

## PERBANDINGAN COP AC SPLIT KAPASITAS 1 PK MENGGUNAKAN R410a dan R32 DENGAN VARIASI KECEPATAN FAN EVAPORATOR

Kusnandar<sup>1\*</sup>, Yudhy Kurniawan<sup>2)</sup>, Bobi Khoerun<sup>3)</sup>, Yusup Nur Rohmat<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu, Indonesia

<sup>4</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indonesia

\*Email: [kusnandar11@gmail.com](mailto:kusnandar11@gmail.com)

### INFORMASI ARTIKEL

Submitted:  
04/12/2019

Revised:  
14/01/2020

Accepted:  
25/01/2020

Online-Published:  
31/01/2020

### ABSTRAK

Mesin pengkondisi udara atau biasa disebut dengan Air Conditioning (AC) Split merupakan salah satu mesin pengkondisi udara yang bekerja dengan siklus kompresi uap. Siklus kompresi uap merupakan salah satu siklus yang digunakan untuk sistem refrigerasi mekanik, dimana uap refrigerant akan dikompresi oleh kompresor sebagai komponen utama disamping komponen lainnya seperti kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Penelitian ini menitikberatkan pada Coefficient of Performance (COP) AC Split dengan Perbandingan Refrigerant R410a dan R32 dengan variasi berdasarkan putaran Fan Evaporator. Metode analisa ini menggunakan dua AC Split 1PK dengan refrigerant yang berbeda yaitu refrigerant R32 dan R410a, serta memvariasikan pada mode Low, Medium dan High dengan kecepatan aliran udara pada masing-masing mode adalah 1,2 m/s, 1,5 m/s dan 1,9 m/s. Dari hasil perhitungan COP pada refrigerant R410a sebesar 8,13 dan COP pada refrigerant R32 sebesar 5,3. Kemudian efisiensi yang dihasilkan pada R410a sebesar 72,8% dan R32 sebesar 70,67. Sehingga Performansi AC Split dengan refrigerant R410a memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan AC Split dengan refrigerant R32.

**Kata kunci:** COP, AC Split, Refrigerant, R410a, R32, Efisiensi

### ABSTRACT

Air Conditioning Split or AC Split is one of the air conditioning system that works by using a vapor compression system. The vapor compression system is one of the most cycles used for mechanical refrigeration systems, while the vapor refrigerant will be compressed by the compressor as the main component in addition to other components such as condensers, expansion valves and evaporators. This research focuses on AC Split Coefficient of Performance (COP) with Comparison of Refrigerants R410a and R32 with variations speed based on the Evaporator Fan speed. This analysis method uses two AC Split each capacity is 1PK with two different of refrigerants R32 and R410a, as well as varying in Low, Medium and High-level speed with air flow velocity in each mode respectively 1.2 m/s, 1.5 m/s and 1.9 m/s. From the result that COP on R410a refrigerant is 8.13 and COP on R32 refrigerant is 5.3. And also, the efficiency of R410a is 72.8% and R32 is 70.67%. So, AC Split with refrigerant R410a has better COP compared with AC Split with refrigerant R32.

**Keywords:** COP, AC Split, Refrigerants, R410a, R32, Efficiency

© 2019 The Authors. Published by  
Turbulen: Jurnal Teknik Mesin

doi:<http://dx.doi.org/10.36767%2Fturbulen.v2i2.553>

## 1. PENDAHULUAN

Air Conditioning (AC) adalah proses menghilangkan panas dan kelembaban dari interior

ruang yang ditempati, untuk meningkatkan kenyamanan penghuni. Pendingin udara dapat digunakan di lingkungan domestik dan komersial.

AC sering menggunakan kipas atau fan untuk mendistribusikan udara AC ke ruang yang ditempati seperti gedung atau mobil untuk meningkatkan kenyamanan termal dan kualitas udara dalam ruangan. Unit AC berbasis pendingin listrik berkisar dari unit-unit kecil yang dapat mendinginkan kamar tidur kecil, yang dapat dibawa oleh satu orang dewasa, ke unit-unit besar yang dipasang di atap menara kantor yang dapat mendinginkan seluruh bangunan.

Pendinginan biasanya dicapai melalui siklus pendinginan, tetapi terkadang penguapan atau pendinginan bebas digunakan. Sistem pendingin udara juga dapat dibuat berdasarkan desiccants (bahan kimia yang menghilangkan kelembaban dari udara) dan pipa tembaga yang dapat mendistribusikan siklus refrigeran yang dikompresi oleh kompresor sehingga mempunyai temperature dan tekanan yang tinggi kemudian refrigerant tersebut dialirkan melalui kondensor sebagai heat exchanger untuk membuang panas refrigerant tersebut sehingga setelah dari kondensor akan memasuki katup ekspansi yang akan menurunkan tekanan refrigerant . Dengan turunnya tekanan otomatis temperature yang tadi sudah turun oleh kondensor kemudian akan bertambah turun lagi di katup ekspansi sehingga refrigeran yang keluar dari katup ekspansi akan memiliki temperature dan tekanan yang rendah dan berfasa cair yang selanjutnya dialirkan ke evaporator yang biasanya disebut indoor unit pada AC Split. Selanjutnya di evaporator ini terjadi perpindahan panas antara refrigerant dengan udara yang akan didinginkan ke ruangan yang dikondisikan.

Proses pendinginan atau refrigerasi hakekatnya merupakan proses pemindahan energi panas yang terkandung dalam ruangan tersebut. Sesuai dengan hukum kekekalan energi maka kita tidak dapat menghilangkan energi tetapi hanya dapat memindahkannya dari substansi dan substansi lainnya. Untuk keperluan pemindahan energi panas ruang, dibutuhkan suatu fluida penular kalor yang disebut *refrigerant* (Elatar, Ahmed., 2018).

Sistem kompresi gas atau uap merupakan mesin refrigerasi yang berisi fluida penular kalor (*refrigerant*) yang bersirkulasi terus menerus. Selama bersirkulasi di dalam unitnya maka refrigerant tersebut akan selalu mengalami perubahan wujud dari gas ke *liquid* dan kembali ke gas. Proses tersebut berlangsung pada suhu dan tekanan yang berbeda, yaitu tekanan tinggi dan pada tekanan rendah. Tekanan tinggi diperoleh karena adanya efek kompresi, yang dikerjakan oleh kompresor. Oleh karena itu sistem refrigerasi ini lazim disebut sebagai sistem kompresi gas atau uap.

Proses atau siklus pada mesin refrigerasi kompresi uap meliputi empat proses utama yaitu kompresi, kondensasi, ekspansi dan evaporasi. Keempat proses tersebut terjadi secara berulang-ulang disertai dengan perubahan fasa refrigerant dari uap menjadi cair dan sebaliknya. Proses ini juga disertai pengambilan kalor dari lingkungan oleh evaporator dan pembuangan kalor ke lingkungan oleh kondensor.

AC Split yang menggunakan refrijeran R32 dan R404 masih sangat sedikit dan jarang kita jumpai dikarenakan refrijeran R32 dan R404a ini merupakan refrijeran yang baru sebagai alternative pengganti refrijeran R22 yang masih banyak digunakan. Sebenarnya refrijeran R22 ini sudah dilarang penggunaannya oleh Pemerintah Republik Indonesia sejak mulai tanggal 1 Januari 2015, akan tetapi proses penggantian Refrijeran R22 ini masih terkendala waktu. Penggunaan refrigeran R32 dan R404a adalah jenis refrigeran yang ramah lingkungan dibandingkan dengan menggunakan refrigeran konvensional seperti contohnya R22 yang selama ini dipakai dan sudah harus dibatasi penggunaannya sehingga pada akhirnya penggunaan refrijeran R32 dan R404a ini menjadi alternatif pengganti refrijeran R22.

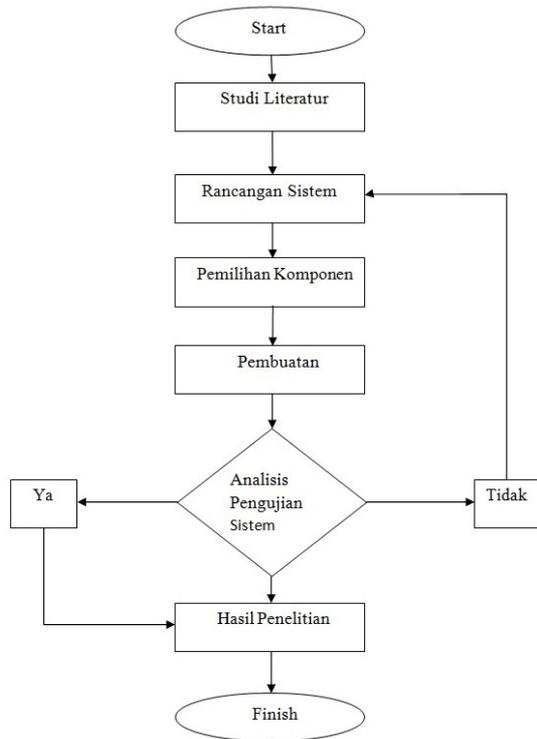
Penggunaan refrigeran R-32 dan R404a pada AC split tentunya akan berbeda dibandingkan dengan R-22 sehingga akan meningkatkan temperatur pada *suction line* dan temperatur *discharge line* lebih rendah, pada kondisi lain kerja kompresi semakin kecil akibatnya efisiensi atau COP (*Coefficient of Performance*) akan meningkat dan berdampak pada pemakaian energi yang digunakan pada mesin pengkondisian udara tersebut.

Berdasarkan permasalahan diatas penulis bermaksud mengadakan penelitian mengenai Analisis Performansi dan Kinerja AC Split Dengan Perbandingan *Refrigerant* R410a dan R32 disertai pengaruh putaran fan evaporator. Dengan adanya penelitian ini penulis dapat mengetahui pengaruh refrigerant berdasarkan pengaruh putaran fan evaporator terhadap efisiensi dan kinerja dari AC Split.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian Analisis Performansi dan Kinerja AC Split Dengan Perbandingan *Refrigerant* R410a dan R32 ini dilakukan di Politeknik Negeri Indramayu di Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara di Laboratorium Tata Udara Terapan. Metode yang dipake menggunakan 2 (dua) *Air Conditioning* yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe *split* dengan daya 1 PK (746 w). Pada unit ini terdapat *indoor unit* yang terdiri dari evaporator, dan *outdoor*

unit yang terdiri dari kompresor, kondensor dan pipa kapiler. Seluruh jalur pemipaan refrigeran pada sistem ini di isolasi dengan menggunakan isolasi termal untuk mencegah atau mengurangi terjadinya perindahan panas ke lingkungan yang pada akhirnya akan dapat menurunkan performansi AC. Dalam melaksanakan penelitian ini dan tercapainya tujuan penelitian, maka dibuat suatu metodologi penelitian agar sistematis dan terarah sesuai dengan diagram alir (*flow chart*) seperti gambar 1 dibawah.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

Sedangkan spesifikasi teknis dari kedua AC Split tersebut ditampilkan dengan tabel dibawah.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis AC Splir R32

Merk	AQUA
No. Model	AQA-K109AG6
Fase	1
Tegangan	220 V
Frekuensi	50 Hz
Pendinginan	2,64 kW
Kapasitas Pendinginan	9000 Btu/hr
Masukan Maksimum	4:00 AM
Tipe Refrigeran	R410A
Berat Refrigeran	550 g
Arus	3,2 A
Tekanan tinggi	4,3 Mpa
Tekanan rendah	2,5 Mpa
Berat indoor	8 Kg
Berat outdoor	23, 5 Kg

Pada Tabel 1 diatas menunjukkan spesifikasi teknis untuk AC Split R32 dengan merk Sharp dengan berat refrigeran 740 gram dan kapasitas pendinginan sebesar 9000 Btu/hr atau sekitar 1 PK. Adapun data spesifikasi teknis untuk AC Split dengan menggunakan refrigerant R410a ditampilkan dengan Tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Spesifikasi Teknis AC Split R410

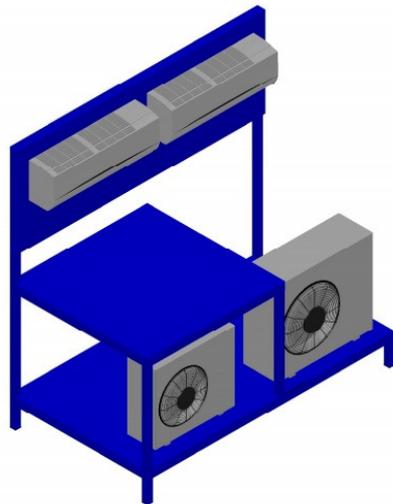
Merk	AQUA
No. Model	AQA-K109AG6
Fase	1
Tegangan	220 V
Frekuensi	50 Hz
Pendinginan	2,64 kW
Kapasitas Pendinginan	9000 Btu/hr
Masukan Maksimum	4:00 AM
Tipe Refrigeran	R410A
Berat Refrigeran	550 g
Arus	3,2 A
Tekanan tinggi	4,3 Mpa
Tekanan rendah	2,5 Mpa
Berat indoor	8 Kg
Berat outdoor	23, 5 Kg

Pada Tabel 2 diatas menunjukkan spesifikasi teknis untuk AC Split R410A dengan merk Aqua dengan berat refrigeran 550 gram dan kapasitas pendinginan sebesar 9000 Btu/hr atau sekitar 1 PK. Kemudian setelah instalasi dan pengujian sistem dilakukan, kemudian AC Split tersebut diambil data-datanya sebagai berikut:

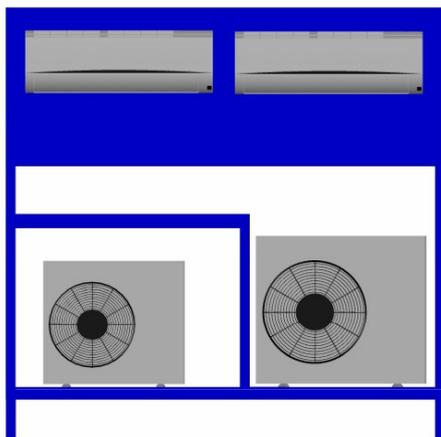
- a) Temperatur in dan out pada Kompresor
- b) Temperatur in dan out pada Kondensor
- c) Temperatur in dan out pada Evaporator
- d) Temperatur dan RH pada Lingkungan
- e) Temperatur Udara in dan out pada Evaporator
- f) Tekanan Suction dan Discharge
- g) Tegangan
- h) Kuat Arus

Data-data temperatur yang akan diambil menggunakan thermometer yang sudah dikalibrasi terlebih dahulu. Sedangkan data –data tekanan yang diambil menggunakan alat ukur tekanan atau *pressure gauge*. Pressure gauge ditempatkan pada saluran keluaran evaporator sebagai Suction dan saluran keluaran kompresor sebagai Discharge.

Adapun gambar dari pengujian AC split ini bisa dilihat dalam gambar dibawah ini.



Gambar 2. Gambar samping dari penampang AC Split



Gambar 3. Gambar Depan dari penampang AC Split

Untuk mengetahui performansi dari AC split yaitu dengan menggunakan perbandingan antara besarnya kalor yang diserap dari lingkungan oleh sistem melalui evaporator dengan kerja kompresi yang dilakukan oleh kompresor yang dikenal dengan istilah sebagai koefisien kinerja atau *Coeffisien Of Performance (COP)*.

Adapun dalam prakteknya koefisien kinerja atau *Coeffisien Of Performance (COP)* dibagi menjadi 2(dua) bagian yaitu dengan COP carnot dan COP actual (Pita,Edward G. 2002).

- **COP Carnot**, yaitu COP maksimum yang dapat dimiliki oleh suatu sistem. COP carnot dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$COP_{Carnot} = \frac{T_{Evaporasi}}{T_{Kondensasi} - T_{Evaporasi}} \dots \dots (1)$$

- **COP Actual**, yaitu COP yang sebenarnya yang dimiliki oleh suatu sistem. COP Aktual dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$COP_{Actual} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} \text{ atau } \frac{q_c}{q_w} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

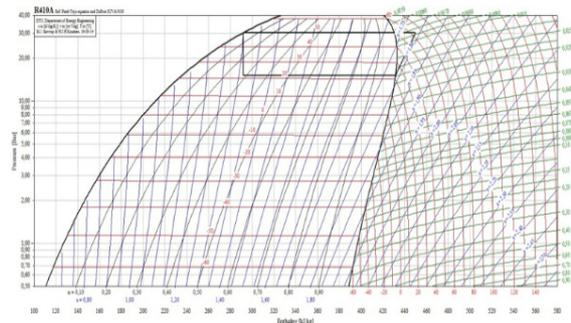
- COP= *Coeffisien of Performance*
- $h_2 - h_3$  = kalor yang dilepas kondensor (kJ/kg)
- $h_2 - h_1$  = kalor yang dilepas kompresor (kJ/kg)
- $q_c$  = Kalor yang dilepas oleh kondensor (kJ/kg)
- $q_w$  = Kerja di dilakukan kompresor (kJ/kg)

Sedangkan untuk menghitung efisiensi pada AC split yaitu dengan perbandingan nilai COP aktual dan COP carnot sehingga akan menghasilkan nilai efisiensi sistem refrigerasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{COP_{Aktual}}{COP_{Carnot}} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian Analisis Performansi dan Kinerja AC Split dengan data yang diperoleh untuk AC Split Menggunakan R410a didapat hasil pengukuran kecepatan putaran blower low dengan debit udara sebesar 0.104 m<sup>3</sup>/s, didapat nilai rata-rata suhu in kondensor 50.5 °C dan rata-rata suhu in evaporator 24.1 °C.



Gambar 4. Diagram PH R410a Fan Evaporator Putaran Rendah

Dari diagram p-h Refrigeran R410a diperoleh :

- $h_1 = 432,03$  kJ/kg
- $h_2 = 449,01$  kJ/kg
- $h_3 - h_4 = 293,84$  kJ/kg

Sehingga didapat Kerja Kompresi  $q_w = h_2 - h_1$

$$= 449,01 \text{ kJ/kg} - 432,03 \text{ kJ/kg}$$

$$= 16,98 \text{ kJ/kg}$$

Sehingga kerja kompresi didapat 16,98 kJ/kg, Maka dapat dihitung laju aliran massa refrigerant R410a tersebut dengan menggunakan persamaan:

$$\dot{m} = \frac{\text{daya kompresor}}{\text{kerja kompresi}} = \frac{0,75 \text{ kW}}{16,98 \text{ kJ/kg}} = 0,044 \text{ kg/s}$$

Didapat laju aliran massa refrigeran pada AC split R410a adalah 0,044 kg/s, Untuk menghitung pembuangan kalor dikondensor menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 q_c &= h_2 - h_3 \\
 &= 449,01 \text{ kJ/kg} - 293,84 \text{ kJ/kg} \\
 &= 155,17 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat perolehan kalor di kondensor sebesar 155,17 kJ/kg, Selanjutnya untuk menghitung efek refrigerasi menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 q_e &= h_1 - h_3 \\
 &= 432,03 \text{ kJ/kg} - 293,84 \text{ kJ/kg} \\
 &= 138,19 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat efek refrigerasi di evaporator sebesar 138,19 kJ/kg, Adapun untuk menghitung nilai COP carnot didapat:

$$\begin{aligned}
 COP_c &= \frac{\text{Temp. Evaporator}}{\text{Temp. Kondensor} - \text{Temp. Evaporator}} \\
 &= \frac{297,93 \text{ K}}{324,6 \text{ K} - 297,93 \text{ K}} = \frac{297,93 \text{ K}}{26,67 \text{ K}} \\
 &= 11,17
 \end{aligned}$$

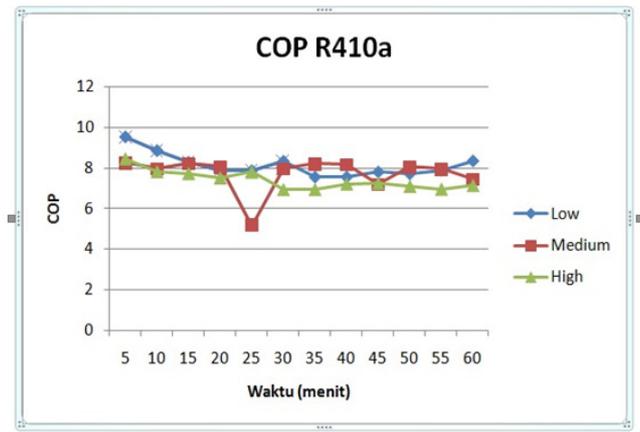
Sehingga didapat COP carnot pada AC Split yang menggunakan refrigerant R410a tersebut sebesar 11,17. Adapun untuk menghitung COP actual didapat dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 COP &= \frac{q_c}{q_w} \\
 &= \frac{138,19}{16,98 \text{ kJ/kg}} \\
 &= 8,13
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat COP actual pada AC Split yang menggunakan refrigerant R410a tersebut sebesar 8,13. Setelah mengetahui nilai dari COP carnot dan COP actual selanjutnya bisa ditentukan besarnya efisiensi dari AC Split yang menggunakan refrigerant R410a tersebut dengan menggunakan persamaan:

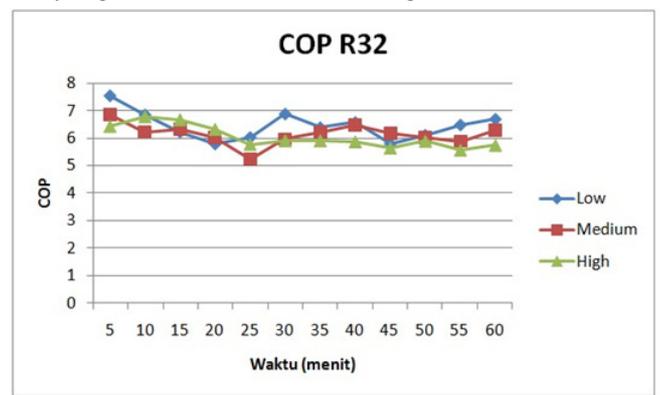
$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{COP \text{ Actual}}{COP \text{ Carnot}} \times 100\% \\
 &= \frac{8,13}{11,17} \times 100\% \\
 &= 72,8 \%
 \end{aligned}$$

Sehingga dari hasil perhitungan diatas tadi didapat efisiensi sistem dari AC Split yang menggunakan refrigerant R410a sebesar 72,8%. Adapun untuk nilai perhitungan COP actual untuk R410a yang lain bisa dilihat melalui gambar 5.



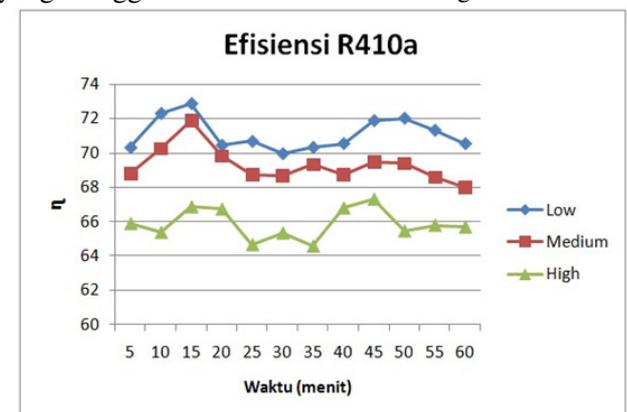
Gambar 5. Grafik COP actual R410a

Adapun untuk nilai perhitungan COP actual untuk R32 yang lain bisa dilihat melalui gambar 6.



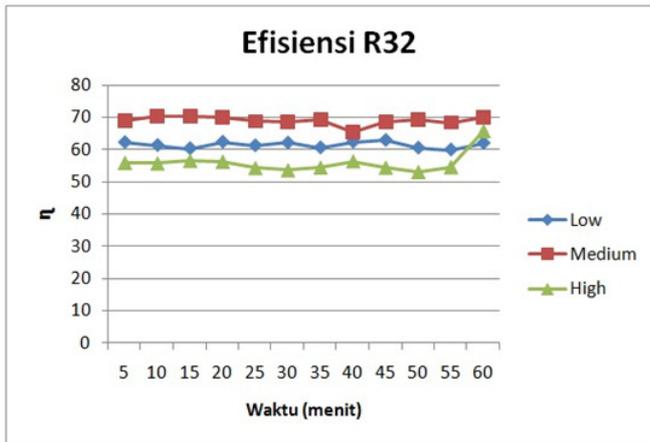
Gambar 6. Grafik COP actual R32

Sedangkan untuk nilai efisiensi dari system AC Split yang menggunakan R410a bisa dilihat gambar 7.



Gambar 7. Grafik Efisiensi AC Split yang menggunakan Refrigeran R410a

Sedangkan untuk nilai efisiensi dari system AC Split yang menggunakan R32 bisa dilihat gambar 8.



Gambar 8. Grafik Efisiensi AC Split yang menggunakan Refrigeran R32

Untuk variasi putaran bisa dilihat besarnya debit udara yang dihasilkan dari tabel 3.

Tabel 3. Debit udara pada variasi putaran Fan pada Evaporator (Kusnandar, 2018)

Refrigerant	Laju Aliran Fan (m3/s)		
	Low (m3/s)	Medium	High
R410a	0,104	0,147	0,191
R32	0,1547	0,262	0,405

Untuk variasi putaran bisa dilihat besarnya debit udara yang dihasilkan dari tabel dibawah. Adapun untuk hasil penelitian dari semua pengambilan data dan hasil perhitungan yang diperoleh dari analisa data-data tersebut bisa dilihat dari tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Performansi AC Split R32 Dan AC Split R410a.

No	Data Perhitungan	Fan Low		Fan Medium		Fan High	
		R410a	R32	R410a	R32	R410a	R32
1	qw (kJ/kg)	16,98	35,00	16,88	35,00	24,25	55,00
2	qc (kJ/kg)	155,17	220,00	153,02	220,00	159,36	240,00
3	qe (kJ/kg)	138,19	185,00	136,14	185,00	134,86	185,00
4	ṁ (kg/s)	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03	0,01
5	COP aktual	8,13	5,30	8,06	5,30	5,50	3,36
6	COP carnot	11,17	8,50	11,25	7,50	10,25	6,40
7	Efisiensi (%)	72,8	62,35	69,30	70,67	63,00	52,50

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. COP carnot tertinggi pada AC Split didapat sebesar 11,25 yaitu pada AC Split R410a dengan variasi putaran Fan Evaporator Medium. Sedangkan COP carnot terendah pada AC Split didapat sebesar 6,40 yaitu pada AC Split R32 dengan variasi putaran Fan Evaporator High.
2. COP aktual tertinggi pada AC Split didapat sebesar 8,13 yaitu pada AC Split R410a dengan variasi putaran Fan Evaporator Low. Sedangkan COP aktual terendah pada AC Split didapat sebesar 3,36 yaitu pada AC Split R32 dengan variasi putaran Fan Evaporator High.
3. Efisiensi tertinggi pada AC Split didapat sebesar 72,8 % yaitu pada AC Split R410a dengan variasi putaran Fan Evaporator Low. Sedangkan Efisiensi terendah pada AC Split didapat sebesar 52,5% yaitu pada AC Split R32 dengan variasi putaran Fan Evaporator High.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Politeknik Negeri Indramayu (Polindra) yang dalam hal ini telah mendanai dan memfasilitasi kegiatan penelitian ini khususnya kepada Unit P3M sebagai unit koordinator untuk menangani semua kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat ini di lingkungan internal kampus Polindra.

#### DAFTAR PUSTAKA

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,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.