

EFISIENSI KOMPRESOR TERHADAP MODIFIKASI SUSUNAN PIPA EVAPORATOR REFRIGERATOR

BARITA SIREGAR¹, ESWANTO², NAEK TUA PASARIBU³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan
Jl. Gedung Arca No 52 Medan 20217, Telp (061) 7363771, Fax. 061 7347854
e-mail : eswanto@itm.ac.id

ABSTRAK

Kompresor dengan pembebanan yang sama dalam keadaan modifikasi ataupun standart sangatlah berbeda efisiensinya dan Coefisien prestasi dalam suatu mesin pendingin, dalam hal ini pengujian dalam keadaan standart lalu modifikasi evaporator berbentuk segitiga tanpa sirip(plat) dan pengujian setelah dimodifikasi sangatlah memperjelas perbedaan efisiensi kompresor yang terjadi dalam suatu sistem pendingin. Dari hasil pengujian kompresor pada Refrigerator merk Samsung model DA99-01516R dengan pembebanan yang sama, nilai efisiensi tertinggi 99,51% dengan Coefisien prestasi 2,58 di dapat pada keadaan standart dan nilai efisiensi tertinggi 98,86 dengan Coefisien prestasi 2,47 dalam keadaan modifikasi susunan pipa evaporator. Sehingga dari hasil pengujian efisiensi kompresor keadaan standart lebih baik dari efisiensi dalam keadaan modifikasi evaporator.

Kata kunci : kompresor, Coefisien prestasi, modifikasi dan efisiensi.

PENDAHULUAN

Sistem pendingin atau *refrigeren* merupakan proses pelepasan kalor dari suatu substansi dengan cara penurunan temperatur dan perpindahan panas ke substansi lainnya. Bidang refrigerasi dan pengkondisian udara saling berhubungan satu sama lain, tetapi mempunyai ruang lingkup yang berbeda, artinya sama-sama berfungsi untuk mendinginkan benda atau ruangan. Teknologi mesin refrigrasi saat ini sangat mempengaruhi kehidupan dunia modern. Tidak hanya terbatas untuk peningkatan kualitas dan kenyamanan hidup, namun juga sudah menyentuh hal-hal penunjang kehidupan manusia dan pendidikan pada masa ini.

Di Indonesia penggunaan mesin pendingin akan terus meluas karena cenderung beriklim tropis, juga di industri yang banyak memanfaatkan mesin pendingin sebagai alat untuk mengawetkan hasil produksinya seperti

pengawetan hasil pertanian, pengalengan ikan dan sebagainya. Dengan demikian fungsi mesin pendingin akan terus berkembang.

Menurut jurnal Andrian Bayanullah upaya untuk penghematan energi pada sistem pendingin adalah dengan beberapa cara yaitu memperbaiki efisiensi kompresor, memvariasikan putaran kompresor, mencari refrigeran alternatif, memvariasikan putaran fan, dan sistem kontrol refrigeran.

Didasari permasalahan diatas perlu dilakukan penelitian, maka dari itu penulis mengangkat judul “ **efisiensi kompresor terhadap modifikasi susunan pipa evaporator refrigerator**” agar dapat membuktikan efisiensi kompresor terhadap modifikasi susunan pipa evaporator refrigerator dan efisiensi kompresor tanpa modifikasi susunan evaporator (standart)..

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya kompresor dengan pembebanan dalam keadaan standart; Untuk mengetahui daya kompresor dengan pembebanan dalam keadaan Modifikasi; Untuk membandingkan COP standart dengan COP modifikasi; Untuk membandingkan Efisiensi kompresor standart dengan Efisiensi kompresor modifikasi.

1 Studi Pustaka

2.1 Siklus Refrigerasi

Dalam proses refrigerasi, refrigeran yang menjalankan fungsinya sebagai fluida kerja mengalami perubahan fasa yaitu dari fasa cair berubah menjadi fasa uap dan kembali menjadi fasa cair, sehingga merupakan suatu siklus aliran tertutup, kecuali pada mesin pendingin yang menggunakan udara sebagai refrigerannya, dimana refrigerannya tetap dalam keadaan fasa gas.

Berikut ini ada beberapa siklus refrigerasi antara lain :

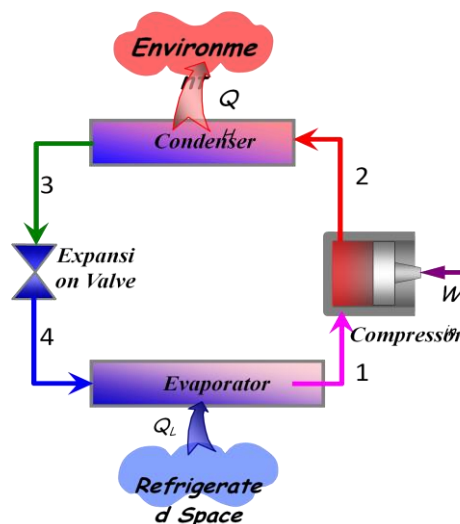
1. Siklus refrigerasi kompresi uap (*Vapor Compression Refrigeration Cycle*).
2. Siklus refrigerasi pancaran uap (*Steam Jet Refrigeration Cycle*).
3. Siklus refrigerasi udara (*Air Refrigeration Cycle*).
4. Siklus refrigerasi penyerapan (*Absorption Refrigeration Cycle*).

Pada siklus refrigeran kompresi uap, kompresor mengompresikan refrigeran dalam keadaan fasa uap jenuh sehingga tekanan dan temperaturnya naik dan menjadi uap kering yang kemudian diembunkan menjadi fasa cair di dalam

kondensor, kemudian tekanan dan temperaturnya di turunkan di katup ekspansi agar temperaturnya lebih rendah dari temperatur lingkungan, dan pada saat di evaporator refrigeran cair tersebut mengalami evaporasi (penguapan) sambil menyerap panas dari objek di sekitar evaporator.

Sistem aliran refrigeran tersebut dapat kita lihat pada gambar 2.2, dalam menjalankan fungsinya refrigeran mengalami proses sebagai berikut :

- a. Kompresi (pemampatan) di kompresor.
- b. Kondensasi (pengembunan) di kondensor.
- c. Ekspansi (penurunan tekanan) di katup ekspansi.
- d. Evaporasi (penguapan) di evaporator.



Gambar 1 Sistem refrigerasi kompresi uap

Menurut proses kerja sistem, siklus kompresi uap di bedakan atas dua bagian yaitu :

1. Siklus refrigerasi kompresi uap ideal (teoritis)
2. Siklus refrigerasi kompresi uap aktual (sebenarnya)

2.2 Kompresor

Kompresor adalah jantung dari Sistem kompresi uap. Empat jenis kompresor refrigerasi yang paling umum dipakai adalah :

1. Kompresor Torak (*reciprocating compressor*)
2. Kompresor sekrup (*screw compressor*)
3. Kompresor sentrifugal
4. Kompresor sudu (*vane compressor*)

Daya kompresor haruslah mendapat perhatian karena merupakan hal yang sangat penting didalam sistem kompresi uap, selama kerja yang teratur (reguler) dengan beban-beban refrigerasi yang berat, suhu evaporator naik, sehingga kebutuhan daya kompresor naik dan dapat menyebabkan motor kelebihan beban (*overload*). kapasitas refrigerasi dapat dihitung dengan rumus,

$$K_p = m (h_1 - h_4) \text{ kW} \dots \dots \dots (2.1)$$

METODE PENELITIAN

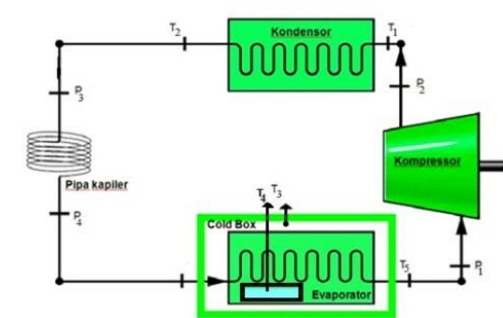
3.1 Perancangan Penelitian

Untuk memperoleh data penelitian, maka dilakukan dengan metode eksperimen. Karena eksperimen sesuai digunakan untuk pengambilan data yang dilakukan secara destruktif. Jumlah parameter dapat dibatasi sehingga dapat menghemat biaya dan waktu pelaksanaan.

Proses eksperimen dilakukan untuk menganalisa efisiensi kompresor melalui

modifikasi pada susunan pipa evaporator. Hal ini dilakukan guna melihat efisiensi kerja pada kompresor dengan modifikasi yang direncanakan.

Penelitian dilakukan dengan alat uji yang dirancang sedemikian sehingga dapat digunakan untuk beberapa penelitian tentang efisiensi kompresor dan data – data yang diperlukan dalam penelitian.



Gambar 2. Skema instalasi pengujian Titik pengukuran alat uji :

- T1 : Temperatur Keluar Kompresor
- T2 : Temperatur Keluar Kondensor
- T3 : Temperatur Evaporator
- T4 : Temperatur Beban Uji
- T5 : Temperatur Masuk Kompresor
- P1 : Tekanan Keluar Evaporator
- P2 : Tekanan Keluar Kompresor
- P3 : Tekanan Keluar Kondensor
- P4 : Tekanan Keluar Pipa Kapiler

3.2 Proses pengambilan data

- a. Persiapan dan pemasangan seluruh alat ukur yang digunakan dalam pengujian, seperti : termo control digital, timbangan digital, dan alat pendukung lainnya.
- b. Memeriksa kondisi mesin dan peralatan yang akan digunakan.
- c. Memastikan dan memeriksa suplai listrik yang diperlukan oleh peralatan uji.

- d. Memeriksa kondisi di dalam evaporator.
- e. Mengkalibrasikan semua alat ukur.

3.3 Tahap Pengujian

- a. Sebelum dicharging, sistem harus di vakum terlebih dahulu. Untuk memastikan apakah sistem mengalami kebocoran.
- b. Mengisi refrigeran sampai tekanan tertentu dan mencatat berat refrigeran yang dimasukkan kedalam sistem. Berat refrigeran yang dimasukkan 250 gram.
- c. Mengisi beban pendinginan pada ruang kabin evaporator. Beban pendingin yang digunakan adalah air mineral 1 liter, dan di masukan pada sebuah wadah.
- d. Menjalankan sistem refrigerator.
- e. Setelah itu mencatat seluruh data temperatur, tekanan pada pressure guage/ 30 menit, sampai temperatur bahan uji mencapai 5° celcius, lalu mematikan sistem refrigerator.
- f. Pengujian akan di ulangi kembali sampai 3 kali.
- g. Setelah pengujian selesai, modifikasi evaporator dan pipa kapiler pada sistem refrigerator.

Dan mengulangi kembali proses pengujian dari langkah (a - f).

HASIL DAN PEMBAHASAN

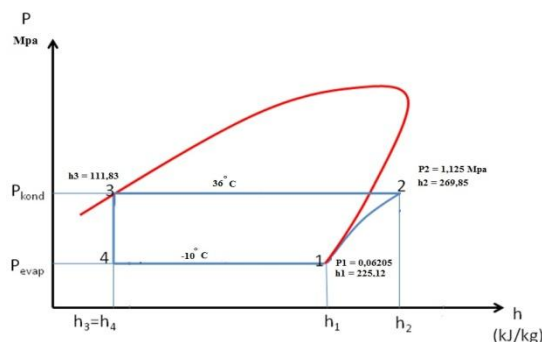
Koefisien prestasi (COP) adalah bentuk penelitian dari suatu refrigerasi,

semakin besar COP menunjukan bahwa kerja mesin tersebut semakin baik. Setelah proses pengambilan data selesai dilakukan, barulah kita dapat menghitung nilai dampak refrigerasi, nilai laju aliran massa, nilai daya kompresor, nilai COP, nilai efisiensi kompresor dalam keadaan standar dan nilai efisiensi setelah perubahan bentuk evaporator.

4.1 Perhitungan keadaan standart

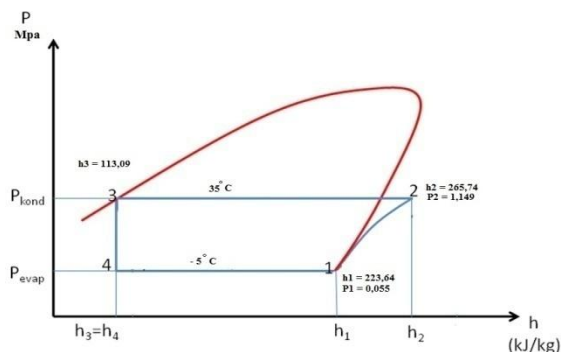
Spesifikasi refrigeran :

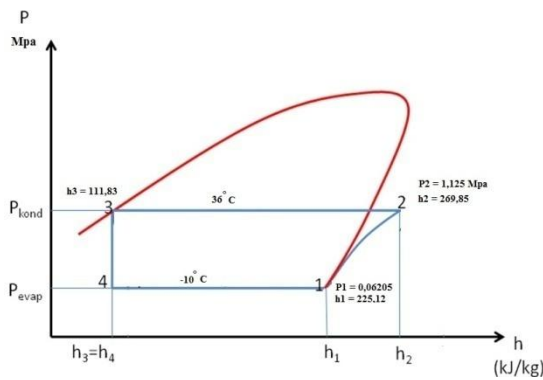
- Tipe Refrigeran : HC R 134a
Hycool
- Jumlah yang diisikan : 250 gram



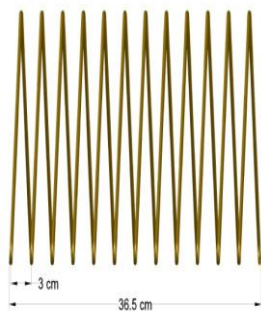
Gambar 3. Grafik pengujian hari pertama keadaan standart.

Gambar 4. Grafik pengujian hari kedua keadaan standart

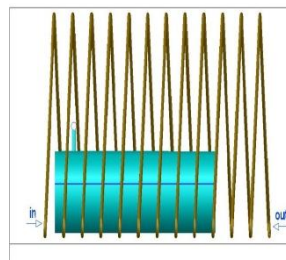




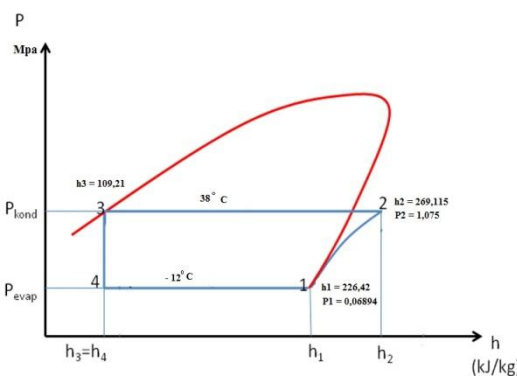
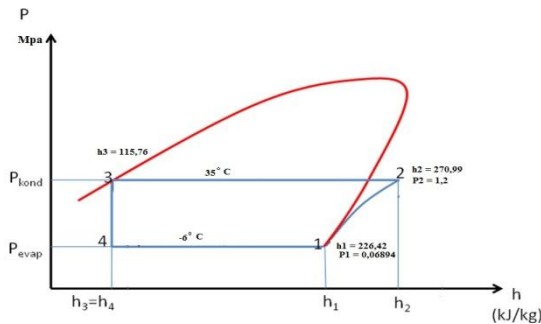
Gambar 5. Grafik pengujian hari ketiga keadaan standart.



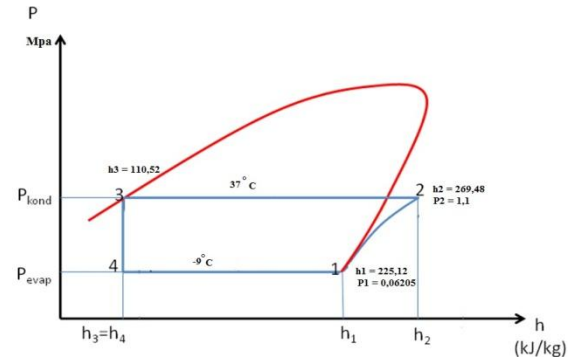
4.2 Perhitungan keadaan modifikasi



Gambar 6. Evaporator modifikasi



Gambar 7. Grafik pengujian hari pertama keadaan modifikasi.



Gambar 8. Grafik pengujian hari kedua keadaan modifikasi.

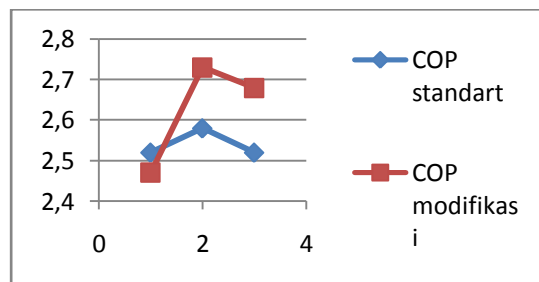
Gambar 9. Grafik pengujian hari kedua keadaan modifikasi.

Tabel 1. Hasil perhitungan setiap percobaan.

Percobaan	$\dot{Q}_{L,in}$ (kW)	\dot{m} (kg/s)	$\dot{Q}_{H,out}$ (kW)	COP
Keadaan standart	0,27756	0,00245	0,38691	2,52
	0,28853	0,00261	0,39841	2,58
	0,27756	0,00245	0,38691	2,52
Keadaan modifikasi	0,27222	0,00246	0,38798	2,47
	0,30122	0,00257	0,4109	2,73
	0,28306	0,00247	0,39243	2,68

Tabel 2. COP standart dan COP modifikasi Evaporator

hari	COP standart	COP modifikasi
Pertama	2,52	2,47
kedua	2,58	2,73
ketiga	2,52	2,68

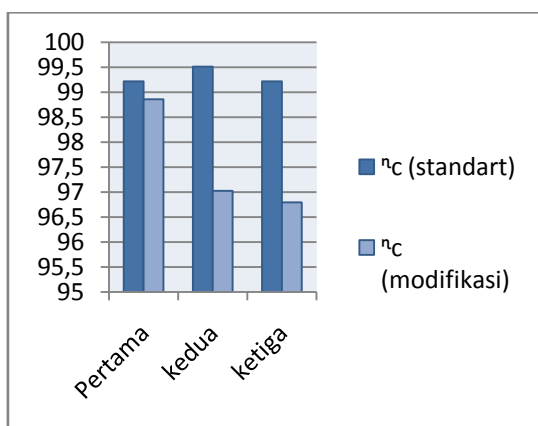


Gambar 10. Grafik perbandingan COP dalam keadaan standart dan modifikasi

Dari grafik diatas dapat di lihat bahwa Koefisien performance tertinggi yaitu 2,73 dengan waktu 116 menit dalam keadaan modifikasi dan koefisien prestasi tertinggi dalam keadaan standart 2,58 dengan waktu 111 menit, dengan demikian coefisien prestasi keadaan modifikasi lebih baik dari keadaan standart hanya saja dalam waktu yang lebih lama.

Tabel 3. Tabel perbandingan efesiensi kompresor standart dan modifikasi

hari	η_c (standart)	η_c (modifikasi)
Pertama	99,22	98,86
kedua	99,51	97,02
ketiga	99,22	96,79



Gambar 11. Grafik perbandingan efesiensi dalam keadaan standart dan modifikasi

dari grafik diatas dapat di lihat perbedaan efesiensi kompresor hari pertama keadaan standart 99,22% dan efesiensi kompresor hari pertama keadaan modifikasi 98,86%, efesiensi kompresor

hari kedua keadaan standart 99,51% dan efesiensi kompresor hari kedua keadaan modifikasi 97,02%, efesiensi kompresor hari ketiga keadaan standart 99,22% dan efesiensi ko0mpresor keadaan modifikasi 96,79%, jelas terlihat efesiensi kompresor dalam keadaan standart lebih baik di banding keadaan modifikasi dan semakin hari semakin menurun, disebabkan kerja dari kompresor semakin besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan mesin refrigerator dalam keadaan standart dan modifikasi evaporator tentang efesiensi kompresor maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya kompresor dalam keadaan standart= 0,11 kW
2. Daya kompresor keadaan modifikasi = 0,11Kw

Daya yang didapat sama, dikarenakan penentuan tahap pengambilan data terhadap temperatur bahan uji(pembebanan) telah di tentukan yaitu 5°C.

3. Coefisien pretasi tertinggi yang didapat dari keadaan setandard adalah 2,58 sedangkan Coefisien prestasi tertinggi yang didapat dari keadaan modifikasi adalah 2,73, maka Coefisien prestasi modifikasi lebih baik dibandingkan dari keadaan standart, hanya saja waktu yang diperlukan lebih lama.
4. Efesiensi kompresor tertinggi didapat pada keadaan standart dengan nilai = 99,51% dan nilai efesiensi terendah didapat dalam keadaan modifikasi evaporator dengan nilai = 96,79%. Adanya penurunan efesiensi kompresor

terhadap modifikasi evaporator dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. J.P. Holman, Alih Bahasa Ir. E. Jasjfi M.Sc, "*Perpindahan Kalor*", Edisi Keenam, Penerbit Erlangga.
- [2]. Richard C. Jordan, Second Edition 1962 "*Refrigeration and Air Conditioning*",.
- [3]. Reynolds C. William, 1994, "*Termodinamika Teknik*", Second Edition, Terjemahan Filono Harahap, Erlangga
- [4]. Sularso Haruo Tahara, 1985, "Pompa dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan" Edisi ke - 2, Pradnya Paramita, Jakarta,
- [5]. Wilbert F. Stoecker Jerold W. Jones, Alih Bahasa Ir. Supratman Hara, "*Refrigeration dan Pengkondisian Udara*" Edisi Kedua, Penerbit Erlangga.