

# ANALISA PERFORMANSI MESIN PENGKONDISI UDARA MENGUNAKAN REFRIJERAN R-32

Kusnandar<sup>1,a</sup>, Yudhy Kurniawan<sup>1,b</sup>, Yusup Nur Rohmat<sup>2,c</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Indramayu  
Mesin Jalan Raya Lohbener Lama No.8 Indramayu  
Jawa Barat,45252

<sup>a)</sup> email: kusnandar11@gmail.com,

<sup>b)</sup> email: k.yudhy@yahoo.com,

<sup>c)</sup> email: yusupnurrohmat@gmail.com

## ABSTRAK

Siklus kompresi uap merupakan salah satu siklus yang digunakan untuk system refrigerasi mekanik, dimana uap refrijeran akan dikompresi oleh kompresor sebagai komponen utama disamping komponen lainnya seperti kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Pada siklus kompresi uap ini menggunakan Refrijeran R-32 yang merupakan refrijeran yang ramah lingkungan dan mulai digunakan untuk mesin pengkondisi udara. Penelitian ini menitikberatkan pada nilai *Coefficient of Performance* (COP) untuk mesin pengkondisi udara dengan kapasitas 1 PK atau setara dengan 745 W. Didapatkan hasil dari penelitian ini besarnya COP aktual sebesar 4,1 dan 5,6 sedangkan COP carnot sebesar 6,1 dan 7,1, sehingga nilai efisiensi dari mesin pengkondisi udara ini adalah sebesar 67,21% dan 78,87 %.

**Kata kunci:** Kompresi uap, COP, Kompresor, R-32, efisiensi

## PENDAHULUAN

Pengkondisi udara merupakan alat untuk mendinginkan udara atau seringkali disebut *Air Conditioning* (AC). Untuk dapat menghasilkan proses sirkulasi udara yang membuat udara dalam suatu ruangan menjadi sejuk cenderung dingin, AC memiliki beberapa komponen penyusun. Beberapa komponen tersebut antara lain:

### 1. Kompresor

Kompresor merupakan komponen utama pada system refrigerasi yang mempunyai fungsi untuk mensirkulasikan refrigerant ke system dengan cara mengkompresi dan menghisap refrigerant.

### 2. Kondensor

Komponen yang selanjutnya adalah kondensor yang terbuat dari pipa berbahan tembaga. Komponen ini berfungsi sebagai pelepas suhu panas udara yang terbawa oleh Freon untuk dilepas menjadi udara dingin di ruangan.

### 3. Katup Ekspansi

Katup ekspansi sebagai komponen untuk menurunkan tekanan sekaligus meneurunkan temperatur refrijeran yang nantinya akan berubah fasanya menjadi fasa cair yang selanjutnya akan dialirkan melalui saluran menuju evaporator.

### 4. Evaporator

Komponen pertama adalah evaporator. Evaporator pada ac jenis ini diproduksi dari pipa berbahan tembaga dengan panjang serta diameter yang disesuaikan. Desain evaporator sengaja dibuat berlekuk-lekuk untuk menghemat tempat dan mampu menyerap suhu panas pada udara ruangan secara efektif.

### 5. Refrigerant

*Refrigerant* adalah zat yang akan dikompresi dan mudah diubah wujudnya dari gas menjadi cair ataupun dari cair ke gas. *Refrigerant* atau yang sering kita sebut freon adalah cairan yang menyerap panas

pada suhu rendah dan menolak panas pada suhu yang lebih tinggi. Refrijeran yang digunakan didalam penelitian ini menggunakan Jenis refrijeran R-32 dimana salah satu jenis refrijeran yang ramah terhadap lingkungan, yaitu rendahnya nilai *Global Warming Potential* (GWP) atau nilai pemanasan global.

Penggunaan R-32 masih sangat sedikit untuk mesin pengkondisi udara dikarenakan refrijeran jenis ini merupakan refrijeran baru yang akan menggantikan refrijeran jenis R-22 yang banyak digunakan untuk dan sudah dilarang lagi penggunaannya melalui *Kagali Amandement* pada tahun 2016.

## METODE PENELITIAN

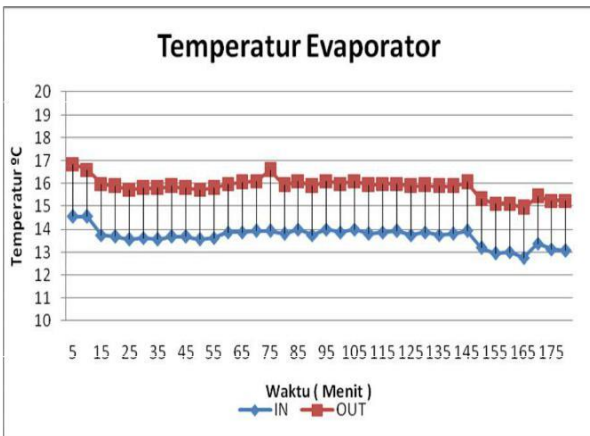
Metodelogi yang digunakan dalam penelitian ini melakukan pembuatan alat pengkondisi udara terlebih dahulu yang dirancang menentukan spesifikasi atau rancangan dari alat heating dehumidifier, dengan mempertimbangkan kemampuan kerja dari sistem kompresi uap dari mesin pengkondisi udara tersebut ( AC Split). Adapun spesifikasi teknis dari mesin pengkondisi udara yang di jadikan objek pada penelitian ini, antara lain:

1. Menggunakan mesin pengkondisi udara jenis AC Split 1 PK dengan jenis menggunakan *refrijeran* R-32.
2. Data-data yang ada pada data spesifikasi yang tertera di nameplate adalah konsumsi daya listrik 750 Watt, arus listrik 3,4 A, dan tegangan yang dipersyaratkan 220 Volt.
3. Kabin untuk ruang pengering berbahan plat aluminium ketebalan 0,7 mm berdimensi panjang 80 cm, lebar 60 cm dan tinggi 40 cm.
4. Saluran Udara atau Ducting berbahan Acrylic dengan luas penampang 1102 cm<sup>2</sup>.

5. Tabung / Silinder sebagai wadah gabah didalam kabin berbahan plat besi dengan ukuran diameter 20 cm dan tinggi 34 cm.

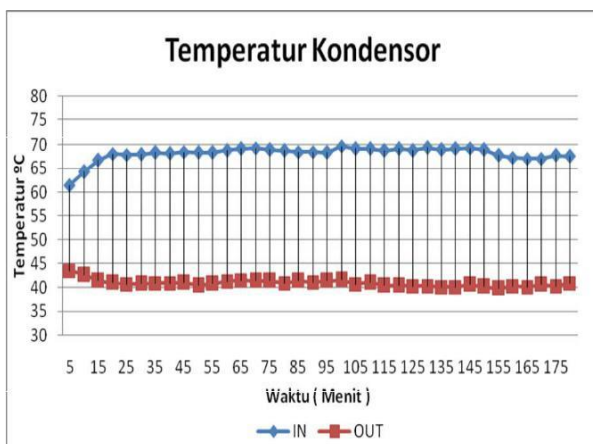
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil dari penelitian ini dengan mengambil data dari evaporator, kondensor dan kompresor. Data yang diambil antara lain yaitu data temperatur dan tekanan. Pengambilan data dilakukan setiap 5 (menit) sekali selama kurang lebih 3 (tiga) jam untuk mendapatkan keadaan yang stabil dari mesin pengkondisian udara ini. Adapun data evaporator yang diperoleh paling rendah didapat 12,75°C dan paling tinggi didapat 14,56°C, sedangkan data keseluruhan dari temperatur evaporator ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 1.



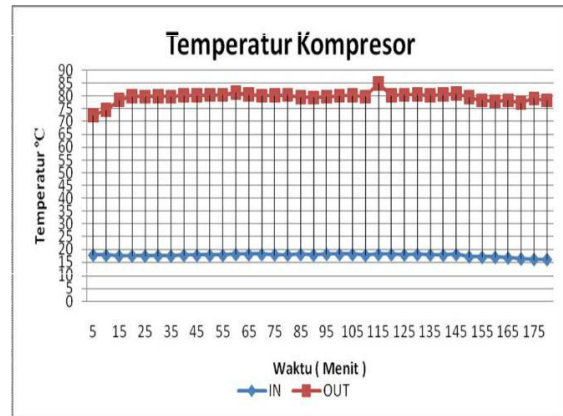
**Gambar 1.** Grafik temperatur evaporator

Sedangkan data dari kondensor yang diperoleh paling rendah didapat 61,5 °C dan paling tinggi didapat 69,69°C, sedangkan data keseluruhan dari temperatur kondensor ditunjukkan dalam bentuk grafik dibawah



**Gambar 2.** Grafik temperatur kondensor

Adapun data dari kompresor yang diperoleh paling rendah didapat 72,37 °C dan paling tinggi didapat 80,94°C, sedangkan data keseluruhan dari temperatur kompresor ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 3. Adapun mesin pengondisi udara sebagai objek penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



**Gambar 3.** Grafik temperatur kompresor



**Gambar 4.** Penampang depan evaporator



**Gambar 5.** Penampang depan kondensor

**Perhitungan Performasi**

Menghitung performasi dengan menggunakan data temperatur yang paling rendah didapat melalui persamaan matematik sebagai berikut:

Temperatur kondensor = 61,50 °C => 334,50 K

Temperatur evaporator = 14,56 °C => 287,56 K Didapat dari memplot dari diagram PH, sebagai berikut:

h<sub>1</sub> = 525 kJ/kg  
 h<sub>2</sub> = 565 kJ/kg  
 h<sub>3</sub> = h<sub>4</sub> = 340 kJ/kg

Kerja kompresi

q<sub>w</sub> = h<sub>1</sub>-h<sub>2</sub>  
 = 565 kJ/kg – 525 kJ/kg  
 = 40 kJ/kg

Kalor yang dibuang kondensor

q<sub>c</sub> = h<sub>2</sub> – h<sub>3</sub>  
 = 565 kJ/kg – 340 kJ/kg  
 = 225 kJ/kg

Besarnya kapasitas kondensor yang dihasilkan:

$$Q_c = x q_c$$

$$Q_c = x q_c$$

$$= 0,0175 \text{ kg/s} \times 225 \text{ kJ/kg}$$

$$= 3,9375 \text{ kW}$$

Efek refrigerasi

$$q_e = h_1 - h_4$$

$$= 525 \text{ kJ/kg} - 340 \text{ kJ/kg}$$

$$= 185 \text{ kJ/kg}$$

Sehingga didapat Nilai COP adalah

$$COP_{\text{carnot}} = \frac{\text{Temperatur kondensor}}{(\text{Temperatur kondensor}) - (\text{Temperatur evaporator})}$$

$$= \frac{61,50 + 273}{(61,50 + 273) - (14,56 + 273)}$$

$$= \frac{334,50}{334,50 - 287,56}$$

$$= 7,1$$

$$COP_{\text{actual}} = \frac{q_c}{q_w}$$

$$= \frac{225}{40}$$

$$= 5,6$$

Dengan demikian efisiensi refrigerasi didapat

$$\eta = \frac{COP_{\text{actual}}}{COP_{\text{carnot}}} \times 100 \%$$

$$= \frac{5,6}{7,1} \times 100 \%$$

$$= 78,87 \%$$

Menghitung performansi dengan menggunakan data temperatur yang paling tinggi didapat melalui persamaan matematik sebagai berikut:

Menggunakan data tertinggi

$$\text{Temperatur in kondensor} = 69,69^{\circ}\text{C} \Rightarrow 342,69 \text{ K}$$

$$\text{Temperatur in evaporator} = 13,88^{\circ}\text{C} \Rightarrow 286,88 \text{ K}$$

$$h_1 = 519 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 575 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = h_4 = 345 \text{ kJ/kg}$$

Kerja kompresi

$$q_w = h_2 - h_1$$

$$= 575 \text{ kJ/kg} - 519 \text{ kJ/kg}$$

$$= 56 \text{ kJ/kg}$$

Kalor yang dibuang kondensor

$$q_c = h_2 - h_3$$

$$= 575 \text{ kJ/kg} - 345 \text{ kJ/kg}$$

$$= 230 \text{ kJ/kg}$$

Besarnya kapasitas kondensor yang dihasilkan:

$$Q_c = x q_c$$

$$Q_c = x q_c$$

$$= 0,0125 \text{ kg/s} \times 230 \text{ kJ/kg}$$

$$= 2,875 \text{ kW}$$

Efek refrigerasi

$$Q_e = h_1 - h_4$$

$$= 519 \text{ kJ/kg} - 345 \text{ kJ/kg}$$

$$= 174 \text{ kJ/kg}$$

Sehingga didapat nilai COP adalah

$$COP_{\text{carnot}} = \frac{\text{Temperatur kondensor}}{(\text{Temperatur kondensor}) - (\text{Temperatur evaporator})}$$

$$= \frac{69,69 + 273}{(69,69 + 273) - (13,88 + 273)}$$

$$= \frac{342,69}{342,69 - 286,88}$$

$$= 6,1$$

$$COP_{\text{actual}} = \frac{q_c}{q_w}$$

$$= \frac{230}{56}$$

$$= 4,1$$

Efisiensi Refrigerasi

$$\eta = \frac{COP_{\text{actual}}}{COP_{\text{carnot}}} \times 100 \%$$

$$= \frac{4,1}{6,1} \times 100 \%$$

$$= 67,21 \%$$

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini bahwa nilai COP actual yang diperoleh adalah sebesar 4,1 dan 5,6. Sedangkan nilai dari efek refrigerasi (pendinginan) sebesar 174 kJ/kg dan 185 kJ/kg, dengan nilai efisiensi dari mesin pengondisi udara ini adalah sebesar 67,21% dan 78,87%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Politeknik Negeri Indramayu (Polindra) yang dalam hal ini mendanai kegiatan penelitian ini khususnya kepada Unit P3M sebagai unit koordinator untuk menangani semua kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat ini di lingkungan internal kampus Polindra. Juga kepada semua pihak yang terlibat mulai dari para dosen, teknisi dan mahasiswa di Laboratorium Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara di Polindra.

## REFERENSI

- Elatar, Ahmed., 2018. Evaluation of flammable volume in the case of a catastrophic leak of R-32 from a rooftop unit. International Jurnal of Refrigeration, Volume 91, pp. 39-45
- Pita, Edward G. 2002. Air Conditioning Principles and Systems. Ohio. Prentice Hill
- Kusnandar, 2016. Kajian Eksperimental Heat Exchanger Pada Heat Pump Menggunakan Refrijeran Hidrokarbon. Jurnal Mechanical Unila. Volume 7. Nomor 1. Pp. 9-14
- Kusnandar, 2016. Analisa Performansi Heat Pump Menggunakan Counter Flow Heat Exchangers. Jurnal Teknologi Terapan (JTT) Polindra. Volume 2 Nomor 2.