

ANALISA PENGARUH JENIS REFRIGERANT 134A PADA MOBIL 1500 CC DENGAN VARIASI KECEPATAN PUTARAN KOMPRESOR

Feri Ferdian ¹⁾, Aji Laksamana Sandi ²⁾, Ichlas Wahid ³⁾

Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ^{1) 2) 3)}

Email: feriferdian313@gmail.com¹⁾, shandyfender@gmail.com²⁾, ichlaswahid@untag-sby.ac.id³⁾*

ABSTRAK

Air conditioning (AC) merupakan suatu proses pengkondisian udara di mana udara dikondisikan pada suhu dan tingkat kelembaban tertentu, sehingga dapat menghasilkan udara yang bersih, segar, dan nyaman. Efisiensi sistem refrigerasi tergantung pada banyak faktor, termasuk efisiensi kecepatan putar kompresor dan jenis refrigerant yang dipakai. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kapasitas pendinginan dari perbedaan jenis refrigerant 134a Yess Cold, Klea, Kalton, dan Nippon Denso dengan perbedaan kecepatan putar kompresor bervariasi 800rpm, 1100rpm & 1400rpm pada AC mobil 1500 CC. Metode yang dipakai pada penelitian ini merupakan metode eksperimen yang dilakukan dengan trainer sistem AC mobil dengan variasi jenis refrigerant R-134a Yess Cold, Klea, Kalton, dan Nippon Denso dengan menggunakan kecepatan putar kompresor bervariasi 800rpm, 1100rpm & 1400rpm. Data dikumpulkan dengan cara mencari nilai tekanan dan suhu refrigerant. Kemudian, mencari nilai entalpi dengan menggunakan tabel. Dilanjutkan dengan menggambar proses siklus kompresi uap dalam P-h diagram R-134a. Data nilai entalpi yang telah didapatkan, dipakai untuk perhitungan data. Hasil berdasarkan data perhitungan digambarkan pada bentuk grafik perbandingan pada setiap variasi. Dari data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jenis refrigerant 134a Yess Cold, Klea, Kalton, dan Nippon Denso dengan kecepatan putar kompresor bervariasi 800rpm, 1100rpm & 1400rpm mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas pendinginan AC mobil 1500 CC. Nilai kapasitas pendingin (Q_e) tertinggi pada refrigerant 134a Klea dan Nippon Denso pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 24,6 kJ/s. Kemudian untuk nilai koefisien prestasi nyata (COP) tertinggi pada refrigerant 134a Nippon Denso pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 4,1. Tinggi rendahnya kecepatan putar kompresor dapat mempengaruhi nilai dari kapasitas pendingin (Q_e) dan koefisien prestasi nyata (COP) yang dihasilkan.

Kata kunci: AC mobil 1500 CC, kapasitas pendingin, R-134a

ABSTRACT

Air conditioning (AC) is an air conditioning process where the air is conditioned at a certain temperature and humidity level, so as to produce clean, fresh, and comfortable air. The efficiency of a refrigeration system depends on many factors, including the efficiency of the compressor rotational speed and the type of refrigerant used. This study aims to obtain the cooling capacity of various types of refrigerant 134a Yess Cold, Klea, Kalton, and Nippon Denso with different compressor rotational speeds varying 800rpm, 1100rpm & 1400rpm on 1500 CC car air conditioners. The method used in this study is an experimental method carried out with a car AC system trainer with refrigerant variations of type R-134a Yess Cold, Klea, Kalton, and Nippon Denso using various compressor rotational speeds, namely 800rpm, 1100rpm & 1400rpm. Data is collected by finding the refrigerant pressure and temperature values. Then, look up the enthalpy value by using the table. Followed by drawing the vapor compression cycle process on the P-h diagram R-134a. The enthalpy value data that has been obtained is used for data calculations. The results based on the calculation data are described in the form of a comparison graph for each variation. From the research data, it can be concluded that the refrigerant type 134a Yess Cold, Klea, Kalton, and Nippon Denso with compressor rotational speed varying 800rpm, 1100rpm & 1400rpm has a significant effect on the cooling capacity of 1500 CC car air conditioners. The highest cooling capacity (Q_e) value for refrigerants 134a Klea

and Nippon Denso at compressor rotational speed of 800rpm is 24.6 kJ/s. Then for the highest real coefficient of performance (COP) on refrigerant 134a Nippon Denso at compressor rotational speed of 800rpm is 4.1. The high and low rotational speed of the compressor can affect the value of cooling capacity (Qe) and the resulting coefficient of real performance (COP).

Keywords: 1500 CC car air conditioner, cooling capacity, R-134a

Pendahuluan

Air conditioning (AC) merupakan suatu proses pengkondisian udara di mana udara dikondisikan pada suhu dan tingkat kelembaban tertentu, sehingga dapat menghasilkan udara yang bersih, segar, dan nyaman. Pemakaian sistem AC pada mobil bertujuan untuk menjaga temperatur udara kabin pada kondisi yang nyaman baik itu bagi pengemudi dan penumpang. Saat ini teknologi pendinginan mesin yang paling banyak digunakan terutama pada AC mobil adalah siklus kompresi uap.

Efisiensi sistem refrigerasi tergantung pada banyak faktor, termasuk efisiensi kecepatan putar kompresor dan jenis refrigerant yang dipakai. Kompresor yang merupakan salah satu komponen utama memiliki peranan penting dalam mensirkulasikan dan mengkompresikan aliran refrigerant di dalam sistem pengkondisian udara. Dapat dikatakan bahwa perubahan kecepatan putar kompresor akan mempengaruhi performansi sistem pengkondisian udara pada mobil. Sementara itu, sistem pengkondisian udara itu sendiri harus stabil dalam berbagai variasi kecepatan putar kompresor, baik itu saat putaran lambat, rendah, atau tinggi untuk menjaga agar kenyamanan dalam kabin mobil dapat terpenuhi.

Refrigerant atau dikenal dengan nama freon yaitu fluida atau zat pendingin juga memegang peranan penting dalam sistem pendingin. Pada sistem AC mobil banyak digunakan refrigerant yang mengandung bahan kimia hidrofluorocarbon (HFC) seperti refrigerant 134a, karena memiliki sifat stabil, tidak mudah terbakar, tidak beracun, dan kompatibel terhadap sebagian besar bahan komponen refrigerator. Terlepas dari itu kita harus mengetahui bahwa pada saat ini terdapat banyak sekali jenis refrigerant 134a. Oleh karena itu, tidak menutup kemungkinan jenis refrigerant tersebut mempunyai pengaruh penting terhadap efektifitas sistem pendinginan pada mesin jenis siklus kompresi uap.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang unjuk kerja sistem AC mobil menggunakan jenis refrigerant 134a Yess Cold, Klea, Kalton dan Nippon Denso dengan kecepatan putar kompresor bervariasi 800rpm, 1100rpm & 1400rpm.

Metode

Persiapan Alat dan Komponen

Alat dan komponen yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

Alat :

1. Thermometer
2. Thermostat
3. Manometer
4. Anemometer
5. Tachometer

6. Manifold Gauge

Komponen :

1. Evaporator
2. Katup Ekspansi
3. Kondensor
4. Kompresor
5. Blower
6. Motor Listrik
7. Refrigerant 134a Yess Cold, Klea, Kalton, dan Nippon Denso

Perakitan Komponen menjadi Trainer AC Mobil

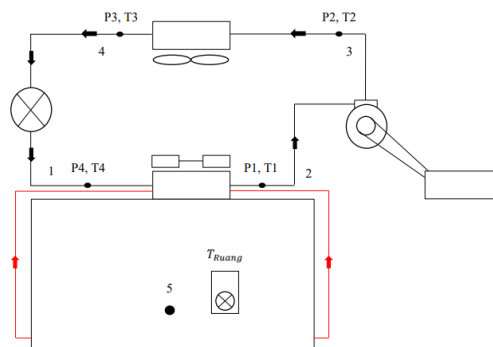
Melakukan perakitan semua komponen yang sudah disiapkan menjadi sebuah trainer AC Mobil



Gambar 1. Trainer AC Mobil

Pengambilan Data

Melakukan pengambilan data nilai tekanan refrigerant (P_1 , P_2 , P_3 , dan P_4) dan suhu refrigerant (T_1 , T_2 , T_3 , dan T_4).



Gambar 2. Skema Pemasangan Alat Ukur

1. Point 1 : Lokasi pemasangan manometer (P_1) dan thermometer (T_1).
2. Point 2 : Lokasi pemasangan manometer (P_2) dan thermometer (T_2).
3. Point 3 : Lokasi pemasangan manometer (P_3) dan thermometer (T_3).
4. Point 4 : Lokasi pemasangan manometer (P_4) dan thermometer (T_4).

5. Point 5 : Lokasi pemasangan thermometer

Tahapan Pengujian

1. Pemasangan semua alat ukur pada trainer AC Mobil.
2. Proses pemvakuman sistem AC Mobil selama kurang lebih 10 menit yang bertujuan untuk membuang udara atau air didalam sistem AC Mobil.
3. Proses penambahan oli kompresor kurang lebih sebanyak 120 ml bertujuan untuk menjaga fungsi kompresor agar tetap maksimal serta terhindar dari resiko aus dan kerusakan lainnya.
4. Proses pengisian refrigerant kurang lebih sebanyak 14 ons. Refrigerant yang digunakan pada penelitian ini adalah refrigerant 134a Yess Cold, Klea, Kalton, dan Nippon Denso.
5. Proses pengujian dilakukan menggunakan kecepatan putar kompresor bervariasi 800rpm, 1100rpm & 1400rpm.
6. Pada setiap refrigerant dan kecepatan putar kompresor dilakukan pengujian kurang lebih selama 10-15 menit.
7. Pada setiap refrigerant dan kecepatan putar kompresor dilakukan pengujian sebanyak tiga kali, setelah itu dilakukan pengambilan data nilai rata-rata.

Metode Pengolahan Data

1. Mencari semua data tekanan refrigerant ($P_1, P_2, P_3,$ dan P_4) dan suhu refrigerant ($T_1, T_2, T_3,$ dan T_4).
2. Mencari nilai entalpi ($h_1, h_2, h_3,$ dan h_4). dengan menggunakan tabel.
3. Menggambar proses siklus kompresi uap pada P-h diagram R-134a.
4. Data nilai entalpi yang telah didapatkan dipakai untuk menghitung :

✚ Kerja kompresor nyata

$$W = h_2 - h_1$$

Dimana :

W = Kerja kompresor nyata, (kJ/kg)

h_1 = Entalpi refrigerant yang masuk ke kompresor, (kJ/kg)

h_2 = Entalpi refrigerant yang masuk ke kondensor, (kJ/kg)

✚ Daya kompresor nyata

$$P = \dot{m} (h_2 - h_1)$$

$$\dot{m} = Q \cdot \rho$$

Dimana :

P = Daya kompresor nyata, (kJ/s)

h_1 = Entalpi refrigerant yang masuk ke kompresor, (kJ/kg)

h_2 = Entalpi refrigerant yang masuk ke kondensor, (kJ/kg)

\dot{m} = Laju alir massa refrigerant, (kg/s)

Q = Debit refrigerant (m^3/s)

ρ = Densitas refrigerant (kg/m^3)

✚ Kalor yang dikeluarkan dari refrigerant dalam kondensor

$$Hr = (-)(h_3 - h_2)$$

Dimana :

(-) = Kalor yang dikeluarkan dari refrigerant

Hr = Panas yang dibuang/heat rejection refrigerant didalam kondensor, (kJ/kg)

h_2 = Entalpi refrigerant yang masuk ke kondensor, (kJ/kg)

h_3 = Entalpi refrigerant yang masuk ke katup ekspansi, (kJ/kg)

✚ Efek refrigerasi

$$Re = h_1 - h_4$$

Dimana :

Re = Efek refrigerasi, (kJ/kg)

h_1 = Entalpi refrigerant yang masuk ke kompresor, (kJ/kg)

h_4 = Entalpi refrigerant yang masuk ke evaporator, (kJ/kg)

✚ Kapasitas pendingin

$$Qe = \dot{m} (h_1 - h_4)$$

Dimana :

Qe = Kapasitas pendingin, (kJ/s)

h_1 = Entalpi refrigerant yang masuk ke kompresor, (kJ/kg)

h_4 = Entalpi refrigerant yang masuk ke evaporator, (kJ/kg)

\dot{m} = Laju alir massa refrigerant, (kg/s)

✚ Koefisien prestasi nyata.

$$COP = \frac{\text{Efek refrigerasi}}{\text{Kerja kompresi}}$$

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

Dimana :

COP = Koefisien prestasi nyata

h_1 = Entalpi refrigerant yang masuk ke kompresor, (kJ/kg)

h_2 = Entalpi refrigerant yang masuk ke kondensor, (kJ/kg)

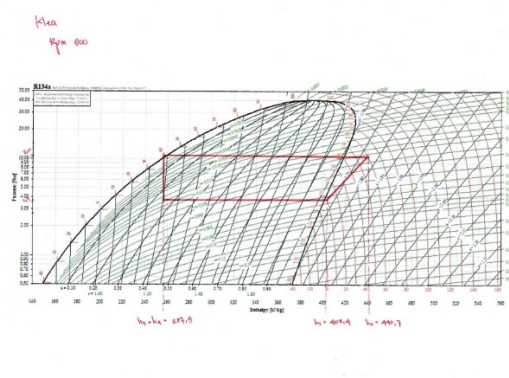
h_4 = Entalpi refrigerant yang masuk ke evaporator, (kJ/kg)

- Hasil dari perhitungan kerja kompresor nyata, daya kompresor nyata, kalor yang dikeluarkan dari refrigerant, efek refrigerasi, kapasitas pendingin, dan koefisien prestasi nyata digambarkan dalam bentuk grafik perbandingan pada setiap variasi.

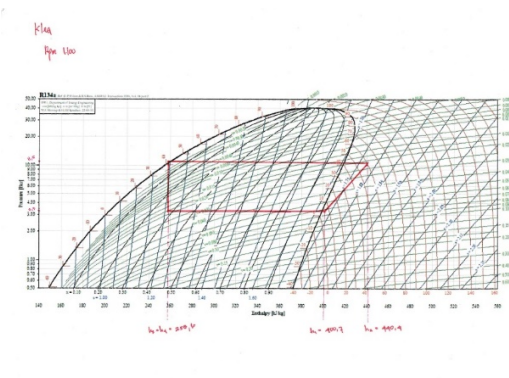
Hasil dan Pembahasan

P-h Diagram

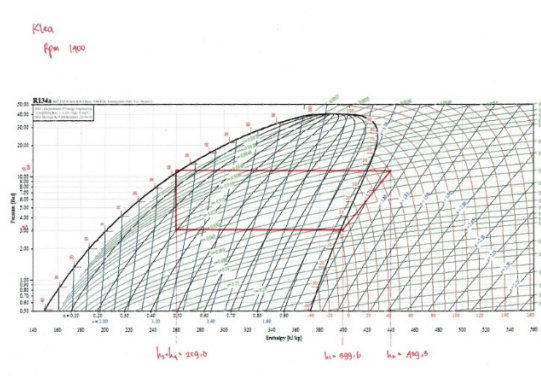
Berikut ini adalah P-h diagram R-134a Yess Cold, R-134a Klea, R-134a Kalton, dan R-134a Nippon Denso dengan menggunakan kecepatan putar kompresor bervariasi 800rpm, 1100rpm & 1400rpm.



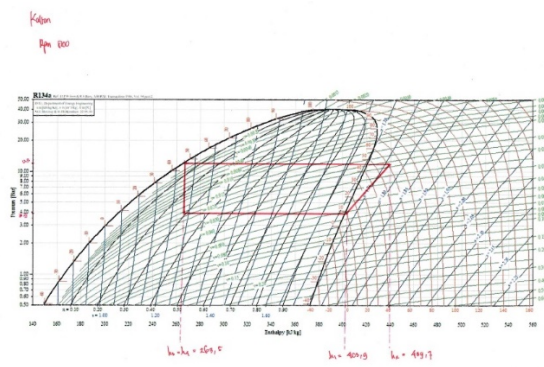
Gambar 3. P-h Diagram R-134a Klea 800rpm



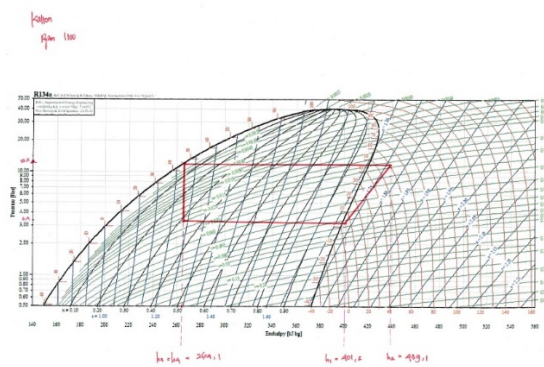
Gambar 4. P-h Diagram R-134a Klea 1100rpm



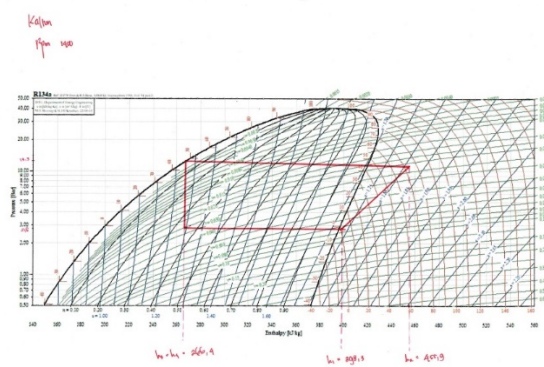
Gambar 5. P-h Diagram R-134a Klea 1400rpm



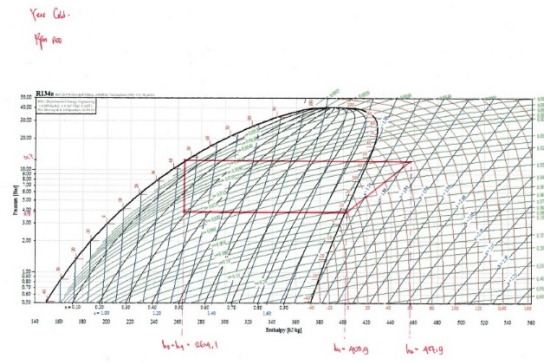
Gambar 6. P-h Diagram R-134a Kalton 800rpm



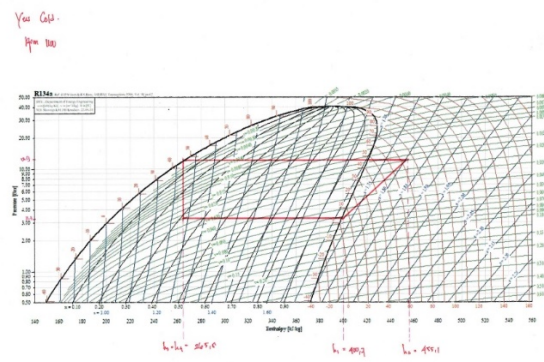
Gambar 7. P-h Diagram R-134a Kalton 1100rpm



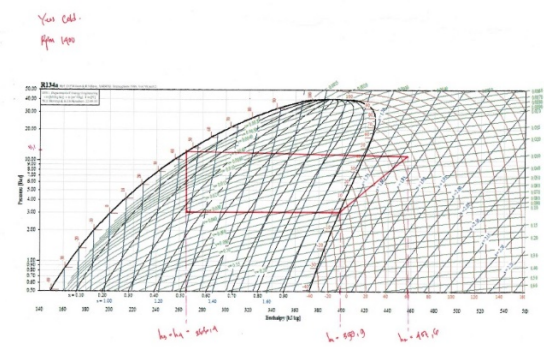
Gambar 8. P-h Diagram R-134a Kalton 1400rpm



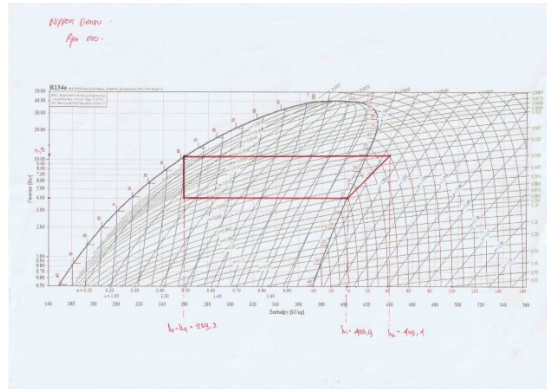
Gambar 9. P-h Diagram R-134a Yess Cold 800rpm



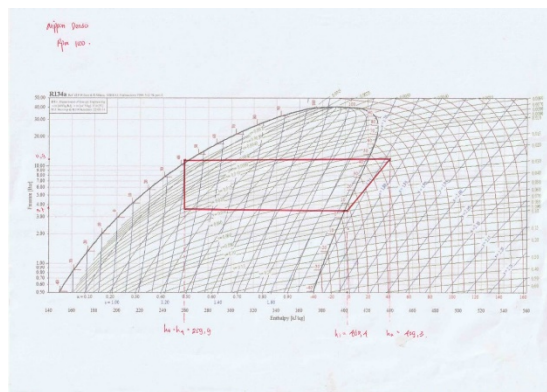
Gambar 10. P-h Diagram R-134a Yess Cold 1100rpm



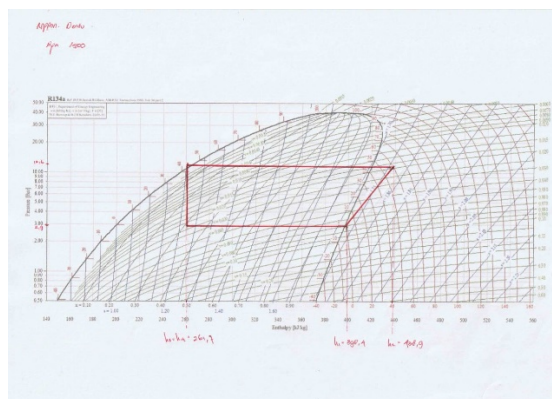
Gambar 11. P-h Diagram R-134a Yess Cold 1400rpm



Gambar 12. P-h Diagram R-134a Nippon Denso 800rpm



Gambar 13. P-h Diagram R-134a Nippon Denso 1100rpm



Gambar 14. P-h Diagram R-134a Nippon Denso 1400rpm

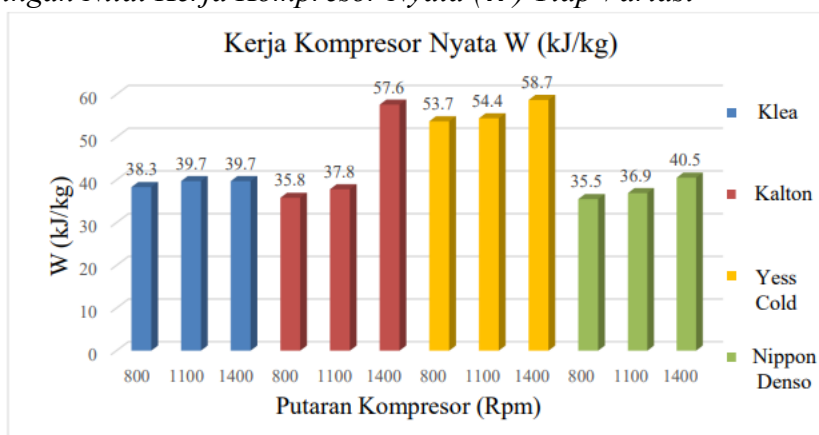
Data Perhitungan

Berikut ini merupakan data perhitungan refrigerant 134a Yess Cold, Klea, Kalton dan Nippon Denso dengan menggunakan kecepatan putar kompresor bervariasi 800rpm, 1100rpm & 1400rpm.

Tabel 1. Data Hasil Perhitungan refrigerant 134a Yess Cold, Klea, Kalton dan Nippon Denso dengan Menggunakan Kecepatan Putar Kompresor Bervariasi 800rpm, 1100rpm & 1400rpm

R-134a	Rpm	W (kJ/kg)	P (kJ/s)	Hr (kJ/kg)	Re (kJ/kg)	Qe (kJ/s)	COP
Klea	800	38,3	6,5	182,8	144,5	24,6	3,8
	1100	39,7	6,8	181,8	142,1	24,2	3,6
	1400	39,7	6,8	179,5	139,8	23,8	3,5
Kalton	800	35,8	6,1	176,2	140,4	23,9	3,9
	1100	37,8	6,4	175	137,2	23,3	3,6
	1400	57,6	9,8	189,5	131,9	22,4	2,3
Yess Cold	800	53,7	9,1	193,5	139,8	23,8	2,6
	1100	54,4	9,2	189,3	134,9	22,9	2,5
	1400	58,7	9,9	191,2	132,5	22,5	2,3
Nippon Denso	800	35,5	6,0	180,2	144,7	24,6	4,1
	1100	36,9	6,3	179,4	142,5	24,2	3,9
	1400	40,5	6,9	177,2	136,7	23,2	3,4

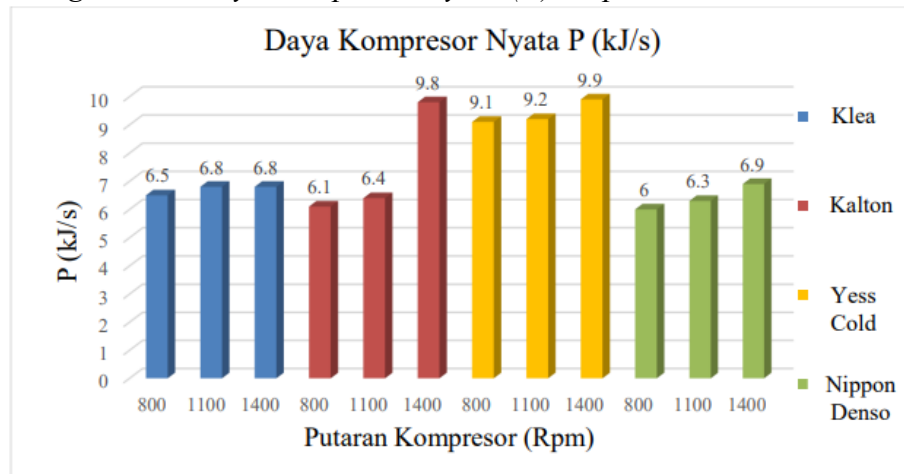
Perbandingan Nilai Kerja Kompresor Nyata (W) Tiap Variasi



Gambar 15. Grafik Perbandingan Nilai Kerja Kompresor Nyata (W) Tiap Variasi

Dari grafik perbandingan diatas menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai kerja kompresor nyata (W) pada setiap refrigerant dan kecepatan putar kompresor. Nilai kerja kompresor nyata (W) terendah pada refrigerant 134a Nippon Denso pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 35,5 kJ/kg. Nilai kerja kompresor nyata (W) tertinggi pada refrigerant 134a Yess Cold pada kecepatan putar kompresor 1400rpm sebesar 58,7 kJ/kg.

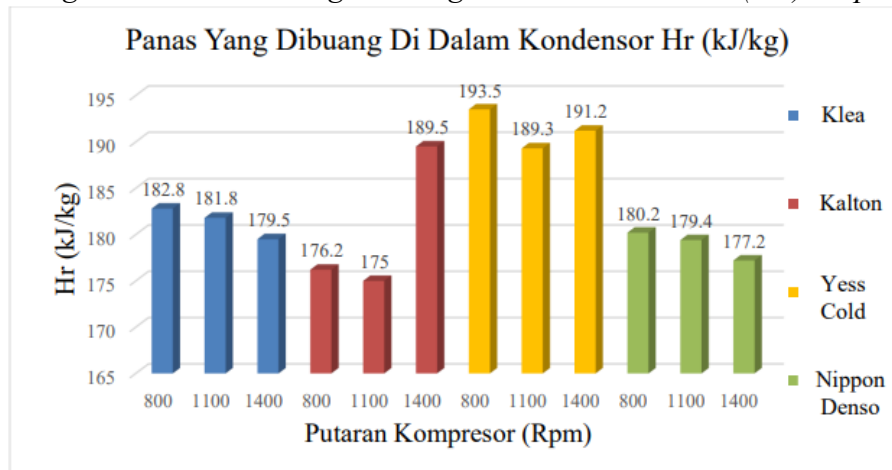
Perbandingan Nilai Daya Kompresor Nyata (P) Tiap Variasi



Gambar 16. Grafik Perbandingan Nilai Daya Kompresor Nyata (P) Tiap Variasi

Dari grafik perbandingan diatas menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai daya kompresor nyata (P) pada setiap refrigerant dan kecepatan putar kompresor. Nilai daya kompresor nyata (P) terendah pada refrigerant 134a Nippon Denso pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 6 kJ/s. Nilai daya kompresor nyata (P) tertinggi pada refrigerant 134a Yess Cold pada kecepatan putar kompresor 1400rpm sebesar 9,9 kJ/s.

Perbandingan Nilai Panas Yang Dibuang Didalam Kondensor (Hr) Tiap Variasi

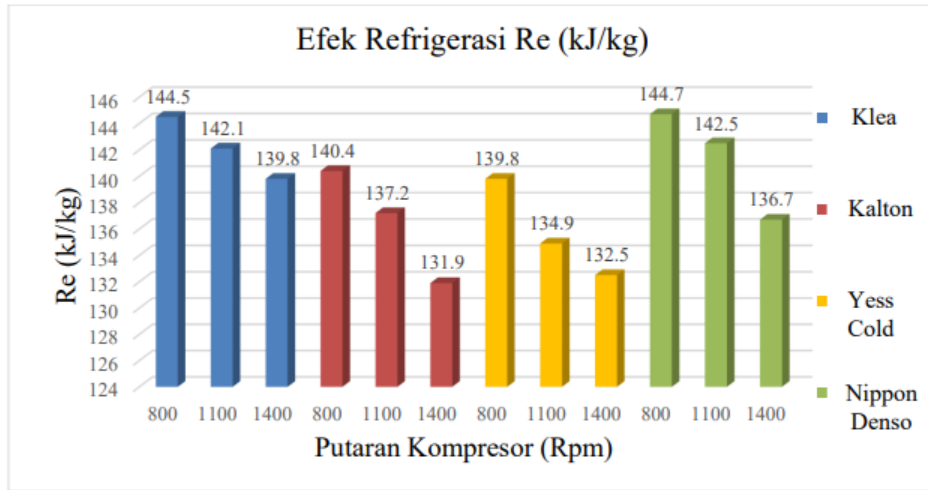


Gambar 17. Grafik Perbandingan Nilai Panas Yang Dibuang Didalam Kondensor (Hr) Tiap Variasi

Dari grafik perbandingan diatas menunjukkan bahwa adanya ketidakstabilan nilai panas yang dibuang didalam kondensor (Hr) pada setiap refrigerant dan kecepatan putar kompresor. Pada refrigerant 134a Klea dan Nippon Denso mengalami penurunan nilai panas yang dibuang didalam kondensor. Pada refrigerant 134a Kalton dan Yess Cold di setiap kecepatan putar kompresor mengalami naik turunnya nilai panas yang dibuang didalam kondensor. Nilai panas yang dibuang didalam kondensor (Hr) terendah pada refrigerant 134a Kalton pada kecepatan putar kompresor 1100rpm sebesar 175 kJ/kg. Nilai panas yang dibuang

didalam kondensor (Hr) tertinggi pada refrigerant 134a Yess Cold pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 193,5 kJ/kg.

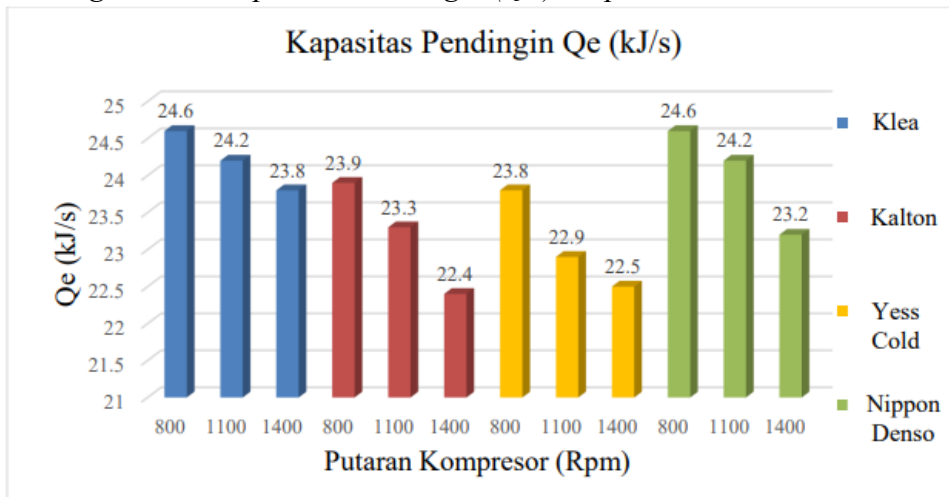
Perbandingan Nilai Efek Refrigerasi (Re) Tiap Variasi



Gambar 18. Grafik Perbandingan Nilai Efek Refrigerasi (Re) Tiap Variasi

Dari grafik perbandingan diatas menunjukkan bahwa adanya penurunan nilai efek refrigerasi (Re) pada setiap refrigerant dan kecepatan putar kompresor. Nilai efek refrigerasi (Re) terendah pada refrigerant 134a Kalton pada kecepatan putar kompresor 1400rpm sebesar 131,9 kJ/kg. Nilai efek refrigerasi (Re) tertinggi pada refrigerant 134a Nippon Denso pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 144,7 kJ/kg.

Perbandingan Nilai Kapasitas Pendingin (Qe) Tiap Variasi

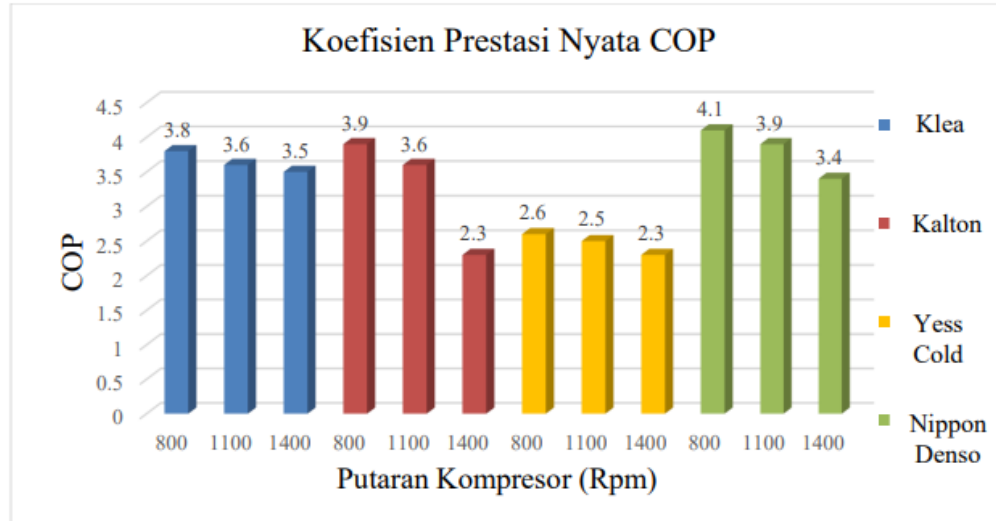


Gambar 19. Grafik Perbandingan Nilai Kapasitas Pendingin (Qe) Tiap Variasi

Dari grafik perbandingan diatas menunjukkan bahwa adanya penurunan nilai kapasitas pendingin (Qe) pada setiap refrigerant dan kecepatan putar kompresor. Nilai kapasitas pendingin (Qe) terendah pada refrigerant 134a Kalton pada kecepatan putar kompresor 1400rpm sebesar 22,4 kJ/s. Nilai kapasitas

pendingin (Q_e) tertinggi pada refrigerant 134a Klea dan Nippon Denso pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 24,6 kJ/s.

Perbandingan Nilai Koefisien Prestasi Nyata (COP) Tiap Variasi



Gambar 20. Grafik Perbandingan Nilai Koefisien Prestasi Nyata (COP) Tiap Variasi

Dari grafik perbandingan diatas menunjukkan bahwa adanya penurunan nilai koefisien prestasi nyata (COP) pada setiap refrigerant dan kecepatan putar kompresor. Nilai koefisien prestasi nyata (COP) terendah pada refrigerant 134a Kalton dan Yess Cold pada kecepatan putar kompresor 1400rpm sebesar 2,3. Nilai koefisien prestasi nyata (COP) tertinggi pada refrigerant 134a Nippon Denso pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 4,1.

Kesimpulan

Dari data hasil penelitian “Analisa Pengaruh Jenis Refrigerant 134a Pada Mobil 1500 CC Dengan Variasi Kecepatan putar Kompresor” dapat disimpulkan bahwa jenis refrigerant 134a Yess Cold, Klea, Kalton, dan Nippon Denso dengan menggunakan kecepatan putar kompresor bervariasi 800rpm, 1100rpm & 1400rpm mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas pendinginan AC mobil 1500 CC. Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, nilai kapasitas pendingin (Q_e) tertinggi pada refrigerant 134a Klea dan Nippon Denso pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 24,6 kJ/s. Kemudian untuk nilai koefisien prestasi nyata (COP) tertinggi pada refrigerant 134a Nippon Denso pada kecepatan putar kompresor 800rpm sebesar 4,1. Tinggi rendahnya kecepatan putar kompresor dapat mempengaruhi nilai dari kapasitas pendingin (Q_e) dan koefisien prestasi nyata (COP) yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- Monintja, Nita CV. (2020), Termodinamika Teknik II. Manado: Unsrat Press
 Anshar, Muhammad., Firman. (2019),
 Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Makassar: Garis Putih Pratama

- Widodo, Sapto., Syamsuri Hasan. (2008),
Sistem Refrigerasi dan Tata Udara Jilid 1. Jakarta: Direktorat Pembinaan
Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar
dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional
- Moran, Michael J., Howard N. Shapiro.(2006), Fundamentals Of Enginee
ring Thermodynamics, 5 th edition. John
Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex
PO19 8SQ., England
- Cengel, Yunus A., Michael A. Boles. (2006),
Thermodynamics Engineering Approach, 5 th edition. The McGraw-
Hill Companies
- Reynolds, William C., Henry C. Perkins.
(1987), Termodinamika Teknik Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga
- Stoecker, Wilbert F., Jerold W. Jones.
(1994), Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Jakarta: Erlangga
- Suadi. (2016), Pengujian Pengaruh Variasi
Putaran Mesin Terhadap Performansi
Sistem Pengkondisian Udara Pada Mobil 1.500 cc, Jurnal Teknik Mesin,
Vol. 5, No. 3, hal 115-117
- Nasution, Muslih., Amirsyam Nasution., M.Maulana Putra. (2020), Analisa Kin
erja Air Conditioner (AC) Terhadap
Perubahan Tekanan Dan Kecepatan Putaran Kompresor Pada Mobil Xenia
Type R, Piston, Vol. 4, No. 2, hal 60-63