

KAJI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK TERMODINAMIKA DARI PEMANASAN REFRIGERANT 12 TERHADAP PENGARUH PENDINGINAN

Mochtar Asroni , Basuki Widodo, Dwi Bakti S
Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAKSI

Pengkondisian udara adalah suatu proses perlakuan udara terhadap suhu untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan dan pendistribusian secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada didalamnya. Segala upaya telah dilakukan untuk meningkatkan kerja system pengkondisian udara. Salah satunya adalah apa yang akan dilakukan pada penelitian mesin pengkondisian udara system kompresi uap ini. Mesin pengkondisian udara system kompresi uap digunakan diaplikasikan untuk mesin pendingin ruangan dengan kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator sebagai alat utama penyusunnya dan refrigerant 12 sebagai fluida kerjanya. Kondensor kedua dan pemanas kompor ditambahkan ke dalam system penelitian ini. Kondensor kedua terletak di antara kondensor pertama dan katup ekspansi. Sedangkan kompor berfungsi untuk memanaskan kondensor ke dua. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya efek pendinginan jika refrigerant 12 dalam kondensor kedua dipanaskan dengan menggunakan kompor listrik sebagai sumber panas. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa pemanasan refrigerant 12 pada kondensor kedua dapat meningkatkan tekanan refrigerant meningkat, hal ini berimbas pada temperature keluaran evaporator. Sehingga pemanasan dapat meningkatkan efek pendinginan.

Kata Kunci : Kompor, Evaporator, Temperatur, Tekanan, Waktu, dan Kondensor, Refrigerant 12.

PENDAHULUAN

Pengkondisian udara adalah usaha untuk mengatur temperatur dan kelembaban udara agar menghasilkan kenyamanan termal (*thermal comfort*) bagi manusia.

Mesin refrigerasi kompresi uap terdiri atas empat komponen utama, yakni kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator. Kondensor dan evaporator sesungguhnya merupakan penukar kalor (*heat exchanger*) yang

berfungsi mempertukarkan kalor diantara dua fluida, yakni antara refrigerant dengan fluida luar (bisa berupa air ataupun udara). Perkembangan di bidang system kompresi uap ini terus dilaksanakan. Sebagai contohnya maka kami melakukan kaji eksperimental. Dimana semua rangkaian peralatan uji dirancang dan dibuat, kemudian pengujian dilakukan terhadap R 502. Proses yang diamati dan dikaji dalam hal ini adalah pengaruh dampak pemanasan

dari R 502 di dalam kondensor kedua. Sehingga dampak pengaruh pendinginan pada evaporator bisa diketahui.

Komponen dan skema alat yang digunakan adalah skema pengkondisian udara system kompresi uap. Dengan menambahkan satu kondensor lagi sebagai media yang akan di panaskan dengan menggunakan kompor listrik.

Adapun masalah yang dibahas bagaimana pengaruh pemanasan refrigerant terhadap efek pendinginan keluaran Evaporator, berapa nilai efisiensi terbaik yang dihasilkan.

Tujuan dari penulisan untuk mengetahui pengaruh pemanasan refrigerant terhadap efek pendinginan keluaran Evaporator dan untuk mengetahui berapa nilai efisiensi terbaik yang didapatkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Depenelitian Alat Penelitian

1. Alat Secara Keseluruhan



Gambar 1 Keseluruhan Alat

Terdiri dari masing-masing :

- 1 Kompresor
- 2 buah Kondensor
- 1 buah Katup Expansi

- 1 buah Evaporator
- 1 buah Kompor Listrik
- 3 buah Katup (Kran)
- 6 buah pressure geuge
- 8 buah thermometer
- 2 buah volt meter
- 1 buah anemometer
- 1 buah tang amperemeter
- 2 buah Stop Watch

2 Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah memvariasikan tekanan yang pada kondensor ke dua. Prosedur tersebut adalah sebagai berikut :

1. Katup dalam posisi terbuka saat mesin mulai dihidupkan, tekanan akan naik menuju tekanan standart dari refrigerant.
2. Saat tekanan standart tersebut tercapai, maka katup kran K_1 ditutup. Sehingga tekanan pada evaporator akan mencapai nilai 0.
3. Lalu tutup kran K_2 dan K_3 . Di saat yang bersamaan setelah ketiga katup tersebut tertutup, kompor akan menyala hingga memanaskan refrigerant yang terjebak dalam kondensor kedua. Pemanasan ini dilakukan sampai mencapai tekanan yang diinginkan.
4. Saat tekanan tersebut tercapai, maka katup K_1 harus dibuka perlahan. Maksudnya agar tekanan tinggi dari kondensor kedua tidak mengalir deras ke katup ekspansi.
5. Tekanan akan naik secara perlahan hingga mencapai batas tekanan standart dari refrigerant. Tutup rapat katup K_1 saat tekanan tersebut tercapai,

lakukan pengambilan data dari semua indicator yang ada.

- Selanjutnya kembali lagi ke langkah yang pertama. Begitu seterusnya sampai jumlah pengambilan data sebanyak 5 kali.

3 Pengambilan Data

Dalam suatu penelitian, data merupakan hal yang sangat terpenting. Pengambilan data yang akurat akan membantu peneliti dalam menganalisa hasil penelitian.

Selain itu didalam penelitian, metode pengambilan data sangat menentukan kualitas data yang diperoleh. Pada penelitian ini penulis memilih obsevasi langsung, yaitu suatu teknik atau metode pengumpulan data dengan cara mengadakan pengamatan langsung terhadap gejala atau peristiwa yang akan diteliti.

Data Hasil Penelitian

Penyajian data hasil penelitian adalah suatu tabel penyajian data yang merupakan ringkasan dari proses penelitian yang ditulis secara sistematis.

No	Tekanan	P1/T1	P2/T2	P3/T3	P4/T4	P5/T5	P6/T6	T7	T8
1	10 Bar/ 147 psi	120/38	115/34,3	142/35,4	140/36,9	45/19,8	45/22,3	28	23,5
2	11 Bar/ 161,7 psi	120/34	115/30,5	162/40,3	160/20,9	45/20,9	45/25,3	28	24,6
3	12 Bar/ 176,4 psi	120/34	115/31,5	186/44,2	186/22,7	45/22,7	45/26,4	28	24,7
4	13 Bar/ 191,1 psi	120/35	115/31,7	198/43,7	196/18,2	45/18,2	45/25,2	28	25,0
5	14 Bar/ 205,8 psi	120/35	115/32,6	210/46,9	210/17,3	45/17,3	45/26,5	28	25,3

Tabel 3.1 Data hasil percobaan tekanan dan suhu pada massa 750 gram

No	Tekanan	Data kompresor			Data kompor			
		I (arus)	V(volt)	t(waktu)	I (arus)	V(volt)	t(waktu)	Temperatur
1	10 Bar/ 147 psi	1,9	220	39,38				
2	11 Bar/ 161,7 psi	2,8	220	33,28	2,3	225	90,2	67
3	12 Bar/ 176,4 psi	3	221	46,67	2,5	222	100,6	79
4	13 Bar/ 191,1 psi	3,1	223	51,49	2,2	223	119,5	102
5	14 Bar/ 205,8 psi	3,2	225	78,14	2,5	221	131	110

Tabel 3.2 Data hasil percobaan V, I, t kompresor dan kompor pada massa 750 gram

No	Tekanan	P1/T1	P2/T2	P3/T3	P4/T4	P5/T5	P6/T6	T7	T8
1	10 Bar/ 147 psi	125/40	120/38	157/39	142/39,4	45/12,5	45/23,8	28	24,5
2	11 Bar/ 161,7 psi	125/37	120/34,9	170/40	151/38,5	45/19,3	45/26,5	28	25,1
3	12 Bar/ 176,4 psi	125/35	120/31,7	180/45,8	172/40,7	45/17,4	45/27,1	28	26,1
4	13 Bar/ 191,1 psi	125/36	120/31,9	195/47,4	193/42,7	45/16,0	45/26,6	28	26,2
5	14 Bar/ 205,8 psi	125/36	120/32	212/50,1	200/45,2	45/18,5	45/26,9	28	26

Tabel 3.3 Data hasil percobaan tekanan dan suhu pada massa 850 gram

No	Tekanan	Data kompresor			Data kompor			
		I (arus)	V(volt)	t(waktu)	I (arus)	V(volt)	t(waktu)	Temperatur
1	10 Bar/ 147 psi	2,8	219	44,94				
2	11 Bar/ 161,7 psi	2,9	225	45,55	2,2	221	102,5	80
3	12 Bar/ 176,4 psi	3	225	56,40	2,2	221	138	115
4	13 Bar/ 191,1 psi	3,1	226	53,85	2,2	221	146,2	125
5	14 Bar/ 205,8 psi	3,3	230	74,84	2,4	224	151,1	132

Tabel 3.4 Data hasil percobaan V, I, t kompresor dan kompor pada massa 850 gram

No	Tekanan	P1/T1	P2/T2	P3/T3	P4/T4	P5/T5	P6/T6	T7	T8
1	10 Bar/ 147 psi	130/43	125/36,6	151/33,4	138/38,4	45/16,5	45/21,7	28	23,5
2	11 Bar/ 161,7 psi	130/42	125/38,4	170/38,4	149/40,5	45/18,2	45/22,7	28	25
3	12 Bar/ 176,4 psi	130/39	125/35,3	180/45,8	178/43,4	45/18,7	45/25,5	28	25,4
4	13 Bar/ 191,1 psi	130/39	125/34,4	195/46,4	194/37,2	45/16	45/26,5	28	26
5	14 Bar/ 205,8 psi	130/39	125/36	212/50	210/41,1	45/18,5	45/25,6	28	26,1

Tabel 3.5 Data hasil percobaan tekanan dan suhu pada massa 950 gram

No	Tekanan	Data kompresor			Data kompor			
		I (arus)	V(volt)	t(waktu)	I (arus)	V(volt)	t(waktu)	Temperatur
1	10 Bar/ 147 psi	3,0	229	45,63				
2	11 Bar/ 161,7 psi	3,	230	38,7	2,7	221	129	108
3	12 Bar/ 176,4 psi	3,1	232	48,9	2,3	221	156	138
4	13 Bar/ 191,1 psi	3,2	227	37,4	2,3	221	159	141
5	14 Bar/ 205,8 psi	3,2	230	86,35	2,4	220	164	153

Tabel 3.6 Data hasil percobaan V, I, t kompresor dan kompor pada massa 950 gram

No	Tekanan	P1/T1	P2/T2	P3/T3	P4/T4	P5/T5	P6/T6	T7	T8
1	10 Bar/ 147 psi	130/38	125/35,4	143/39,	140/39,4	45/16,9	45/21,1	28	25
2	11 Bar/ 161,7 psi	130/36	125/33,1	161/40	162/38,5	45/23,6	45/26,2	28	26,1
3	12 Bar/ 176,4 psi	130/38	125/31,7	185/45,8	173/40,7	45/17,7	45/25,4	28	26
4	13 Bar/ 191,1 psi	130/39	125/31,9	195/47,4	189/42,7	45/16,5	45/26,2	28	26,8
5	14 Bar/ 205,8 psi	130/39	125/32	214/50,1	215/45,2	45/20,5	45/23,3	28	26,4

Tabel 3.7 Data hasil percobaan tekanan dan suhu pada massa 1050 gram

No	Tekanan	Data kompresor			Data kompor			
		I (arus)	V(volt)	t(waktu)	I (arus)	V(volt)	t(waktu)	Temperatur
1	10 Bar/ 147 psi	2,9	229	42,5				
2	11 Bar/ 161,7 psi	3,0	228	57,44	2,4	221	170	154
3	12 Bar/ 176,4 psi	3,0	229	45,44	2,5	225	174,3	157
4	13 Bar/ 191,1 psi	3,1	230	47,74	2,5	220	179,3	159
5	14 Bar/ 205,8 psi	3,2	230	43,5	2,4	219	189	163

Tabel 3.8 Data hasil percobaan V, I, t kompresor dan kompor pada massa 1050 gram

No	Tekanan	P1/T1	P2/T2	P3/T3	P4/T4	P5/T5	P6/T6	T7	T8
1	10 Bar/ 147 psi	130/40	125/37,7	143/36,7	140/38,8	45/16,5	45/21	28	25,3
2	11 Bar/ 161,7 psi	130/38	125/34,4	175/35,7	162/36,3	45/18,2	45/24,2	28	26,1
3	12 Bar/ 176,4 psi	130/39	125/36,6	186/44,5	183/39,1	45/16,9	45/23,3	28	26,4
4	13 Bar/ 191,1 psi	130/39	125/35,5	195/42,9	198/43,4	45/18,7	45/24,5	28	26
5	14 Bar/ 205,8 psi	130/40	125/36,3	210/43,3	220/40,6	45/15,8	45/24,1	28	25,3

Tabel 3.9 Data hasil percobaan tekanan dan suhu pada massa 1150 gram

No	Tekanan	Data kompresor			Data kompor			
		I (arus)	V(volt)	t(waktu)	I (arus)	V(volt)	t(waktu)	Temperatur
1	10 Bar/ 147 psi	2,9	229	45,6				
2	11 Bar/ 161,7 psi	3	230	31,71	2,1	218	208	166
3	12 Bar/ 176,4 psi	3	229	51,13	2,5	219	197	167
4	13 Bar/ 191,1 psi	3,1	230	51,64	2,4	219	201	168
5	14 Bar/ 205,8 psi	3,1	231	68,06	2,3	223	215,4	171

Tabel 3.10 Data hasil percobaan V, I, t kompresor dan kompor pada massa 1150 gram

ANALISA DATA HASIL PERCOBAAN

Perhitungan hasil penelitian

Berdasarkan hasil pengujian dapat di buat tabel sebagai berikut :

No	Mf (gram)	11 Bar		12 Bar		13 Bar		14 Bar	
		Δ T	Δ t	Δ T	Δ t	Δ T	Δ t	Δ T	Δ t
1	750	3,4	12	3,3	15,3	3,0	14,5	2,7	15
2	850	2,9	13	1,9	14,1	1,8	15	2,0	14
3	950	3,0	14	2,6	14,9	2,0	13	1,9	14
4	1050	1,9	13	1,8	12,3	1,4	11,2	1,8	12
5	1150	1,9	15	1,6	11,2	2,0	12	2,7	13

Tabel 4.1 Beda suhu dan waktu pengujian evaporator terhadap massa freon

dan tekanan yang di tentukan.

Data perhitungan Q Evaporator Pada tekanan 11 Bar

Pada massa 750 gram

$$\begin{aligned}
 Q_e &= (\dot{m}_E) \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= \bar{V}_u A_E \rho_u \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= 5,4 \cdot 0,12 \cdot 1,1887 \cdot 1,0057 \cdot 3,4 \cdot 12 \\
 &= 31,6065 \text{ kJ} \\
 &= 31606,5 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Pada massa 850 gram

$$\begin{aligned}
 Q_e &= (\dot{m}_E) \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= \bar{V}_u A_E \rho_u \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= 5,4 \cdot 0,12 \cdot 1,1868 \cdot 1,0056 \cdot 2,9 \cdot 13 \\
 &= 29,1554 \text{ kJ} \\
 &= 29155,4 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Pada massa 950 gram

$$\begin{aligned}
 Q_e &= (\dot{m}_E) \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= \bar{V}_u A_E \rho_u \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= 5,4 \cdot 0,12 \cdot 1,1868 \cdot 1,0056 \cdot 3,0 \cdot 14 \\
 &= 32,4808 \text{ kJ} \\
 &= 32480,8 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Pada massa 1050 gram

$$\begin{aligned}
 Q_e &= (\dot{m}_E) \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= \bar{V}_u A_E \rho_u \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= 5,4 \cdot 0,12 \cdot 1,1816 \cdot 1,005692 \cdot 1,9 \cdot 13 \\
 &= 19,0199 \text{ kJ} \\
 &= 19019,9 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Pada massa 1150 gram

$$\begin{aligned}
 Q_e &= (\dot{m}_E) \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= \bar{V}_u A_E \rho_u \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \\
 &= 5,4 \cdot 0,12 \cdot 1,1816 \cdot 1,005692 \cdot 1,9 \cdot 15 \\
 &= 21,9460 \text{ kJ} \\
 &= 21946 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

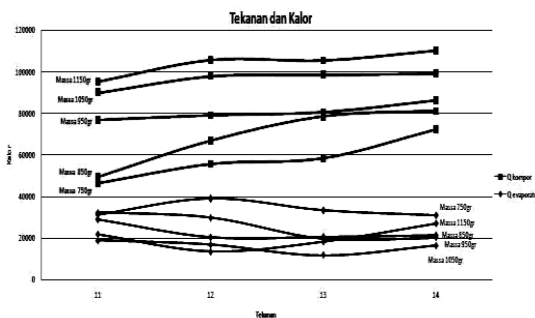
No	Mf (gr)	Kalen (Q)							
		Evaporator				Kompor			
		11 bar	12 bar	13 bar	14 bar	11 bar	12 bar	13 bar	14 bar
1	750	31606,5	39121,9	33640,8	31286,41	46678	55833	58626,7	72377,5
2	850	29155,4	20658,9	20780,24	21570,06	49835	67095	78597,12	81231,36
3	950	32480,8	30015,25	20027,5	20483,4	76974,3	79294,8	80819,7	86592
4	1050	19019,9	17042,2	11994,5	16626,6	90168	98043	98615	99338,4
5	1150	21496	13782,9	18427,5	27114,8	95222,4	105857,4	105645,6	110478,6

Tabel 4.2. Energi yang diserap Evap dan Energi yang dikeluarkan Kompor

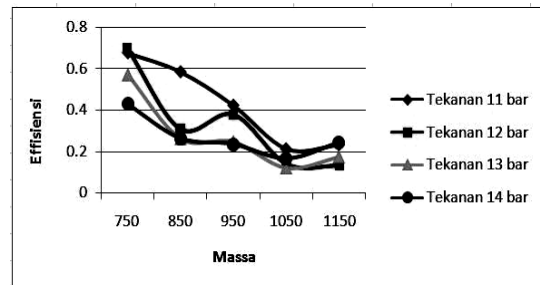
No	Mf	Efisiensi			
		11 Bar	12 Bar	13 Bar	14 Bar
1	750	0,67711	0,7006	0,5738	0,4322
2	850	0,58503	0,3079	0,2643	0,26553
3	950	0,42196	0,3785	0,2478	0,2365
4	1050	0,2109	0,984	0,1216	0,1673
5	1150	0,2304	0,988	0,1744	0,2454

Tabel 4.3 Efisiensi yang di hasilkan.

Analisa



Grafik 1 Hubungan tekanan pada kondensor kedua terhadap kalor kompor dan kalor evaporator.



Grafik 2 Hubungan Energi di serap evaporator dan energi kompor.

PEMBAHASAN

Hubungan tekanan pada kondensor kedua terhadap kalor kompor dan kalor evaporator.

- Pada massa 750 gr, Q kompor mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan tekanan, hal ini disebabkan karena massa yang dipanaskan oleh refrigerant bertambah banyak, sehingga waktu pemanasan juga seiring naik. Pada Q evap cenderung sedikit menurun, akan tetapi pada massa 12 bar mengalami kenaikan, hal ini bisa disebabkan karena suhu yang dicapai untuk suhu stabil terlampau lama.
- Pada massa 850 gr, Q kompor naik sampai tekanan yang paling tinggi (12bar). Sedangkan pada Q evaporator, cenderung menurun, akan tetapi pada tekanan 14 bar, Q naik akan tetapi tidak melebihi dari Q pada saat 11 bar. Hal ini disebabkan karena waktu yang diambil untuk suhu mencapai normal sedikit lama.
- Pada 950gr, untuk Q kompor cenderung naik dengan stabil. Hal ini sesuai dengan panas yang dilepaskan

kompur untuk memanaskan refrigerant mencapai tekanan yang diinginkan. Sedangkan pada Q evap juga cenderung menurun.

– Pada massa 1050 gr, Q kompor cenderung naik dengan stabil, akan tetapi pada tekanan 11 bar ke 12 bar, kenaikan cenderung drastis, berbeda pada tekanan sesudahnya yang stabil, dikarenakan kondisi kompor yang sudah dingin sehingga untuk memulai pemanasan cenderung agak lama. Pada Q evap, cenderung menurun dengan stabil.

– Pada massa 1150gr, Q kompor stabil naik walaupun pada tekanan 12 bar dan 13 bar terdapat selisih yang kecil. Sedangkan pada Q evap, terjadi ketidakstabilan pada saat tekanan mencapai 13 bar dan 14 bar, dimana Q yang dihasilkan cenderung naik. Hal ini berbeda dengan massa-massa yang sebelumnya dimana terjadi penurunan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya ialah kondisi evap yang tidak stabil.

Hubungan energi diserap evaporator dan energi kompor..

– Pada tekanan 11 bar efisiensi cenderung menurun seiring dengan kenaikan massa.

– Pada tekanan 12 bar, saat massa 950gr terjadi kenaikan.

– Pada tekanan 13 bar cenderung turun dengan stabil.

– Pada tekanan 14 bar juga menurun, akan tetapi saat massa 1150 terjadi sedikit kenaikan.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian mengenai kaji eksperimental pemanasan refrigerant

12 terhadap pengaruh pendinginan maka kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Pengaruh pemanasan terhadap efek pendinginan berpengaruh sedikit. Hal ini dapat dilihat saat tekanan mencapai 13 dan 14 bar. Nilai efisiensi yang dihasilkan cenderung kecil. Berbeda pada saat tekanan 11 dan 12 bar, efisiensi dari sistem masih tinggi.
2. Tekanan yang terbaik terhadap efek pendinginan saat refrigerant berada pada tekanan 11 dan 14 bar. Karena nilai efisiensi yang dihasilkan hampir sama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wilbert, Stoecker. 1996. Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Jakarta: Erlangga.
2. Wiranto Arismunandar, Heizo Saito. 1995. Penyejukan Udara. Jakarta: Pradnya Paramita.
3. Abu, Nanang. 2009. *Perubahan Diameter Pipa Kapiler Terhadap Koefisien Of Performance Mesin Pendingin*. Tugas Akhir S1 Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Holman J,P, 1996. Perpindahan Kalor. Jakarta: Erlangga.
5. http://en.wikipedia.org/wiki/air_conditioning