

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data

4.1.1 Data Hasil Penelitian

Pada saat pengambilan data, tekanan atmosfer = 96, 392 [kPa]. Data-data yang diambil dengan melakukan variasi massa refrigeran dengan satuan [gram]. Adapun besarnya yaitu : 200; 300; 400 dan 400 [gram] dan data yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Siklus Teoritis

Massa	Waktu	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄
[gram]	[menit]	[°C]				[kPa]			
200	10	10	56,5	35,7	7,4	340	1150	850	325
	20	10,2	57,5	36,6	7,4	340	1100	860	330
	30	10,3	57,1	36,9	7,5	340	1100	860	335
300	10	10	50,6	37,5	9,2	350	1200	850	350
	20	10,1	50,9	37,3	9,4	350	1200	900	350
	30	10	50,9	37,4	9,2	350	1200	900	350
400	10	11,7	49,3	38,4	10,7	395	1300	1000	400
	20	11,7	49,3	38,7	10,7	395	1300	1000	400
	30	11,4	49,3	38,6	9,9	395	1300	1000	400
500	10	12,4	39,6	39,6	11,8	425	1400	1100	450
	20	12,5	39,2	39,2	11,7	425	1400	1100	450
	30	12,5	39,2	39,6	11,8	425	1400	1100	450

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Siklus Aktual

Massa	Waktu	T_{w_a}	T_{d_a}	T_{w_b}	T_{d_b}	T_{con}	Q_{con}	V
[g]	[s]	[°C]					[ml/10mnt]	[m s ⁻¹]
200	10	28	31	14	15	24	150	8,5
	20	29	32	15	16	24	170	8,6
	30	28	30	13	15	24	190	8,4
300	10	29	30	12	14	24	190	8,6
	20	28	32	13	14	24	200	8,5
	30	29	31	12	14	24	220	8,5
400	10	28	31	14	15	24	170	8,5
	20	28	31	15	16	24	190	8,6
	30	29	32	14	15	24	210	8,5
500	10	28	31	15	18	24	140	8,6
	20	28	30	16	17	24	155	8,5
	30	29	32	15	16	24	180	8,7

Dengan :

Menit = waktu yang diperlukan saat pengambilan data

gram = massa refrigeran yang dimasukkan sistem

T_1 = temperatur refrigeran setelah evaporator [°C]

T_2 = temperatur refrigeran setelah kompresor [°C]

T_3 = temperatur refrigeran setelah kondensor [°C]

T_4 = temperatur refrigeran setelah katup ekspansi [°C]

p_1 = tekanan refrigeran setelah evaporator [kPa]

p_2 = tekanan refrigeran setelah kompresor [kPa]

p_3 = tekanan refrigeran setelah kondensor [kPa]

p_4 = tekanan refrigeran setelah katup ekspansi [kPa]

T_{wA} = temperatur udara basah masuk evaporator [°C]

T_{dA} = temperatur udara kering masuk evaporator [°C]

T_{wB} = temperatur udara basah keluar evaporator [°C]

T_{dB} = temperatur udara kering keluar evaporator [°C]

Tcon	= temperature air kondensasi	[°C]
Qcon	= debit air kondensasi	[°C]
v	= kecepatan udara	[m s ⁻¹]

4.1.2 Perhitungan Data

Perhitungan data dilakukan untuk mencari nilai besaran-besaran yang diperlukan untuk menentukan unjuk kerja dari mesin pendingin. Pada penelitian ini akan ditunjukkan perhitungan data dari hasil eksperimen massa refrigeran 200. Data yang dihitung merupakan hasil rata-rata dengan 3 kali pengambilan data.

- Temperatur udara basah sebelum melewati evaporator $TW_A = 28,33$ [°C]
- Temperatur udara kering sebelum melewati evaporator $TD_A = 31$ [°C]
- Temperatur udara basah setelah melewati evaporator $TW_B = 11$ [°C]
- Temperatur udara kering setelah melewati evaporator $TD_B = 12,67$ [°C]
- Temperatur air kondensasi $T_{con} = 24$ [°C]
- Temperatur refrigeran keluar evaporator, $T_1 = 10,17$ [°C]
- Temperatur refrigeran keluar kompresor, $T_2 = 57,03$ [°C]
- Temperatur refrigeran keluar kondensor, $T_3 = 36,4$ [°C]
- Temperatur refrigeran masuk evaporator, $T_4 = 7,43$ [°C]
- Tekanan refrigeran keluar evaporator, $p_1 = 340$ [kPa]
- Tekanan refrigeran keluar kompresor, $p_2 = 1116,67$ [kPa]
- Tekanan refrigeran keluar kondensor, $p_3 = 856,67$ [kPa]
- Tekanan refrigeran keluar kondensor, $p_4 = 330$ [kPa]
- Debit air kondensasi $Q_{con} = 170$ [ml/10menit]
- Kecepatan udara didalam duct $v = 8,5$ [m s⁻¹]
- Tekanan atmosfer saat pengambilan data $P_{atm} = 96,392$ [kPa]

Proses perhitungan :

- Perhitungan siklus teoritis

- Perhitungan entalpi campuran

Entalpi campuran dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$h_m = \sum_{i=1}^k m f_i h_i \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

Dengan :

$$h_m = \text{entalpi refrigeran campuran} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

h_i = entalpi zat yang dicampur [kJ kg⁻¹]

mf_i = fraksi massa campuran

Diketahui :

- Fraksi massa

Refrigeran LPG (100%) = 200 gram

LPG memiliki kandungan propan-butan (50:50%)

➤ Propan = 50% ; Ar = 44 ; massa = 100 gram

$$\text{Mol propan} : \frac{100}{44} = 2,27$$

➤ Butan = 50% ; Ar = 58 ; massa = 100 gram

$$\text{Mol butan} : \frac{100}{58} = 1,72$$

a. Mol Campuran

$$\text{Mol campuran} : 2,27 + 1,72 = 4$$

- Tekanan absolut

Tekanan atmosfer saat pengambilan data = 96,392 [kPa]

$$\begin{aligned} \text{a. } p_1(\text{absolut}) &= p_1 + p_{\text{atmosfer}} \\ &= 340 + 96,392 \\ &= 436,39 \end{aligned}$$

[kPa]

$$\begin{aligned} \text{b. } p_3(\text{absolut}) &= p_3 + p_{\text{atmosfer}} \\ &= 856,67 + 96,392 \\ &= 953,06 \end{aligned}$$

[kPa]

- Tekanan parsial (p_1)

a. Tekanan parsial propan

$$p_1 = \frac{2,27}{4} \times 436,39 = 246,14$$

[kPa]

b. Tekanan parsial butan

$$p_1 = \frac{1,72}{4} \times 436,39 = 188,25$$

[kPa]

- Tekanan parsial (P_3)

a. Tekanan parsial propan

$$p_3 = \frac{2,27}{4} \times 953,06 = 541,94$$

[kPa]

b. Tekanan parsial butan

$$p_3 = \frac{1,72}{4} \times 953,06 = 411,12$$

[kPa]

Tabel 4.3 Tekanan Parsial LPG [100%] massa 200 gram

Refrigeran	Massa	p ₁	p ₃
Propan	200	248,14	541,93
Butan		188,24	411,12
Propan	300	253,83	557,09
Butan		192,56	422,62
Propan	400	279,4	623,43
Butan		211,97	472,95
Propan	500	296,47	680,30
Butan		224,91	516,09

Dengan :

- p₁ = tekanan refrigeran setelah evaporator [kPa]
 p₂ = tekanan refrigeran setelah kompresor [kPa]
 p₃ = tekanan refrigeran setelah kondensor [kPa]
 p₄ = tekanan refrigeran setelah katup ekspansi [kPa]

Dengan memasukkan nilai tekanan parsial disetiap titik ke dalam diagram tekanan-entalpi (P-h) dari masing-masing gas maka didapatkan nilai entalpi :

- p_{1(parsial)} Propan = 248,14 [kPa] dan temperatur refrigeran 10,17 [°C]
 h_{propan} = 900 [kJ kg⁻¹]
- p_{1(parsial)} Butan = 188,25 [kPa] dan temperatur refrigeran 10,17 [°C]
 h_{butan} = 305 [kJ kg⁻¹]
- p_{2(parsial)} Propan = 689,78 [kPa] dan temperatur refrigeran 57,03 [°C]
 h_{propan} = 950 [kJ kg⁻¹]
- p_{2(parsial)} Butan = 523,28[kPa] dan temperatur refrigeran 57,03 [°C]
 h_{butan} = 357 [kJ kg⁻¹]
- p_{3(absolut)} Propan = 541,94 [kPa] dan temperatur refrigeran 36,4 [°C]
 h_{propan} = 510 [kJ kg⁻¹]
- p_{3(absolut)} Butan = 242,46 [kPa] dan temperatur refrigeran 36,4 [°C]
 h_{butan} = 17 [kJ kg⁻¹]

Sehingga entalpi refrigeran campuran :

$$\begin{aligned} h_{1(\text{campuran})} &= 0,5 \times 900 + 0,5 \times 305 \\ h_{1(\text{campuran})} &= 602,5 \quad [\text{kJ kg}^{-1}] \\ h_{2(\text{campuran})} &= 0,5 \times 950 + 0,5 \times 357 \\ h_{2(\text{campuran})} &= 653,5 \quad [\text{kJ kg}^{-1}] \\ h_{3(\text{campuran})} &= 0,5 \times 510 + 0,5 \times 17 \\ h_{3(\text{campuran})} &= 263,5 \quad [\text{kJ kg}^{-1}] \end{aligned}$$

- Pada katup ekspansi terjadi penurunan tekanan dan temperatur secara isoentalpi, sehingga besarnya nilai entalpi pada titik 3 dan 4 adalah sama.

$$h_3 = h_4$$

Tabel 4.4 Entalpi Propan dan Butan bermassa 200 gram

Refrigeran	Massa	h_1	h_2	h_3	h_4
	[g]	[kJ kg ⁻¹]			
Propan	200	900,00	950,00	510,00	510,00
Butan		305,00	357,00	17,00	17,00
Propan	300	905,00	953,00	510,00	510,00
Butan		310,00	365,00	17,50	17,50
Propan	400	900,00	955,00	530,00	530,00
Butan		319,00	370,00	18,00	18,00
Propan	500	905,00	960,00	540,00	540,00
Butan		320,00	375,00	22,00	22,00

Tabel 4.5 Entalpi refrigeran LPG [100%] bermassa 200 gram

Massa	h_1	h_2	h_3	h_4
[g]	[kJ kg ⁻¹]			
200	602,5	653,5	263,5	263,5
300	607,5	659	263,5	263,5
400	609,5	662,5	274	274
500	612,5	667,5	281	281

Dengan :

h_1	= entalpi refrigeran setelah evaporator	$[\text{kJ kg}^{-1}]$
h_2	= entalpi refrigeran setelah kompresor	$[\text{kJ kg}^{-1}]$
h_3	= entalpi refrigeran setelah kondensor	$[\text{kJ kg}^{-1}]$
h_4	= entalpi refrigeran setelah katup ekspansi	$[\text{kJ kg}^{-1}]$

b. Perhitungan Kapasitas Pendinginan

Dengan memasukkan nilai tekanan parsial disetiap titik ke dalam diagram tekanan-entalpi (P-h) dari masing-masing gas, maka didapatkan nilai entalpi :

$$Q = \dot{m}_{\text{ref}} (h_1 - h_4) \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

Diketahui :

$$h_1 = 602,5 \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$h_4 = 263,5 \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$\dot{m}_{\text{ref}} = 0.022 \quad [\text{kg s}^{-1}]$$

Sehingga efek refrigerasi :

$$\begin{aligned} Q &= 0.022 (602,5 - 263,5) \\ &= 7,44 \quad [\text{kJ s}^{-1}] \end{aligned}$$

Dengan :

$$h_1 = \text{entalpi refrigeran keluar evaporator} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$h_4 = \text{entalpi refrigeran masuk evaporator} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$Q = \text{kapasitas pendinginan} \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

$$\dot{m}_{\text{ref}} = \text{massa alir refrigeran} \quad [\text{kg s}^{-1}]$$

c. Perhitungan Daya Kompresi

Dengan memasukkan nilai tekanan parsial disetiap titik ke dalam diagram tekanan-entalpi (P-h) dari masing-masing, maka didapatkan nilai entalpi :

$$P = \dot{m}_{\text{ref}} (h_2 - h_1) \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

Diketahui :

$$h_2 = 653,5 \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$h_1 = 602,5 \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$\dot{m}_{\text{ref}} = 0.022 \quad [\text{kg s}^{-1}]$$

Sehingga daya kompresi :

$$P = 0.022 (653,5 - 602,5) \\ = 1,12 \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

Dengan :

$$h_2 = \text{entalpi refrigeran keluar kondensor} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$h_1 = \text{entalpi refrigeran masuk kondensor} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$P = \text{daya kompresi} \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

$$\dot{m}_{\text{ref}} = \text{massa alir refrigeran} \quad [\text{kg s}^{-1}]$$

f. Perhitungan koefisien prestasi

$$KP = \frac{\dot{m}_{\text{ref}} (h_1 - h_4)}{\dot{m}_{\text{ref}} (h_2 - h_1)} \quad \text{atau} \quad KP = \frac{Q}{P}$$

Diketahui :

$$Q = 7,44 \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

$$P = 1,12 \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

Sehingga koefisien prestasi :

$$KP = \frac{7,44}{1,12}$$

$$KP = 6,65$$

2. Perhitungan siklus aktual

a. Perhitungan entalpi udara bermassa 200 gram

Diketahui :

$$T_{W_A} = 28,33 \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_{D_A} = 31 \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_{W_B} = 12,33 \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_{D_B} = 15,33 \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Entalpi udara dapat dicari dengan menggunakan diagram psikrometri dengan menggunakan termometer bola basah dan temometer bola kering, sehingga didapatkan entalpi udara

$$h_A = 92 \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$h_B = 40 \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

b. Perhitungan massa alir

- Massa alir udara

$$\begin{aligned}\dot{m}_o &= \frac{v}{v_d} A \\ &= \frac{8,5}{0,82} 0,00126 \\ &= 0,013 \quad [\text{kg s}^{-1}]\end{aligned}$$

- Massa alir air kondensasi

$$\begin{aligned}\dot{m}_{\text{con}} &= 170 \quad [\text{ml/10menit}] \\ &= \frac{170}{1000} \frac{1}{600} \\ &= 0,00028 \quad [\text{kg s}^{-1}]\end{aligned}$$

Hukum kesetimbangan aliran fluida

$$\dot{m}_o = \dot{m}_b = \dot{m}_a + \dot{m}_{\text{con}}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}\dot{m}_o &= \text{massa alir udara pada sisi orifice} \quad [\text{kg s}^{-1}] \\ \dot{m}_a &= \text{massa alir udara sebelum evaporator} \quad [\text{kg s}^{-1}] \\ \dot{m}_b &= \text{massa alir udara setelah evaporator} \quad [\text{kg s}^{-1}] \\ v &= \text{kecepatan udara} \quad [\text{m s}^{-1}] \\ V_d &= \text{volume spesifik udara} \quad [\text{m}^3 \text{kg}^{-1}]\end{aligned}$$

c. Perhitungan Kapasitas Pendinginan

$$\begin{aligned}Q_{\text{ref}} &= (\dot{m}_a \cdot h_a) - [(\dot{m}_b \cdot h_b) + (\dot{m}_{\text{con}} \cdot h_{\text{con}})] \\ &= (0.0133 \cdot 92) - [(0.013 \cdot 40) + (0.00028 \cdot 100,59)] \\ &= 6,745 \text{ kJ s}^{-1}\end{aligned}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}Q_{\text{ref}} &= \text{kapasitas pendinginan} \quad [\text{kJ s}^{-1}] \\ \dot{m}_a &= \text{massa alir udara sebelum evaporator} \quad [\text{kg s}^{-1}] \\ \dot{m}_b &= \text{massa alir udara setelah evaporator} \quad [\text{kg s}^{-1}] \\ \dot{m}_{\text{con}} &= \text{massa alir air kondensasi} \quad [\text{kg s}^{-1}] \\ h_a &= \text{entalpi sebelum evaporator} \quad [\text{kJ kg}^{-1}] \\ h_b &= \text{entalpi setelah evaporator} \quad [\text{kJ kg}^{-1}] \\ h_{\text{con}} &= \text{entalpi air kondensasi} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]\end{aligned}$$

d. Perhitungan daya kompresi

$$w = \frac{k}{k-1} R T_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

Keterangan :

$$w = \text{kerja kompresi} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$k = \text{konstanta adiabatik} = 1,4$$

$$p_2 = \text{tekanan refrigeran keluar kompresor} \quad [\text{kPa}]$$

$$p_1 = \text{tekanan refrigeran masuk kompresor} \quad [\text{kPa}]$$

$$R = \text{konstanta refrigeran} \quad [\text{kJ Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}]$$

$$= \frac{\text{konstanta gas universal}}{\text{berat molekul refrigeran}}$$

$$= \frac{0,8314}{(0,5.44) + (0,5.58)}$$

$$= 0,016$$

$$w = \frac{1,4}{1,4-1} 0,0163 \cdot 283,17 \left[\left(\frac{1200}{1116} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} - 1 \right] \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$= 65,178$$

e. Perhitungan daya kompresi

$$P = \dot{m}_{\text{ref}} \cdot w$$

$$= 0,022 \cdot 65,178 \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

Keterangan:

$$P = \text{daya kompresi} \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

$$w = \text{kerja kompresi} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$\dot{m}_{\text{ref}} = \text{massa alir refrigeran} \quad [\text{kg s}^{-1}]$$

f. Perhitungan koefisien prestasi

$$KP = \frac{Q}{P}$$

Diketahui :

$$Q = 6,74 \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

$$P = 1,43 \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

Sehingga koefisien prestasi :

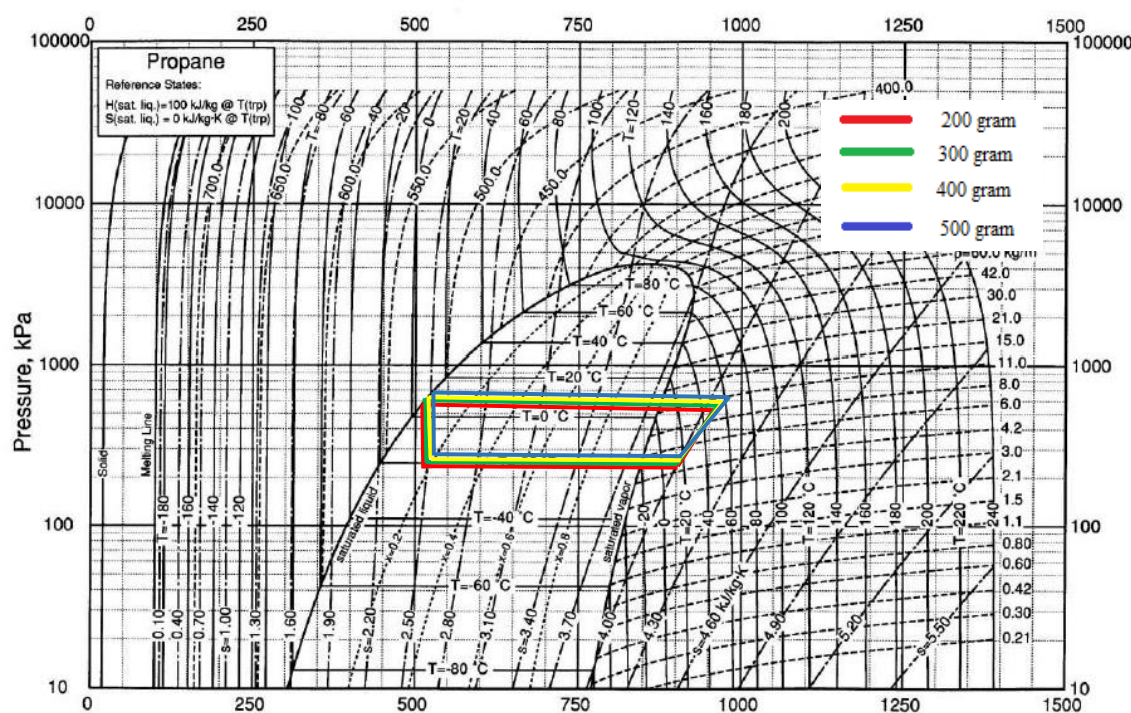
$$KP = \frac{6,74}{1,12} = 4,71$$

4.1.3 Data Hasil Perhitungan

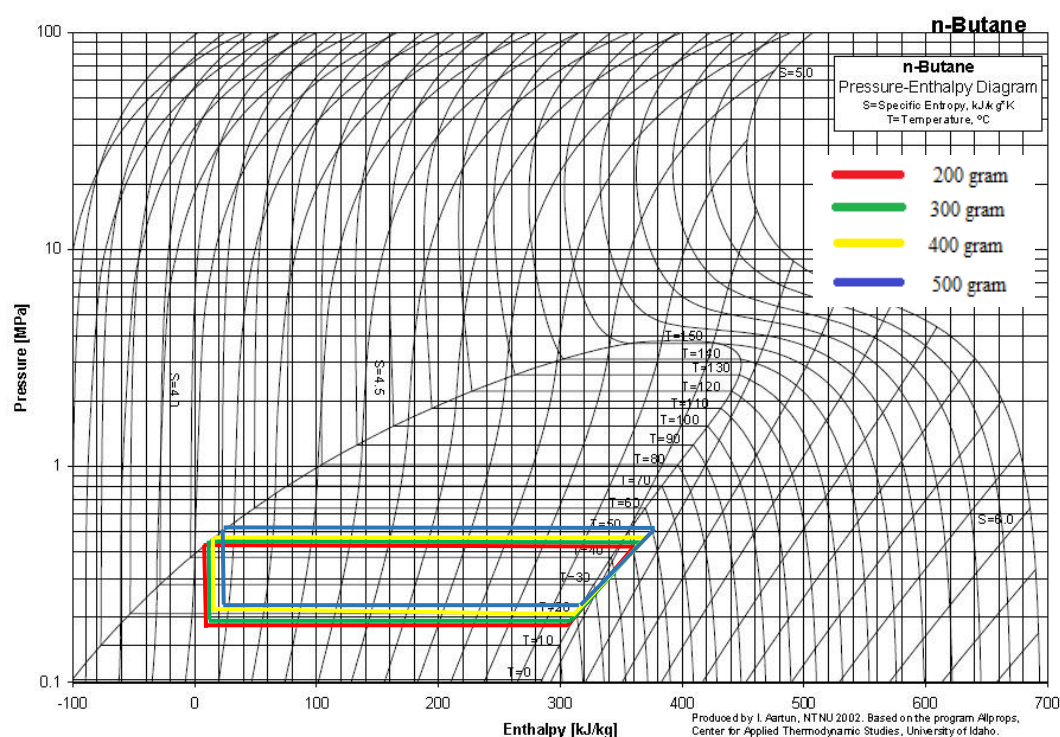
Data hasil perhitungan selengkapnya ditunjukkan pada tabel data hasil perhitungan di lampiran.

4.2. Hasil dan Pembahasan

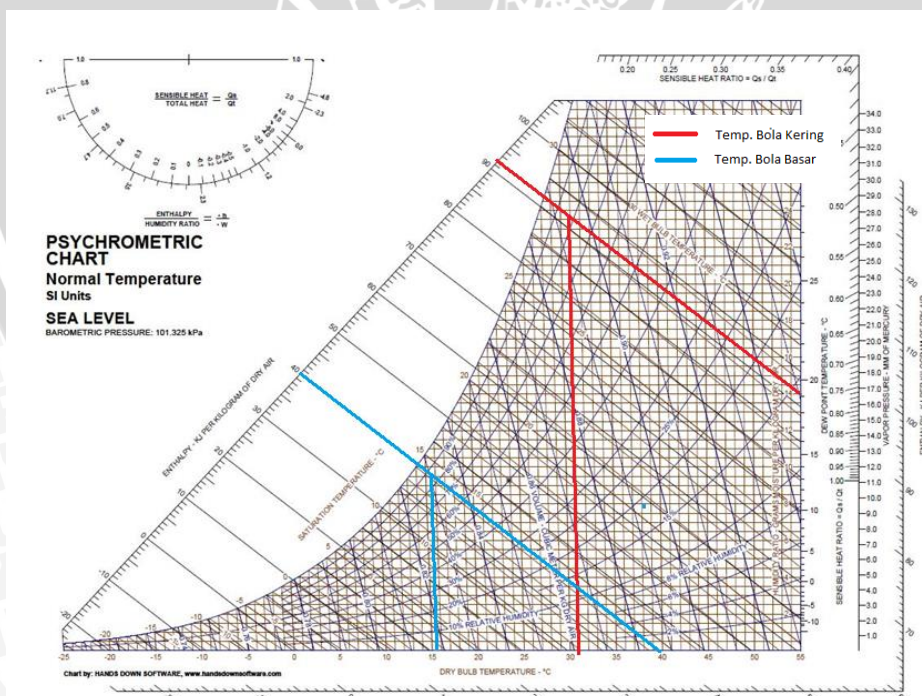
Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah massa refrigeran yang dimasukkan kedalam sistem besarnya. Dari data yang diperoleh, peneliti menggunakan diagram tekanan-entalpi (P-h) untuk mengetahui nilai entalpi dari setiap masing-masing gas dan diagram psikrometri untuk mengetahui nilai entalpi udara yang melewati evaporator. Berikut ini adalah gambar dari diagram P-h dan psikrometri :



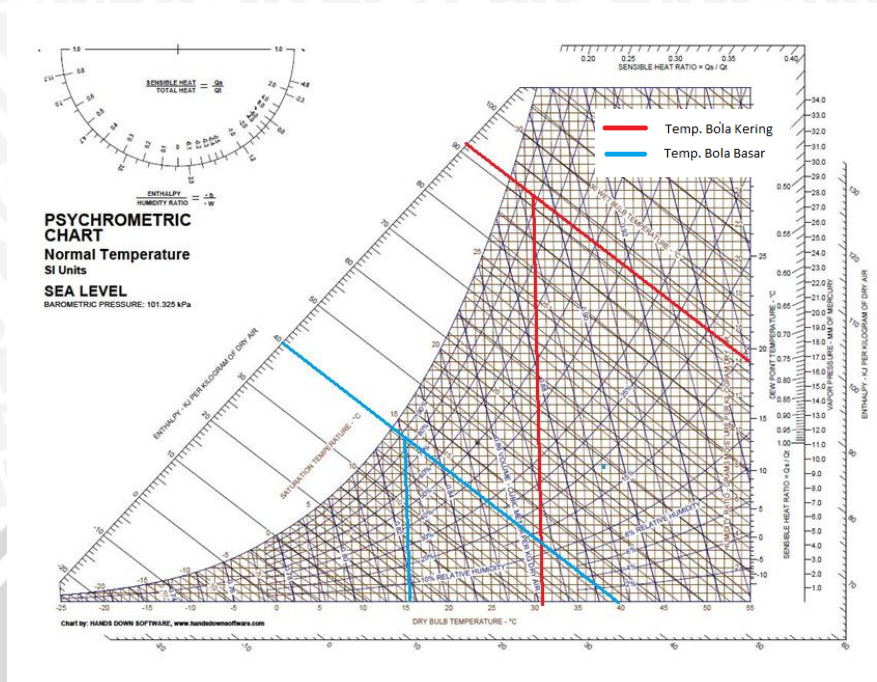
Gambar 4.1 Diagram P-h propan



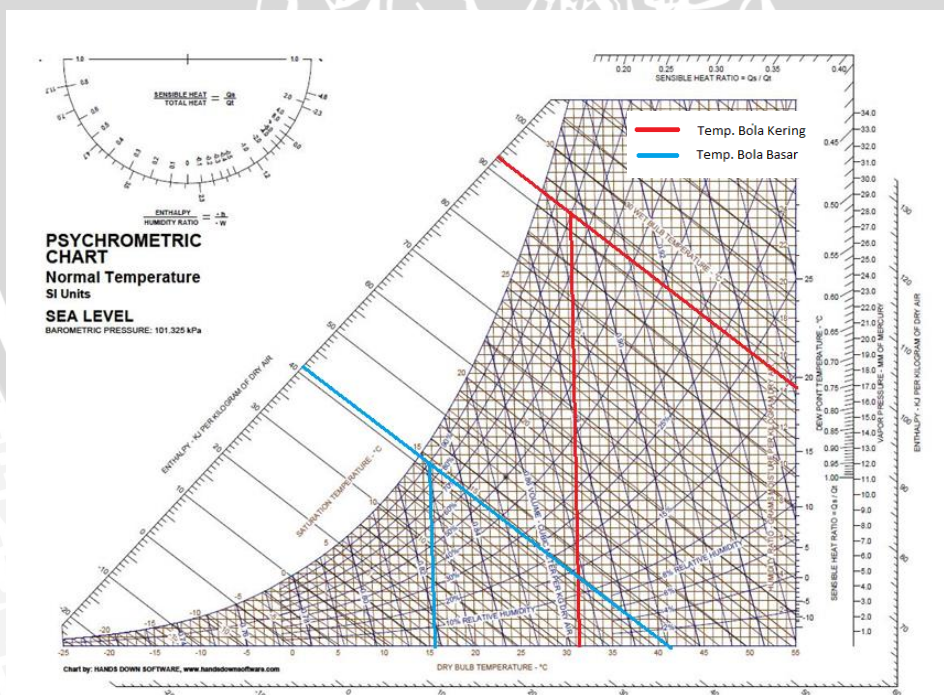
Gambar 4.2 Diagram P-h butan



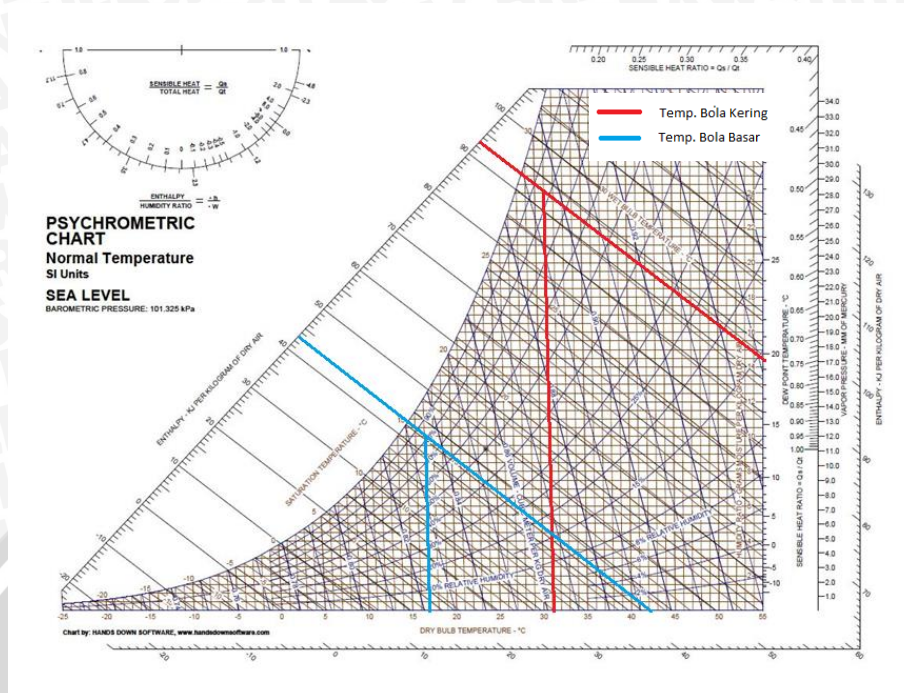
Gambar 4.3 Diagram psikometri refrigeran massa 200 gram sebelum dan setelah melewati evaporator (h_A dan h_B)



Gambar 4.4 Diagram psikometri refrigeran massa 300 gram sebelum dan setelah melewati evaporator (h_A dan h_B)

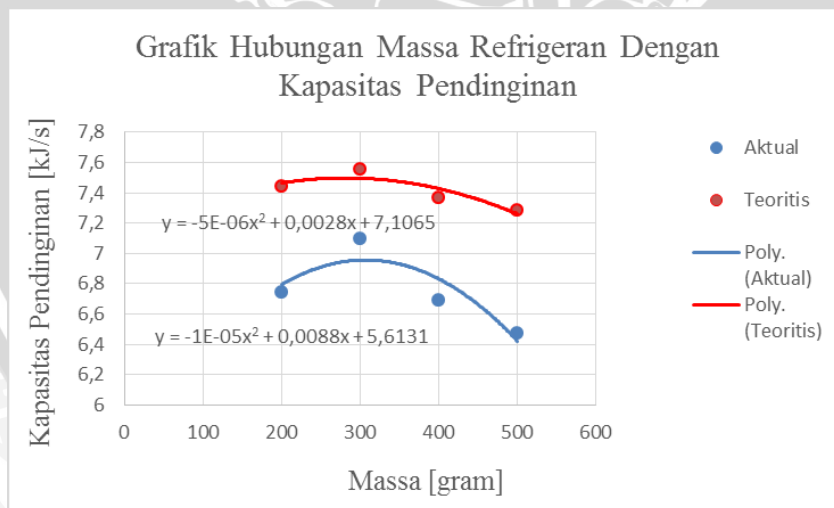


Gambar 4.5 Diagram psikometri refrigeran massa 400 gram sebelum dan setelah melewati evaporator (h_A dan h_B)



Gambar 4.6 Diagram psikometri refrigeran massa 500 gram sebelum dan setelah melewati evaporator (h_A dan h_B)

4.2.1 Variasi Massa Refrigeran Terhadap Kapasitas Pendinginan



Gambar 4.7 Grafik variasi massa refrigeran terhadap kapasitas pendinginan

Pada gambar 4.7 menunjukkan adanya pengaruh variasi massa refrigeran terhadap kapasitas pendinginan yang terjadi di evaporator. Perubahan yang terjadi pada refrigeran LPG dengan konsentrasi 100% mengalami kecenderungan meningkat dari

massa 200 gram ke massa 300 gram dan mengalami penurunan secara terus menerus pada massa 400 gram dan 500 gram. Kenaikan kapasitas pendinginan pada massa 200 gram ke 300 gram disebabkan karena semakin banyak massa refrigeran yang terlibat dalam penyerapan panas dari lingkungan, kapasitas pendinginan pada evaporator berbentuk parabolik, dimana kapasitas pendinginan optimum dicapai pada massa 300 gram. Penurunan kapasitas pendinginan pada massa 300 gram sampai dengan massa 500 gram dikarenakan kemampuan evaporator untuk menguapkan refrigeran berkurang karena jumlah refrigeran yang akan diuapkan tidak sebanding lagi dengan panjang pipa penguapan (pipa evaporator).

Pada refrigeran LPG dengan massa 200 gram, refrigeran yang mengalir dievaporator menyerap kalor diudara sebesar 6,59 [kJ s⁻¹] pada siklus aktual dan 7,44 [kJ s⁻¹] pada siklus teoritis. Pada massa 300 gram penyerapan kalor sebesar 6,9 [kJ s⁻¹] pada siklus aktual dan 7,55 [kJ s⁻¹] pada siklus teoritis, Sedangkan pada massa 400 gram penyerapan kalor sebesar 6,52 [kJ s⁻¹] pada siklus aktual dan 7,55 [kJ s⁻¹] pada siklus teoritis. Pada refrigeran LPG dengan massa 500 gram, refrigeran yang mengalir dievaporator menyerap kalor diudara sebesar 6,33 [kJ s⁻¹] pada siklus aktual dan 7,28 [kJ s⁻¹] pada siklus teoritis.

Pada gambar 4.7 juga menunjukkan bahwa kapasitas pendinginan teoritis lebih besar dibandingkan kapasitas pendinginan aktual hal ini dikarenakan pada kapasitas pendinginan aktual terjadi energi *losses* disepanjang *duct* karena system tidak diisolasi sempurna sehingga terjadi *losses*.

- Rumus Kapasitas Pendinginan teoritis:

$$Q = \dot{m}_{ref} (h_1 - h_4) \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

Dengan :

$$Q = \text{kapasitas pendinginan} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$h_1 = \text{entalpi refrigeran keluar evaporator} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$h_4 = \text{entalpi refrigeran masuk evaporator} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$\dot{m}_{ref} = \text{massa alir refrigeran} \quad [\text{kg s}^{-1}]$$

- Rumus Kapasitas Pendinginan aktual:

$$Q = (\dot{m}_a.h_a) - [(\dot{m}_b.h_b) + (\dot{m}_{con}.h_{con})]$$

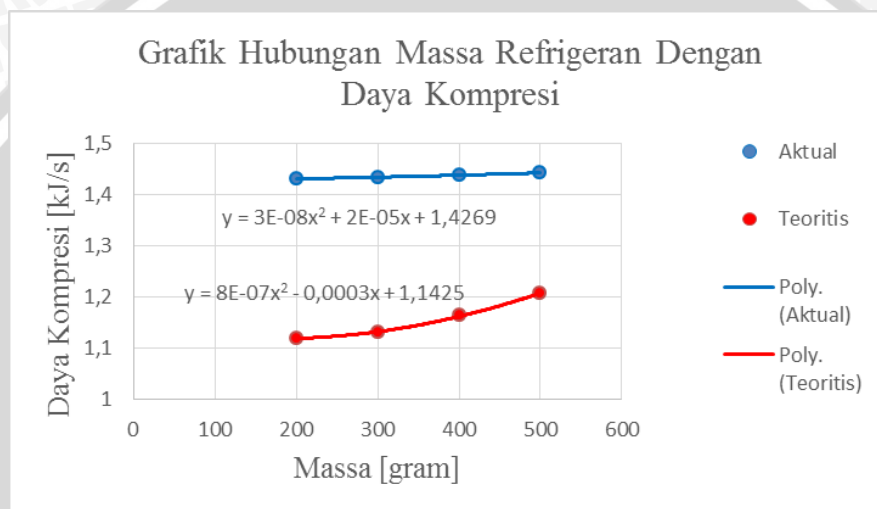
Dengan :

$$Q = \text{kapasitas pendinginan} \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

$$\dot{m}_a = \text{massa alir udara sebelum evaporator} \quad [\text{kg s}^{-1}]$$

$\dot{m}_b$	= massa alir udara setelah evaporator	$[\text{kg s}^{-1}]$
$\dot{m}_{con}$	= massa alir air kondensasi	$[\text{kg s}^{-1}]$
h_a	= entalpi sebelum evaporator	$[\text{kJ kg}^{-1}]$
h_b	= entalpi setelah evaporator	$[\text{kJ kg}^{-1}]$
h_{con}	= entalpi air kondensasi	$[\text{kJ kg}^{-1}]$

4.2.2 Variasi Massa Refrigeran Terhadap Daya Kompresi



Gambar 4.8 Grafik variasi massa refrigeran terhadap daya kompresi

Pada gambar 4.8 menunjukkan adanya pengaruh variasi massa refrigeran terhadap daya kompresi. Dalam grafik tersebut daya kompresi aktual maupun teoritis mengalami kenaikan setiap penambahan massa refrigeran. Pada massa refrigeran 200 gram daya kompresi aktual sebesar $1,431[\text{kJ s}^{-1}]$ dan daya kompresi teoritis sebesar $1,12 [\text{kJ s}^{-1}]$ sedangkan pada massa refrigeran 300 gram daya kompresi aktual sebesar $1,434[\text{kJ/s}]$ dan daya kompresi teoritis sebesar $1,13 [\text{kJ s}^{-1}]$. Pada massa refrigeran 400 gram daya kompresi aktual sebesar $1,438 [\text{kJ s}^{-1}]$ dan daya kompresi teoritis sebesar $1,16 [\text{kJ s}^{-1}]$, sedangkan Pada massa refrigeran 500 gram daya kompresi aktual sebesar $1,442 [\text{kJ s}^{-1}]$ dan daya kompresi teoritis sebesar $1,21 [\text{kJ s}^{-1}]$.

Kenaikan daya kompresi dikarenakan semakin banyak massa refrigeran yang dimasukkan kedalam sistem maka terjadi peningkatan tekanan kerja kompresi sehingga untuk mengkompresi refrigeran dibutuhkan daya yang lebih besar.

- Rumus Daya Kompresi teoritis:

$$P = \dot{m}_{\text{ref}} (h_2 - h_1) \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

Dengan :

$$h_2 = \text{entalpi refrigeran keluar kondensor} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$h_1 = \text{entalpi refrigeran masuk kondensor} \quad [\text{kJ/kg}^{-1}]$$

$$P = \text{daya kompresi} \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

$$\dot{m}_{\text{ref}} = \text{massa alir refrigeran} \quad [\text{kg s}^{-1}]$$

- Rumus Daya Kompresi aktual:

$$w = \frac{k}{k-1} R T_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$P = \dot{m}_{\text{ref}} \cdot w$$

Dengan:

$$w = \text{kerja kompresi} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

$$k = \text{konstanta adiabatik} = 1,4$$

$$p_2 = \text{tekanan refrigeran keluar kompresor} \quad [\text{kPa}]$$

$$p_1 = \text{tekanan refrigeran masuk kompresor} \quad [\text{kPa}]$$

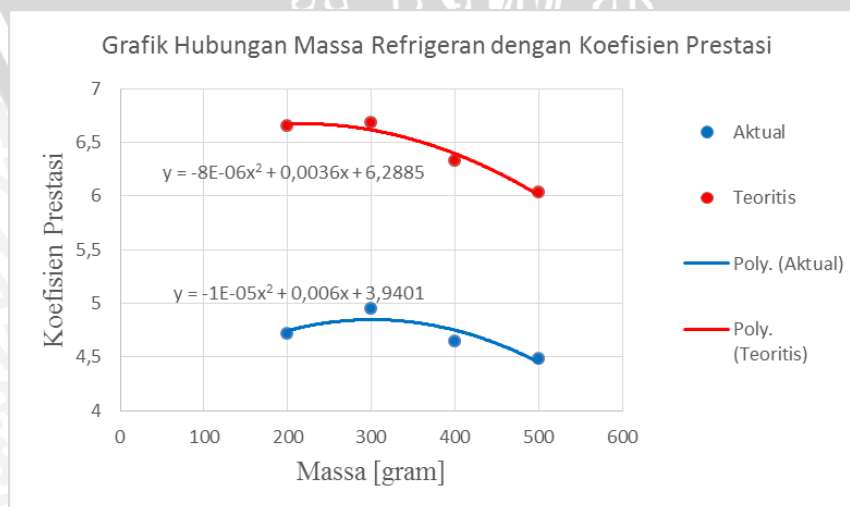
$$R = \text{konstanta refrigeran} \quad [\text{kJ Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}]$$

$$= \frac{\text{konstanta gas universal}}{\text{berat molekul refrigeran}}$$

$$P = \text{daya kompresi} \quad [\text{kJ s}^{-1}]$$

$$w = \text{kerja kompresi} \quad [\text{kJ kg}^{-1}]$$

4.2.3 Variasi Massa Refrigeran Terhadap Koefisien Prestasi



Gambar 4.9 Grafik variasi massa refrigeran terhadap koefisien prestasi

Pada gambar 4.9 menunjukkan adanya pengaruh variasi massa refrigeran terhadap koefisien prestasi. Perubahan yang terjadi pada grafik mengalami kenaikan pada massa 200 gram ke 300 gram hal dan kemudian mengalami penurunan apabila refrigeran terus ditambahkan pada massa 400 gram dan 500 gram. Semakin meningkatnya daya kompresi maka koefisien prestasi mengalami penurunan dan semakin tinggi kapasitas pendinginan maka koefisien prestasi mengalami kenaikan, hal ini sesuai dengan rumus:

- Rumus Koefisien Prestasi:

$$KP = \frac{Q}{P} \quad \text{atau} \quad KP = \frac{\dot{m}_{\text{ref}}(h_1 - h_4)}{\dot{m}_{\text{ref}}(h_2 - h_1)}$$

Dengan:

Q = kapasitas pendinginan [kJ s⁻¹]

P = daya kompresi [kJ s⁻¹]

h_1 = entalpi refrigeran keluar evaporator [kJ kg⁻¹]

h_2 = entalpi refrigeran keluar kompresor [kJ kg⁻¹]

h_4 = entalpi refrigeran masuk evaporator [kJ kg⁻¹]

$\dot{m}_{\text{ref}}$ = massa alir refrigeran [kg s⁻¹]

