt} + 2025 \text{ watt} \\
 &= 2.106,27 \text{ Watt} \\
 \text{Saefty Factor} &= 10\% \times \text{Beban keseluruhan} \\
 &= 10\% \times 2.106,27 \text{ watt} \\
 &= 210,6 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Heating Load Total} &= 2.106 \text{ Watt} + 210,6 \text{ Watt} \\
 &= 2.316,6 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

b. Pakai Heater

$$\begin{aligned}
 \text{Heating Load} &= Q_{\text{konduksi}} + Q_{\text{produk}} + Q_{\text{heater}} \\
 &= 81,27 \text{ Watt} + 2025 \text{ watt} + 260 \text{ Watt} \\
 &= 2.366,27 \text{ Watt} \\
 \text{Saefty Factor} &= 10\% \times \text{Beban keseluruhan} \\
 &= 10\% \times 2.366,27 \text{ watt} \\
 &= 236,6 \text{ Watt} \\
 \text{Heating Load total} &= 2.366,27 \text{ watt} + 236,6 \text{ watt} \\
 &= 2.602,87 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut didapatkan kapasitas pengering dalam QC (Kapasitas Kondensor) sebesar 2316 Watt tidak menggunakan heater dan 2602 Watt maka untuk alat *Heating Dehumidifier* dapat dimaksimalkan uaidengantotalpadaperhitungan(8)QC 2.900 Watt, sehingga dapat memenuhi untuk pengeringan tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengambilan data, maka data yang telah didapatkan tersebut diolah untuk mengetahui hasil dari sistem yang telah dirancang.

Perhitungan COP (Coefisien Of Performance) dari Sistem Kompresi Uap

- Menggunakan pengisian *refrigerant* 120 psi :
 Temperatur in kondensor = 68 °C
 Temperatur in evaporator = 17 °C
 Dapat diperoleh dari diagram P-h yaitu :
 $H_1 = 425 \text{ KJ/kg}$
 $H_2 = 460 \text{ KJ/kg}$
 $H_3 = h_4 = 325 \text{ KJ/kg}$

Kerja kompresi adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_w &= h_2 - h_1 \\
 &= 460 \text{ KJ/kg} - 425 \text{ KJ/kg} \\
 &= 35 \text{ KJ/kg}
 \end{aligned}$$

Kalor yang dibuang oleh kondensor adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_c &= h_2 - h_3 \\
 &= 460 \text{ KJ/kg} - 325 \text{ KJ/kg} \\
 &= 135 \text{ KJ/kg}
 \end{aligned}$$

Maka nilai COP untuk sistem dapat diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{COP} &= q_c / q_w \\
 &= 135 \text{ KJ/kg} / 35 \text{ KJ/kg} \\
 &= 3,85
 \end{aligned}$$

COP carnot = $\frac{T_{\text{kondensor}}}{T_{\text{kondensor}} - T_{\text{evaporator}}}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{341 \text{ K}}{341 \text{ K} - 290,5 \text{ K}} \\
 &= \frac{341 \text{ K}}{50,5 \text{ K}} \\
 &= 6,75
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi} &= \frac{\text{COP aktual}}{\text{COP carnot}} \\
 &= \frac{3,85 \text{ KJ/kg}}{6,75 \text{ K}} \times
 \end{aligned}$$

100 %



$$= 0,57 = 57 \%$$

- *refrigerant* berat 550 gram :
 Temperatur in kondensor = 63 °C
 Temperatur in evaporator = 17 °C

Dapat diperoleh dari diagram P-h yaitu :

$$H1 = 425 \text{ KJ/kg}$$

$$H2 = 455 \text{ KJ/kg}$$

$$H3=h4 = 305 \text{ KJ/kg}$$

Kerja kompresi adalah :

$$\begin{aligned} Q_w &= h_2 - h_1 \\ &= 455 \text{ KJ/kg} - 425 \text{ KJ/kg} \\ &= 30 \text{ KJ/kg} \end{aligned}$$

Kalor yang dibuang oleh kondensor adalah :

$$\begin{aligned} Q_c &= h_2 - h_3 \\ &= 455 \text{ KJ/kg} - 305 \\ &\text{KJ/kg} \\ &= 150 \text{ KJ/kg} \end{aligned}$$

Maka nilai COP untuk sistem dapat diketahui :

$$\begin{aligned} \text{COP} &= q_c/q_w \\ &= 150 \text{ KJ/kg} / 30 \text{ KJ/kg} \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\text{COP carnot} = \frac{T_{\text{kondensor}}}{T_{\text{kondensor}} - T_{\text{evaporator}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{336 \text{ K}}{336 \text{ K} - 290,5 \text{ K}} \\ &= \frac{336 \text{ K}}{45,5 \text{ K}} \\ &= 7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{\text{COP aktual}}{\text{COP carnot}} \\ &= \frac{5 \text{ KJ/kg}}{7 \text{ K}} \times 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% & \\ &= 0,71 = 71 \%$$

°C dan untuk pengisian dengan berat 550 gram 61,2 °C. Dari pengambilan data tersebut sesuai dengan perancangan suhu yang di inginkan mencapai 60 °C di dalam kabin untuk pengeringa biji kopi.

2. Waktu yang di capai untuk pengeringan biji kopi dengan pengisian *refrigerant* berat 550 gram 50 menit dan untuk tekanan 120 psi mencapai waktu 140 menit. Dari data tersebut bahwa pengisian *refrigeran* menggunakan berat 550 gram lebih baik di banding tekanan 120 psi.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yakni :

1. Temperatur *heating dehumidifier* menggunakan pengisian *refrigerant* 120 psi mencapai 60,7



V. DAFTAR PUSTAKA

- Elatar, Ahmed., 2018. Evaluation of flammable volume in the case of a catastrophic leak of R-32 from a rooftop unit. *International Journal of Refrigeration*, Volume 91, pp. 39-45
- Pita,Edward G. 2002.*Air Conditioning Principles and Systems*. Ohio.Prentice Hill
- Kusnandar,Gusniawan,2016. Kajian Eksperimental Heat Exchaner Pada Heat Pump Menggunakan Refrijeran Hidrokarbon. *Jurnal Mechanical Unila*. Volume 7. Nomor 1. Pp. 9-14
- Kusnandar,Fajar Sentosa,2016.Analisa Performansi Heat Pump Menggunakan Counter Flow Heat Exchangers. *Jurnal Teknologi Terapan (JTT) Polindra*. Volume 2 Nomor 2.
- Kusnandar, 2018. Analisa Performansi Mesin Pengkondisi Udara Menggunakan Refrigerant R32. *Seminar Nasional Penelitian Pengabdian Masyarakat, Universitas Bangka Belitung*.
- Kusnandar, Yudhy Kurniawan, Yusup Nur Rohmat, 2018. Analisa Panas Kondensor Pada AC Split Menggunakan refrigerant R32, *Seminar Nasional Keteknikan, Universitas Khoirun, Ternate*