

ANALISIS UNJUK KERJA MESIN AC SPLIT SKALA LABORATORIUM DENGAN VARIASI TEKANAN REFRIGERANT

Moch.Sugiri

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
sugiri.moch@gmail.com

Abstract

Air conditioning or AC in Indonesia is increasing both for small, medium and large sized buildings ranging from houses, offices, shops, hotels, industries and others. Air conditioning is intended to provide comfort and freshness of the conditioned room. Each room has a different heat load and this will affect the specifications of the AC machine, one of which is the Inverter and Non-Inverter AC. Testing of Split Inverter and Non-Inverter AC based on this refrigerant pressure variant requires appropriate steps to avoid errors that can result in damaged components and equipment and to obtain the expected data. The purpose of testing AC Inverter and Non-Inverter is to determine the performance of AC on various performances. From the test, it was found that the lower the temperature setting (Setting temperature: 170C), the lower the Coefficient of Performance (COP), the lower the work efficiency of the system and the higher the consumption of electrical energy needed because the compressor will work more extra to reach the desired temperature. required. On the other hand, the higher the temperature setting (setting temperature: 240C), the greater the Coefficient of Performance (COP), the greater the efficiency of the system, and the smaller the consumption of electrical energy required.

Keywords : Inverter, Non-Inverter, pressure, temperature, Coefficient of Performance

1. PENDAHULUAN

Air Conditioner (AC) adalah suatu mesin pendingin sabagai system pengkondisian udara yang digunakan dengan tujuan untuk memberikan rasa nyaman bagi penghuni yang berada dalam suatu ruangan atau gedung. Jadi AC tidak hanya berfungsi memberikan efek dingin tetapi yang lebih penting adalah memberikan rasa kenyamanan *comfort air conditioning* yaitu suatu proses perlakuan termodinamika terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembapan, kebersihan, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada didalamnya.

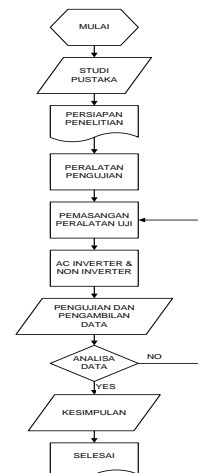
Suatu proses pendinginan diperlukan suatu bahan refrigerant. Bahan pendingin yang selama ini dipakai oleh mesin pengkondisi udara atau *Air Conditioner* adalah Hidrocarbon R134 sangat berperan besar dalam proses penipisan lapisan ozon dan pemanasan global. Upaya pengendalian penipisan lapisan ozon dilakukan *Konvensi Wina* (1985) dan *Protokol Montreal* (1987) yang berisi pelarangan penggunaan bahan perusak ozon.

Pada umumnya suhu merupakan salah satu factor penting dalam bekerja dan menuntut ilmu. Kondisi ruangan yang sejuk akan membuat pengguna ruangan merasa nyaman. Disamping itu para pengguna juga akan lebih focus dalam beraktifitas dan tidak akan merasa panas. Untuk membuat suhu ruangan menjadi sejuk dan nyaman, pengguna ruangan perlu menambahkan pendingin

ruangan atau *air conditioner*. Dengan demikian, penulis bermaksud ingin melakukan Analisa unjuk kerja mesin AC split skala laboratorium dengan variasi tekanan refrigerant.

2. METODOLOGI

Analisa unjuk kerja AC Split inverter dan non inverter skala laboratorium terhadap varian tekanan *refrigerant* menggunakan AC masing-masing berkapasitas 1 PK dengan variasi suhu 25°C, 23°C, 21°C,19°C, 17°C,dan melakukan beberapa tahapan. Diagram alir dalam pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan penelitian

a. *Studi Pustaka*

Studi pustaka digunakan untuk memperdalam bidang penelitian, baik masalah performa alat uji maupun penunjang penelitian guna untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Studi pustaka juga dapat digunakan untuk membandingkan hasil penelitian atau mengembangkan penelitian.

b. *Persiapan Penelitian dan Pengujian*

Persiapan penelitian dilakukan untuk mempersiapkan apa saja yang akan dibutuhkan dalam penelitian seperti peralatan untuk pemasangan alat uji, mencari referensi buku atau jurnal-jurnal penelitian terlebih dahulu yang berhubungan dengan penelitian ini sebagai bahan acuan atau gambaran.

c. *Alat dan Spesifikasi AC Inverter dan Non Inverter 1 PK*

Dalam melakukan pengujian dibutuhkan alat yang utama maupun alat pendukung untuk mendorong proses pengujian. Adapun alat-alat yang digunakan didalam pengujian adalah sebagai berikut:

i. *Spesifikasi AC Inverter 1 PK*

- Merk : LG
- Model : T10EV4-UWAC
- Fase : 1 Ø
- Frequency: 50 Hz
- Voltage : 220 – 240 V
- Kapasitas : 9200 Btu/h
- Input Power : 1000 W
- Current : 5.2 - 5.9 A
- Refrigerant : R32/0.45kg

ii. *Spesifikasi AC Non Inverter 1 PK*

- Merk : FUJI
- Model : FAW09/FOW09
- Air Volume : 470 m³/h :
- Frequency: 50 Hz
- Voltage : 220 – 240 V
- Kapasitas : 9000 Btu/h
- Input Power : 815 W – 1060 W
- Current : 3.7 – 3.8 A
- Refrigerant : R410/0.48kg

iii. *Pompa Vakum (Vacum Pump)*

Pompa vakum menjadi salah satu komponen penting pada proses penanganan *refrigerant* ketika pemasangan atau pemindahan unit AC. Pompa vakum merupakan alat yang digunakan untuk mengeluarkan kontaminan (udara, partikel atau molekul gas, dan sebagainya) dari dalam ruangan atau siklus

tertutup untuk mencapai tekanan vakum (hampa) agar nantinya tercapainya pendinginan yang sempurna ketika *refrigerant* dialirkan dalam sistem karena pada dasarnya *refrigerant* tidak dapat mencapai titik didihnya ketika bercampur dengan udara.



Gambar 3.2 Pompa Vakum

(Sumber: <https://www.lazada.co.id/products/fy-1h-n-150w-220v-fy-1h-n-pompa-mini-portable-air-fy-1h-n-pompa-pompa-vakum-untuk-ackulkas-i1619598572.html>)^[14]

d. *Alat Ukur Pengujian*

Alat ukur pengujian yang dimaksudkan adalah alat untuk mengukur tekanan, menyatakan derajat panas atau dingin dan mengukur arus listrik pada AC, seperti *manifold gauge*, *thermometer*, dan *clamp meter*.

i. *Manifold Gauge*

Manifold Gauge adalah alat yang berfungsi untuk mengukur tekanan dari *refrigerant* yang beradapada keluaran evaporator atau pada tekanan hisap (*suction*) kompresor dan tekanan kondensator atau tekanan keluar (*discharge*) kompresor. *Manifold gauge* yang digunakan harus sesuai dengan spesifikasi dari jenis *refrigerant* yang akan diidentifikasi.



Gambar 3.3 *Manifold Gauge* (Sumber : File pribadi)

ii. *Thermometer*

Thermometer adalah alat untuk menyatakan derajat panas dingin suatu benda atau dengan kata lain merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suhu. Untuk

thermometer model digital tidak menggunakan air raksa, tetapi menggunakan sensor suhu dan pembacaannya ditampilkan dalam bentuk digit angka. Disarankan menggunakan *thermometer* digital karena lebih akurat dan mudah dalam pembacaannya dibandingkan dengan *thermometer* analoag.



Gambar 3.4 *Thermometer* (Sumber : File pribadi)

iii. *Clamp Meter*

Clamp meter merupakan sebuah alat ukur yang pakai dan memberikan kemudahan pengukuran tanpa mengganggu rangkaian listriknya. Alat ini berfungsi untuk mengukur arus listrik tanpa memutus jalur arus listrik tersebut. *Clamp meter* ini memiliki fungsi lain, selain untuk mengukur arus listrik alat ini juga dapat digunakan untuk ukur voltase atau ukur nilai tahanan.



Gambar 3.5 *Clamp Meter*
(Sumber

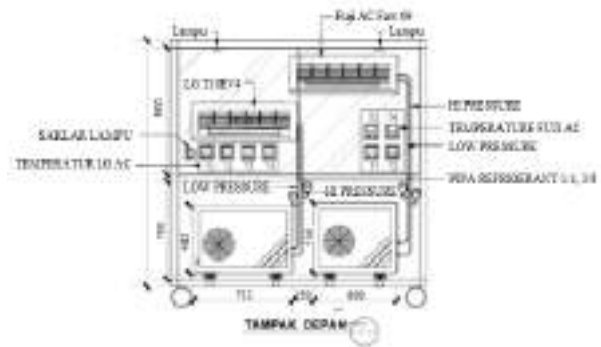
:https://en.wikipedia.org/wiki/Current_clamp)^[15]

e. *Pemasangan atau Instalasi Peralatan Uji*

Pemasangan alat uji dirangkai pada satu alat peraga *portable* agar dapat dikondisikan pada saat pengujian dan pengambilan data. Pemasangan alat uji terdiri dari:

Tabel 3.1 Peralatan Uji

No.	Nama alat	Jumlah
1	Rangka UNP 50	1 Set
2	Multiplex untuk dinding belakang, atas dan bawah	1 Set
3	Akrilik untuk samping dan depan	1 Set
4	AC Split Inverter 1PK	1 Unit
5	AC Split non inverter 1PK	1 Unit
6	Lampupijar 75W	2 buah
7	Pressure Gauge	2 buah
8	Thermometer	8 buah
9	Refrigrant R32 untuk AC Inverter	1 lot
10	Refrigrant R410A untuk AC non Inverter	1 lot
11	Clamp meter	1 buah



Gambar 3.6 Pemasangan Alat Uji
(Sumber : File pribadi)

1. *Pemeriksaan sebelum pengujian*

Pemeriksaan semua alat uji dan perlengkapannya adalah langkah pertama yang akan dilakukan untuk menjaga keselamatan dan kondisi peralatan agar senantiasa baik. Hal yang perlu diperhatikan sebelum pengujian adalah :

1. Memeriksa *powersupply*.
2. Memastikan sistem kelistrikan *indoor unit* dan *out door unit air conditioning* berfungsi dengan baik.
3. Memastikan tidak adanya kebocoran pada jalur pipa sistem yang akan diuji.
4. Memastikan *thermometer* berfungsi dengan baik.
5. Memastikan *pressure gauge* berfungsi dengan baik
6. Memastikan lampu beban berfungsi dengan baik.
7. Menyiapkan wadah pembuangan pipa kondensat.
8. Menyiapkan pencatatan hasil uji.

2. *Pemasangan Alat Uji*

Cara pemasangan alat uji pada alat peraga *portable* antara lain sebagai berikut :

1. Memastikan ukuran dimensi *unit indoor AC* dan papan penyangga peraga sesuai.

2. Tentukan ukuran jarak penempatan 2 *unit indoor* didalam ruang, kemudian pasang *hanger unit*.
3. Pasang kabel *power supply* pada unit *indoor* yang nantinya akan terhubung ke-*unit out-door*, kemudian pasang *unit indoor* pada *hanger unit*.
4. Letakkan *unit outdoor* di sisi bagian bawah alat peraga *portable* dan pasang kabel *power* yang menuju *unit outdoor AC*.
5. Pasang semua koneksi pipa dan pastikan tidak ada kebocoran.
6. Lakukan proses vakum dengan menggunakan pompa vakum, tunggu beberapa saat apakah *system* masih tetap dalam kondisi hampa atau tidak ada udara masuk (kebocoran sistem).
7. Kemudian alirkan *refrigerant* dari *outdoor* menuju seluruh *system* di *unit indoor* dengan membuka katup 3 way dan katup 2 way.
8. Hubungkan kabel *power* kesumber tegangan dan lakukan percobaan *commissioning* untuk memastikan AC sudah bekerja normal sesuai ketentuan spesifikasinya.

3. Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan melalui beberapa hapan berikut :

1. Mempersiapkan alat tulis dan lembar pengambilan data.
2. Menempatkan seluruh alat ukur pada posisinya dan memastikan alat ukur berfungsi dengan baik.
3. Menyalakan *unit AC* dan menunggu kondisi sistem dalam keadaan stabil.
4. Mengatur atau menentukan suhu ruangan yang akan diuji dengan *remote control* dengan waktu pengambilan data percobaan setelah 10 menit.
5. Catat hasil pengambilan data suhu evaporasi (T_e), suhu kondensasi (T_k), tekanan sistem, arus, serta tegangan yang terbaca pada alat ukur.
6. Lakukan percobaan berulang pada variasi *temperature setting* 25°C, 23°C,

Seting Temperatur	17°C
Temperatur Evaporator (T_e)	17 °C = 290,15K
Temperatur Kondensor (T_k)	38,4 °C = 311,55K
Enthalpy refrigerant masuk kompresor (h_1)	505 kJ/kg
Enthalpy refrigerant keluar kompresor (h_2)	553 kJ/kg
Enthalpy refrigerant dikondensor ($h_3 - h_4$)	215 kJ/kg

21°C, 19°C, 17°C dengan masing-masing waktu percobaan selama 10 menit atau lebih.

7. Pencatatan semua penunjukan parameter pada setiap kenaikan suhu.
8. Setelah melakukan pengujian, merapikan kembali semua peralatan yang digunakan.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

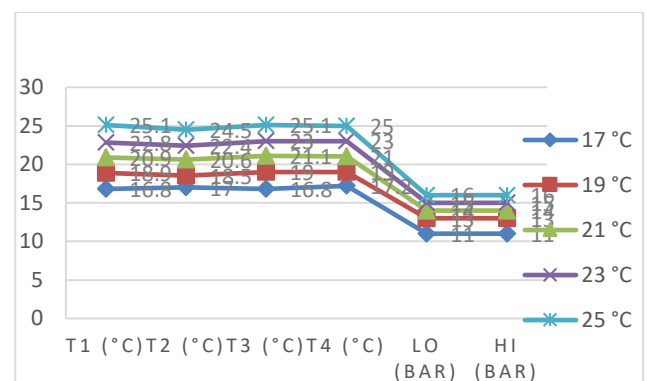
Dari hasil pengujian performa Air Conditioner Konvensional 1PK dan Air Conditioner Inverter 1PK, tanpa beban ataupun dengan menggunakan beban lampu pijar 150 watt, maka diperoleh hasil data seperti yang terlihat pada table berikut ini:

Tabel 4.1 Hasil pengujian AC Inverter –R32 1PK tanpa beban

Suhu Remot	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	Lo (Bar)	Hi (Bar)
17 °C	16,80	17,00	16,8	17,20	11	11
19 °C	18,90	18,50	19,00	19	13	13
21 °C	20,90	20,60	21,10	21	14	14
23 °C	22,80	22,40	23,00	23	15	15
25 °C	25,10	24,50	25,10	25	16	16

Berdasarkan pengujian pada suhu 17°C sampai suhu 25°C untuk kenaikan tekanan berkisar +/-1°C.

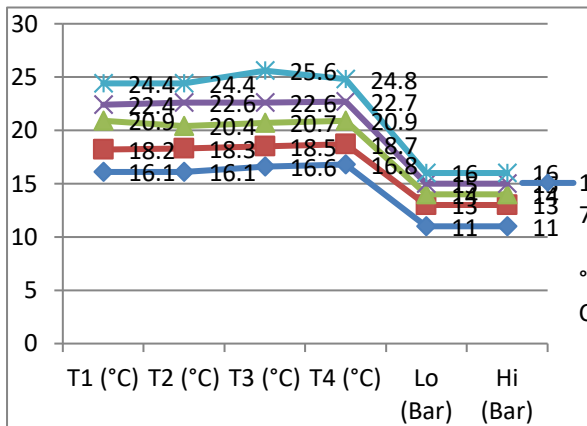
Grafik Perbandingan antara suhu pada saat pengujian AC tanpa beban.



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Perbandingan Suhu Inverter – R32

Tabel 4.2 Hasil pengujian AC Non-Inverter -R410A dengan beban lampu pijar 150 W

Grafik Perbandingan antara suhu pada saat pengujian AC Non-Inverter -R410A dengan beban.



Gambar 4.2 Hasil Perbandingan Suhu Pengujian AC Non-Inverter -R410A dengan Beban 150 watt

3.1. Pemakaian Energi Listrik

Dalam studi analisa perbandingan Air Conditioner yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui Air Conditioner mana yang pemakaian energinya yang paling rendah. Pengambilan data yang dilakukan dengan cara menyamakan ruangan yang akan digunakan, selain itu yang dilihat juga kapasitas BTU pada AC yang digunakan dan berdasarkan energi yang terpakai dengan suhu ruangan yang ditentukan pada Air Conditioner Konvensional ataupun Air Conditioner Inverter. Pengambilan data dilakukan 5 hari dengan suhu berbeda.

3.2. Perhitungan AC pada Pengujian Temperatur 17°C Tanpa Beban

Tabel 4.3 Hasil Pengujian AC Inverter -R32 Temperatur 17°C Tanpa Beban

1. Kapasitas Pendingin Evaporator

Diketahui untuk kapasitas Ac yang digunakan adalah = 9200 BTU
Dimana, 1 kW = 1 kJ/s = 3412,14 BTU
Maka untuk kapasitas pendinginan 9200 BTU dapat diperoleh :

➤ Kapasitas Pendinginan (Qe)

$$Q_e = \frac{9200 \text{ BTU}}{3412,14 \text{ BTU}} = 3487,5 \text{ kW} = 3487,5 \text{ kJ/s}$$

➤ Efek Refrigerasi

$$RE / (q_e) = h_1 - h_4 = 505 \text{ kJ/kg} - 215 \text{ kJ/kg} = 290 \text{ kJ/kg}$$

➤ Laju Aliran Massa Refrigerant

$$m = \frac{Q_e}{q_e} = \frac{3487,5 \text{ kJ/s}}{290 \text{ kJ/kg}} = 12,026 \text{ kg/s}$$

2. Kapasitas Kondensor

$$q_c = h_2 - h_3 = 553 \text{ kJ/kg} - 215 \text{ kJ/kg} = 338 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_c = m \times q_c = 12,026 \text{ kg/s} \times 338 \text{ kJ/kg} = 4065 \text{ kJ/s}$$

3. Katup Ekspansi

$$h_3 = h_4 \text{ (Perhitungan Ideal)}$$

4. Kerja Kompresi (w)

$$w = h_2 - h_1 = 553 \text{ kJ/kg} - 505 \text{ kJ/kg} = 48 \text{ kJ/kg}$$

5. Daya Kompresor (P)

$$P = m \times w = 12,026 \text{ kg/s} \times 48 \text{ kJ/kg} = 577,2 \text{ kJ/s} = 577,2 \text{ kW} \text{ (dikarenakan } 1 \text{ kW} = 1 \text{ kJ/s)} = 577 \text{ Watt}$$

6. Coeffisien of Performanc (COP)

➤ Prestasi kerja kompresor actual (COP_{actual})

$$COP_{actual} = \frac{RE}{w} = \frac{q_e}{w} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{290 \text{ kJ/kg}}{48 \text{ kJ/kg}} = 6.042$$

➤ Prestasi kerja kompresor ideal -

Suhu Remot	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	Lo (Bar)	Hi (Bar)
17 °C	16,1	16,1	16,6	16,8	11	11,1
19 °C	18,2	18,3	18,5	18,7	13	13,2
21 °C	20,9	20,4	20,7	20,9	14	14,7
23 °C	22,4	22,6	22,6	22,7	15	15,5
25 °C	24,4	24,4	25,6	24,8	16	16,7

Carnot (COP_{ideal})

$$COP_{ideal} = \frac{T_e}{T_k - T_e} = \frac{290,15 \text{ K}}{311,55 \text{ K} - 290,15 \text{ K}} = 13,55$$

- Efisiensi mesin Refrigerasi :

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{COP_{actual}}{COP_{ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{6,042}{13,55} \times 100\% \\ &= 44,6\% \end{aligned}$$

3.3. Perhitungan AC pada Pengujian Temperatur 19°C Tanpa Beban

Tabel 4.4 Hasil Pengujian AC Inverter -R32 Temperatur 19°C Tanpa Beban

Seting Temperatur	19°C
Temperatur Evaporator (Te)	19 °C = 292,15 K
Temperatur Kondensor (Tk)	39,4 °C = 312,55 K
Enthalpy refrigerant masuk kompresor (h1)	513 kJ/kg
Enthalpy refrigerant keluar kompresor (h2)	560 kJ/kg
Enthalpy refrigerant dikondensor (h3 – h4)	224 kJ/kg

1. Kapasitas Pendingin Evaporator

Diketahui untuk kapasitas Ac yang digunakan adalah = 9200 BTU
Dimana, 1 kW = 1 kJ/s = 3412,14 BTU
Maka untuk kapasitas pendinginan 9200 BTU dapat diperoleh :

- Kapasitas Pendinginan (Qe)

$$\begin{aligned} Q_e &= \frac{9200 \text{ BTU}}{31412,14 \text{ BTU}} \\ &= 3487,5 \text{ kW} \\ &= 3487,5 \text{ kJ/s} \end{aligned}$$

- Efek Refrigerasi

$$\begin{aligned} RE / (q_e) &= h1 - h4 \\ &= 513 \text{ kJ/kg} - 224 \text{ kJ/kg} \\ &= 289 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

- Laju Aliran Massa Refrigerant

$$\begin{aligned} m &= \frac{q_e}{q_e} \\ &= \frac{3487,5 \text{ kJ/s}}{289 \text{ kJ/kg}} \\ &= 12,067 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

2. Kapasitas Kondensor

$$\begin{aligned} \text{Untuk ; } q_c &= h2 - h3 \\ &= 560 \text{ kJ/kg} - 224 \text{ kJ/kg} \\ &= 336 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } Q_c &= m \times q_c \\ &= 12,067 \text{ kg/s} \times 336 \text{ kJ/kg} \\ &= 4054 \text{ kJ/s} \end{aligned}$$

3. Katup Ekspansi

$$h3 = h4 \text{ (Perhitungan Ideal)}$$

4. Kerja Kompresi (w)

$$\begin{aligned} w &= h2 - h1 \\ &= 560 \text{ kJ/kg} - 513 \text{ kJ/kg} \\ &= 47 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

5. Daya Kompresor (P)

$$\begin{aligned} P &= m \times w \\ &= 12,067 \text{ kg/s} \times 47 \text{ kJ/kg} \\ &= 567,1 \text{ kJ/s} \\ &= 567,1 \text{ kW} \text{ (dikarenakan } 1 \text{ kW} = 1 \text{ kJ/s)} = 567 \text{ Watt} \end{aligned}$$

6. Coeffisien of Performanc (COP)

- Prestasi kerja kompresor actual (COP_{actual})

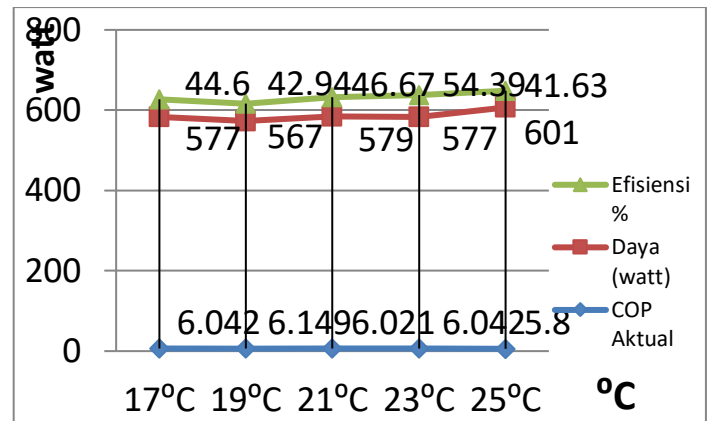
$$\begin{aligned} COP_{actual} &= \frac{RE}{w} = \frac{q_e}{w} = \frac{h1-h4}{h2-h1} \\ &= \frac{289 \text{ kJ/kg}}{47 \text{ kJ/kg}} \\ &= 6,149 \end{aligned}$$

- Prestasi kerja kompresor ideal – Carnot (COP_{ideal})

$$\begin{aligned} COP_{ideal} &= \frac{T_e}{TK - T_e} \\ &= \frac{292,15 \text{ K}}{312,55 \text{ K} - 292,15 \text{ K}} \\ &= 14,321 \end{aligned}$$

- Efisiensi mesin Refrigerasi :

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{COP_{actual}}{COP_{ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{6,149}{14,321} \times 100\% \\ &= 42,94\% \end{aligned}$$



Gambar 4.3 Hasil Perbandingan COP. Daya dan Efisiensi Pengujian AC R32 Tanpa Beban Temperatur 17°C, 19°C, 21°C, 23°C, 25°C.

3.4. Perhitungan AC pada Pengujian Temperatur 17°C Dengan Beban

Tabel 4.5 Hasil Pengujian AC Non-Inverter - R140A Temperatur 17°C Dengan Beban

Seting Temperatur	17°C
Temperatur Evaporator (Te)	17,5 °C = 290,65 K
Temperatur Kondensor (Tk)	33,8 °C = 306,95 K
Enthalpy refrigerant masuk kompresor (h1)	420 kJ/kg
Enthalpy refrigerant keluar kompresor (h2)	470 kJ/kg
Enthalpy refrigerant dikondensor (h3 - h4)	220 kJ/kg

1. Kapasitas Pendingin Evaporator

Diketahui untuk kapasitas Ac yang digunakan adalah = 9000 BTU
Dimana, 1 kW = 1 kJ/s = 3414,12 BTU
Maka untuk kapasitas pendinginan 9000 BTU dapat diperoleh :

- Kapasitas pendinginan (Qe)

$$Q_e = \frac{9000 \text{ BTU}}{3414,12 \text{ BTU}} = 2.638 \text{ kW} = 2.638 \text{ kJ}$$

- Efek Refrigrasi

$$RE / (q_e) = h_1 - h_4 = 420 \text{ kJ/kg} - 220 \text{ kJ/kg} = 200 \text{ kJ/kg}$$

Seting Temperatur	19°C
Temperatur Evaporator (Te)	19,1 °C = 292,25 K
Temperatur Kondensor (Tk)	36 °C = 309,15 K
Enthalpy refrigerant masuk kompresor (h1)	422 kJ/kg
Enthalpy refrigerant keluar kompresor (h2)	455 kJ/kg
Enthalpy refrigerant dikondensor (h3 - h4)	233 kJ/kg

- Laju Aliran Massa Refrigerant

$$m = \frac{Q_e}{q_e} = \frac{2.638 \text{ kJ/s}}{200 \text{ kJ/kg}} = 0.0132 \text{ kg/s}$$

2. Kapasitas Kondensor

$$\text{Untuk ; } q_c = h_2 - h_3 = 470 \text{ kJ/kg} - 220 \text{ kJ/kg} = 250 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Maka : } Q_c = m \times q_c = 1.435 \times 10^{-3} \text{ kg/s} \times 250 \text{ kJ/kg} = 0,359 \text{ kJ/s}$$

3. Katup Ekspansi

$$h_3 = h_4 \text{ (Perhitungan Ideal)}$$

4. Kerja Kompresi (w)

$$w = h_2 - h_1 = 470 \text{ kJ/kg} - 420 \text{ kJ/kg} = 50 \text{ kJ/kg}$$

5. Daya Kompresor (P)

$$P = m \times w = 0.0132 \text{ kg/s} \times 50 \text{ kJ/kg} = 0,66 \text{ kJ/s} = 0,66 \text{ kW} \text{ (dikarenakan } 1 \text{ kW} = 1 \text{ kJ/s)} = 066 \text{ Watt}$$

6. Coeffisien of Performanc (COP)

- Prestasi kerja kompresor actual (COP_{actual})

$$COP_{\text{actual}} = \frac{RE}{w} = \frac{q_e}{w} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{200 \text{ kJ/kg}}{50 \text{ kJ/kg}} = 4$$

- Prestasi kerja kompresor ideal - Carnot (COP_{ideal})

$$COP_{\text{ideal}} = \frac{T_e}{T_k - T_e} = \frac{290,35 \text{ K}}{306,95 \text{ K} - 290,35 \text{ K}} = 17,491$$

- Efisiensi mesin Refrigrasi :

$$\eta = \frac{COP_{\text{actual}}}{COP_{\text{ideal}}} \times 100\% = \frac{4}{17,491} \times 100\% = 22,87 \%$$

3.5. Perhitungan AC pada Pengujian Temperatur 19°C Dengan Beban

Tabel 4.6 Hasil Pengujian AC Non-Inverter -R140A Temperatur 19°C Dengan Beban

1. Kapasitas Pendingin Evaporator

Diketahui untuk kapasitas Ac yang digunakan adalah = 9000 BTU
Dimana, 1 kW = 1 kJ/s = 3412,14 BTU
Maka untuk kapasitas pendinginan 9000 BTU dapat diperoleh :

- Kapasitas pendinginan (Qe)

$$Q_e = \frac{9000 \text{ BTU}}{3414,12 \text{ BTU}} = 2.638 \text{ kW} = 2.638 \text{ kJ}$$

- Efek Refrigrasi

$$RE / (q_e) = h_1 - h_4 = 422 \text{ kJ/kg} - 233 \text{ kJ/kg}$$

$$= 189 \text{ kJ/kg}$$

➤ Laju Aliran Massa Refrigerant

$$m = \frac{Q_e}{q_e} = \frac{2.638 \text{ kJ/s}}{189 \text{ kJ/kg}} = 0.0139 \text{ kg/s}$$

2. Kapasitas Kondensor

$$\text{Untuk ; } q_c = h_2 - h_3 = 455 \text{ kJ/kg} - 233 \text{ kJ/kg} = 222 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Maka : } Q_c = m \times q_c = 0.0139 \text{ kg/s} \times 222 \text{ kJ/kg} = 3.086 \text{ kJ/s}$$

3. Katup Ekspansi

$$h_3 = h_4 \text{ (Perhitungan Ideal)}$$

4. Kerja Kompresi (w)

$$w = h_2 - h_1 = 455 \text{ kJ/kg} - 422 \text{ kJ/kg} = 33 \text{ kJ/kg}$$

5. Daya Kompresor (P)

$$P = m \times w = 0.0139 \text{ kg/s} \times 33 \text{ kJ/kg} = 0,459 \text{ kJ/s}$$

$$= 0,459 \text{ kW} \text{ (dikarenakan } 1 \text{ kW} = 1 \text{ kJ/s)} = 046 \text{ Watt}$$

6. Coeffisien of Performanc (COP)

➤ Prestasi kerja kompresor actual (COP_{actual})

$$COP_{\text{actual}} = \frac{RE}{w} = \frac{q_e}{w} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{189 \text{ kJ/kg}}{33 \text{ kJ/kg}} = 5,727$$

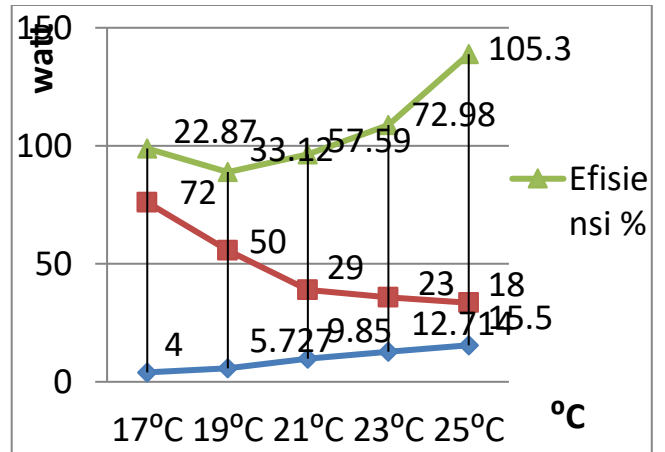
➤ Prestasi kerja kompresor ideal – Carnot (COP_{ideal})

$$COP_{\text{ideal}} = \frac{T_e}{TK - T_e}$$

$$= \frac{292,25 \text{ K}}{309,15 \text{ K} - 292,25 \text{ K}} = 17,293$$

➤ Efisiensi mesin Refrigerasi :

$$\eta = \frac{COP_{\text{actual}}}{COP_{\text{ideal}}} \times 100\% = \frac{5,727}{17,293} \times 100\% = 33,12 \%$$



Gambar 4.4 Hasil Perbandingan COP. Daya dan Efisiensi Pengujian R32 Dengan Beban Temperatur 17°C, 19°C, 21°C, 23°C, 25°C

Data Pengujian	Set 17°C		Set 19°C		Set 21°C		Set 23°C		Set 25°C	
	R32	R410A	R32	R410A	R32	R410A	R32	R410A	R32	R410A
COP _{aktual}	6,042	4	6,149	5,727	6,021	9,85	6,042	12,714	5,8	15,538
COP _{ideal}	13,55	17,491	14,321	17,293	12,901	17,102	13,31	17,412	13,932	14,758
Efisiensi %	44,6	22,87	42,94	33,12	46,67	57,59	54,39	72,98	41,63	105,3
Daya (W)	57,7	72	567	50	579	29	57,7	23	601	18

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Matematis Ac R32 dengan Beban dan Ac R410A tanpa Beban

