

## ANALISIS KARAKTERISTIK MESIN *REFRIGERASI* MOBIL MENGUNAKAN MOTOR LISTRIK SEBAGAI ALAT UJI

Annisa Wulan Sari<sup>1\*</sup>, Sunaryo<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau  
Jl. K.H. Ahmad Dahlan No.88 Pekanbaru, Riau

\*owlalan@ymail.com

\*\*naryo\_07@yahoo.com

### Abstrak

*Mesin Refrigerasi Mobil Dengan Menggunakan Motor Listrik untuk alat uji Praktikum Prestasi Mesin pada Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Riau ini perlu diadakan penelitian untuk dapat memperoleh karakteristik-karakteristik pada mesin refrigerasi mobil, agar sesuai dengan yang digunakan pada refrigerasi mobil umumnya. Dengan variasi waktu pengambilan data pada alat ini yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, maka diperoleh nilai COP yang terbaik diperoleh saat pengambilan data 10 menit yaitu COP = 10, karena semakin besar nilai COP, maka semakin baik efisiensi mesin. Nilai perbandingan daya kompresor total terhadap waktu mengalami perubahan yang tidak beraturan, karena pada waktu 10 menit bernilai tinggi sebesar 0,159 kW, dan pada menit ke 20 turun menjadi 0,024 kW, namun pada waktu 30 menit nilainya naik hanya sedikit menjadi 0,027 kW. Nilai kalor total yang dilepaskan di kondenser tiap perubahan waktu mengalami kenaikan dari waktu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.*

**Kata kunci:** COP, kompresor, karakteristik, kondenser, refrigerasi mobil.

### 1. PENDAHULUAN

Temperatur udara di Indonesia sekitar 30°C dan kelembaban sekitar 90%. Indonesia termasuk daerah tropis lembab. Sebenarnya temperatur 30°C ini dirasakan cukup panas bagi sebagian besar orang di Indonesia, karena rentang kenyamanan orang Indonesia antara 20°C hingga 26°C. Maka diperlukan pengaturan udara agar dapat melaksanakan berbagai kegiatan dengan nyaman, termasuk kenyamanan saat berkendara menggunakan mobil.

Industri menciptakan inovasi baru untuk menambah kenyamanan mobil yang mereka produksi salah satunya dengan pengaturan temperatur menggunakan mesin pengatur udara (*air conditioning*). Mesin *refrigerasi* mobil mempunyai fungsi untuk mengatur temperatur udara, mengatur sirkulasi udara, mengatur kelembaban (*humidity*) udara, dan mengatur kebersihan udara. Mesin *refrigerasi* mobil terdiri dari kompresor yang mensirkulasikan zat pendingin (*refrigerant*) ke dalam kumparan pipa tembaga (*coil*), dimana udara dari dalam ruang diserempatkan pada kumparan (*convectie*) yang panasnya diserap oleh *refrigerant* yang kemudian mengembun. Adapun udara dalam ruang diisap dan diembuskan kembali masuk ruang oleh *blower* (kipas). Setelah udara lewat kumparan, temperatur menurun sebab panasnya dipakai oleh *refrigerant* yang mengembun. Pada saat yang sama, uap air dalam udara mengembun pula, sehingga kelembaban udara menurun.

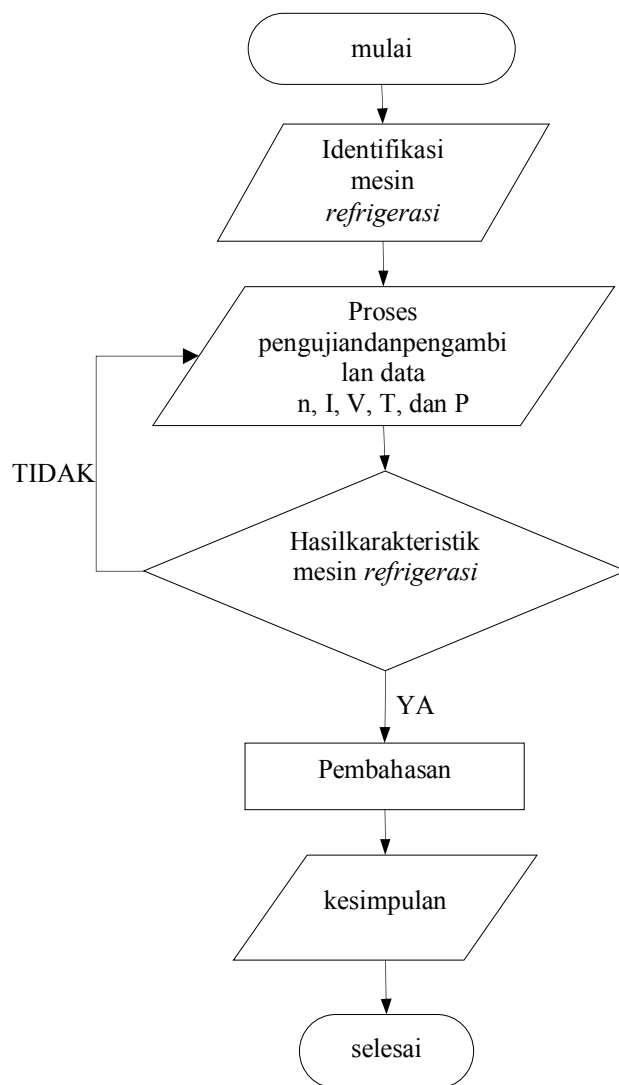
Dengan fenomena diatas untuk lebih mengenalkan prinsip-prinsip kerja sistem *refrigerasi* pada mobil kepada mahasiswa perlu pembelajaran secara teori dan praktek. Mengingat hal tersebut perlu pemahaman dasar-dasar kinerja mesin *refrigerasi* mobil yang dilakukan pada Praktikum Prestasi Mesin. Namun alat uji untuk Praktikum Prestasi Mesin belum dianalisa karakteristiknya pada Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Riau ini, maka dianggap perlu menganalisa alat uji mesin *refrigerasi* mobil, agar bisa berguna dalam pelaksanaan praktikum dan perlu diadakan penelitian ini untuk dapat memperoleh karakteristik- karakteristik pada mesin *refrigerasi* mobil ini agar sesuai dengan yang digunakan pada *refrigerasi* mobil umumnya.

Dalam sistem *refrigerasi* mobil, zat pendingin yang dipakai saat ini adalah *refrigerant* 12 (*Diklorodifluorometana*) yang diberi kode R-12 (R=*Refrigerant*), sedangkan pada sistem *refrigerasi* yang lain, seperti *refrigerasi* untuk ruangan digunakan refrigeran 134a (R-134a). Awal penggunaan refrigeran R-134a dan karakteristik yang membedakan refrigeran R-134a dengan R-12, dapat dilihat pdari sejarahnya. Pada tahun 1985-1988 dipublikasikan tentang ditemukannya fenomena perusakan lapisan ozon yang salah satunya disebabkan oleh penggunaan *refrigerant* R-12 pada sistem *refrigerasi* mobil. Dari sini berkembang untuk mengatur penggunaan dan jadwal produksinya sehingga

semaksimal mungkin tidak lagi menggunakan refrigeran R-12 pada mobil-mobil yang diproduksi sejak 1989, maka dibuatlah refrigeran pengganti R-12 tadi, yaitu R-134a dengan tetap memiliki sifat yang sama dengan R-12 yaitu, merupakan senyawa kimia utama yang stabil untuk membawa panas dan tidak mudah terbakar. Memiliki karakteristik tidak berbau, tidak berwarna dan tidak bersifat korosif juga tidak beracun. Pada refrigeran R-134a, dibuat agar seminimal mungkin tidak menyebabkan penipisan lapisan ozon.

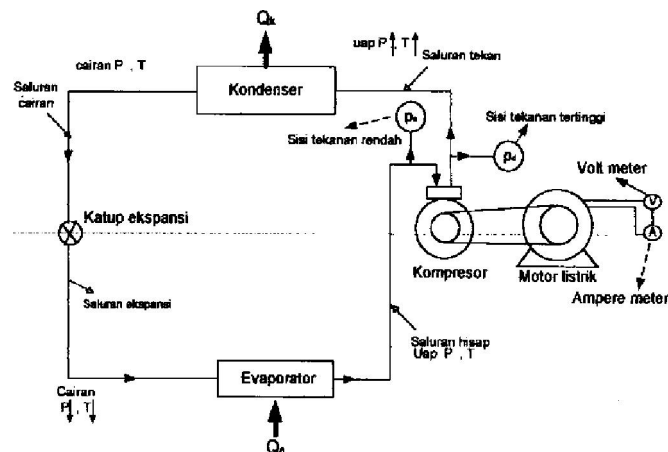
## 2. METODOLOGI

### 2.1. Tahapan Penelitian



**Gambar1 Flowchart Penelitian**

Penelitian ini dilakukan menggunakan satu unit mesin *refrigerasi* mobil, yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan skema mesin *refrigerasi* mobil dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar2 Satu Unit Mesin *Refrigerasi* Mobil

Gambar3 Skema Alat Percobaan

## 2.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian :

Penelitian ini dilaksanakan dengan prosedur berikut:

1. Pasang puli ukuran 3 inchi pada poros motor listrik, kencangkan baut yang tersedia. Pasang sabuk pada puli motor listrik dan puli kompresor.
2. Hidupkan saklar motor listrik 3 HP. Motor listrik akan berputar.
3. Hidupkan saklar power tegangan 12 volt kemudian hidupkan saklar kopling magnet.
4. Hidupkan saklar blower untuk mengaktifkan fan kondenserdan blower evaporator. Sampai langkah ini system *refrigerasi* mobil telah berjalan.
5. Hidupkan saklar lampu.
6. Buka katup *low differential pressure* dan *high differential pressure* sampai penuh dengan memutar kearah berlawanan dengan jarum jam.
7. Setelah system berjalan selama 10 menit, amati dan catat:
  - a. Tekanan dan temperature *low* (masuk kompresor, *psig*).
  - b. Tekanan dan temperature *high* (keluar kompresor, *psig*).
  - c. Temperatur dalam kabin dan luar kabin.
  - d. Arus (amper) dan tegangan (*volt*) fasa – netral pada motor listrik.
  - e. Putaran motor listrik dan kompresor (*rpm*).
8. Setelah sistem berjalan selama 20 menit, amati dan catat:
  - a. Tekanan dan temperature *low* (masuk kompresor, *psig*).
  - b. Tekanan dan temperature *high* (keluar kompresor, *psig*).
  - c. Temperatur dalam kabin dan luar kabin.
  - d. Arus (amper) dan tegangan (*volt*) fasa – netral pada motor listrik.
  - e. Putaran motor listrik dan kompresor (*rpm*).
9. Setelah sistem berjalan selama 30 menit, amati dan catat:

- a. Tekanan dan temperatur *low* (masuk kompresor, *psig*).
  - b. Tekanan dan temperature *high* (keluar kompresor, *psig*).
  - c. Temperatur dalam kabin dan luar kabin.
  - d. Arus (amper) dan tegangan (*volt*) fasa – netral pada motor listrik.
  - e. Putaran motor listrik dan kompresor (*rpm*).
10. Bila pengamatan telah selesai, tutup kembali katup *low differential pressure* dan *high differential pressure* dengan memutar searah dengan jarum jam.
11. Matikan saklar power tegangan 12 *volt* dan saklar motor listrik. Sampai langkah ini berarti sistem *refrigerasi* mobil berhenti.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada Mesin *Refrigerasi* Mobil Dengan Menggunakan Motor Listrik ini menggunakan puli motor listrik dengan diameter 3 inchi, diberi variasi pada waktu, sehingga diperoleh hasil yang ditampilkan pada data dengan masing-masing waktu yang dapat dilihat pada Tabell.

**Tabell Data Pengujian Mesin *Refrigerasi* Mobil Dengan Menggunakan Motor Listrik**

Waktu (menit)		10	20	30
Putaran ( <i>rpm</i> )	motor listrik	1206		
	Kompresor	603		
<i>Low differential pressure</i>	tekanan ( <i>psig</i> )	12	20	24
	temperatur (°C)	25,5	23,6	22,3
<i>High differential Pressure</i>	tekanan ( <i>psig</i> )	120	140	150
	temperatur (°C)	65,2	65,0	62,5
Temperatur output kondenser (°C)		35,3	36,6	37,7
Temperatur input evaporator		11,4	12,1	12,8
Temperatur dalam kabin (°C)		23,5	21	20,2
Arus motor listrik (Ampere)		7		
Tegangan motor listrik ( <i>Volt</i> )		220		

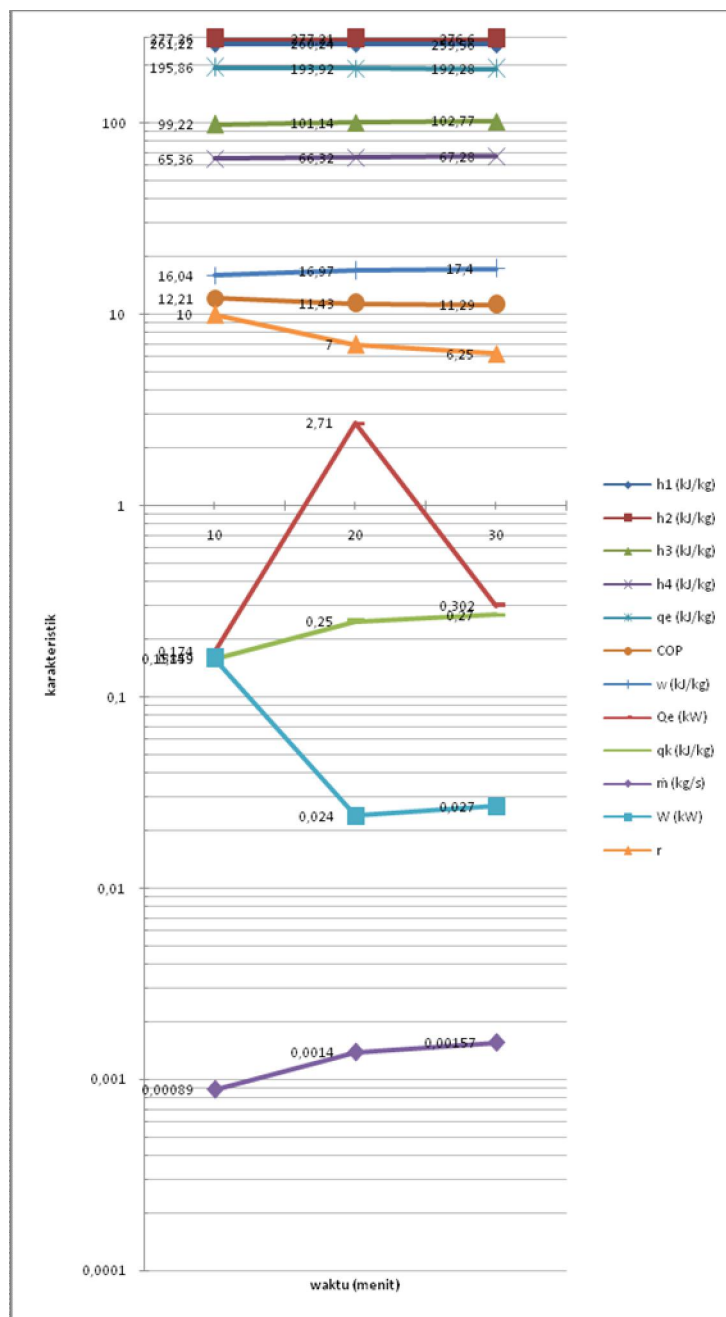
Secara keseluruhan, perbandingan karakteistik-karakteristik yang diperoleh dengan waktu pengambilan data, dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 4.

**Tabel2 Parameter Hasil Pengolahan Data**

No.	Karakteristik-karakteristik	Parameter Hasil		
		10 menit	20 menit	30 menit
1.	daya motor penggerak, P = W	= 2,13kW = 2,8HP	= 2,13kW = 2,8HP	= 2,13kW = 2,8HP
2.	<i>Entalpi</i> titik 1, $h_1$	= 261,22kJ /kg	= 260,24kJ /kg	= 259,56kJ /kg
3.	<i>Entalpi</i> titik 2, $h_2$	= 277,26kJ /kg	= 277,21kJ /kg	= 276,6kJ /kg
4.	<i>Entalpi</i> titik 3, $h_3$	= 99,22kJ /kg	= 101,14kJ /kg	= 102,77kJ /kg
5.	<i>Entalpi</i> titik 4, $h_4$	= 65,36kJ /kg	= 66,32kJ /kg	= 67,28kJ /kg
6.	Dampak <i>refrigerasi</i> , $q_e$	= 195,86kJ /kg	= 193,92kJ /kg	= 192,28kJ /kg
7.	Daya kompresor spesifik, w	= 16,04kJ /kg	= 16,97kJ /kg	= 17,04kJ /kg
8.	Koefisien prestasi, COP	= 12,21	= 11,431	= 11,29
9.	kalor total yang diserap, $Q_e$	= 0,174kW	= 2,71kW	= 0,302kW
10.	Laju aliran massa, $\dot{m}$	= 0,0008kg /s	= 0,0014kg /s	= 0,0015kg /s
11.	kalor yang dilepas kondenser, $q_k$	= 178,04kJ /kg	= 176,07kJ /kg	= 173,83kJ /kg
12.	kalor total yang lepas di kondenser, $Q_k$	= 0,15849kW	= 0,25kW	= 0,27kW
13.	Daya kompresor total, W	= 0,159kW	= 0,024kW	= 0,027kW
14.	Perbandingan tekanan, r	= 10	= 7	= 6,25

Pada saat awal melakukan pengujian terhadap alat uji Mesin *Refrigerasi* Mobil Menggunakan Motor bakar ini, terdapat kendala pada bagian input evaporator, karena blower motor listrik yang meniupkan udara panas mempengaruhi temperature dalam kabin, sehingga temperature kenyamanan yang diinginkan sebesar 20 °C – 26 °C, tidak dapat tercapai. Maka dilakukan penambahan sekat antara motor listrik dan evaporator.

Dari Gambar4 dapat dilihat nilai perbandingan *COP* dan nilai perbandingan tekanan terhadap waktu pengujian. Hal ini menandakan bahwa efisiensi alat uji Mesin *Refrigerasi* Mobil Menggunakan Motor Listrik ini semakin lama waktu pengujian, semakin tidak efisien. Hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai perbandingan tekanan (*r*), semakin kecil nilai *COP*. Selanjutnya, semakin besar nilai *COP*, semakin efisien sebuah mesin pendingin.



Gambar4 Grafik Perbandingan Karakteristik-karakteristik yang Diperoleh Dengan Waktu Pengambilan Data

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan memperoleh data dari alat uji Mesin *Refrigerasi Mobil* Dengan Menggunakan Motor Listrik, maka diperoleh kesimpulan:

1. Dengan variasi waktu pengambilan data pada alat ini yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, maka diperoleh nilai *entalpi* pada titik 1 dan *entalpi* pada titik 2 mengalami penurunan pada tiap waktunya, yaitu secara berurut, **261,22kJ/kg**, **260,24kJ/kg**, **259,56kJ/kg** untuk  $h_1$  dan **277,26kJ/kg**, **277,21kJ/kg**, **276,6kJ/kg** untuk  $h_2$ . Berbeda dengan *entalpi* pada titik 3 dan *entalpi* pada titik 4, mengalami kenaikan pada tiap perubahan waktunya, yaitu secara berurut, **99,22kJ/kg**, **101,14kJ/kg**, **102,77kJ/kg** untuk  $h_3$  dan **65,36kJ/kg**, **66,32kJ/kg**, **67,28kJ/kg** untuk  $h_4$ .
2. Nilai *COP* yang terbaik diperoleh saat pengambilan data 10 menit yaitu  $COP = 10$ , karena semakin besarnilai *COP*, maka semakin baik efisiensi mesin.
3. Nilai perbandingan daya kompresor total terhadap waktu mengalami perubahan yang tidak beraturan, karena pada waktu 10 menit bernilai tinggi sebesar 0,159 kW, dan pada menit ke 20 turun menjadi 0,024 kW, namun pada waktu 30 menit nilainya naik hanya sedikit menjadi 0,027 kW.
4. Besarnya laju aliran massa mengalami kenaikan dari waktu 10 menit sebesar **0,0008kg/s**, 20 menit sebesar **0,0014kg/s**, dan 30 menit sebesar **0,0015kg/s**.
5. Nilai kalor total yang dilepaskan di condenser tiap perubahan waktu mengalami kenaikan dari waktu 10 menit **0,15849kW**, 20 menit **0,25kW**, dan 30 menit **0,27kW**.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cengel, Yunus A. *Heat Transfer. A Practical Approach. Second Edition*. New York: McGraw – Hill. 2011.
- Committee, *Ashrae Handbook*. 2001. *Ashrae Hand Book of Fundamentals*. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta.
- Stoecker, Wilbert F. dan Jones, Jerold W. 1994. *Refrigerasi dan Sistem Pengkondisian Udara*. Cetakan Keempat. Terjemahan, Hara, Supratman. Erlangga, Jakarta.
- Under, Kuniomi, (2008): Apakah Freon R134a Dapat Diisikan ke Mobil Dengan AC Parts R12? <http://acmobilkita.wordpress.com/2008/07/14/apakah-freon-r134a-dapat-diisi-ke-mobil-dengan-ac-parts-r12>