

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

4.1.1 Data Hasil Penelitian

Data-data diambil dengan melakukan variasi kecepatan putaran blower [rpm] dan tingkat *superheating* [°C]. Adapun besarnya yaitu [rpm]: 450;500;550;600;650 dan [°C]: 6;8 dan 10. Untuk masing-masing variasi dilakukan percobaan sebanyak 2 kali. Data penelitian yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian

Putaran Blower [rpm]	Tingkat Superheating [°C]	T _{WA} [°C]	T _{DA} [°C]	T _{WB} [°C]	T _{DB} [°C]	T _{WC} [°C]	T _{DC} [°C]	T _{WD} [°C]	T _{DD} [°C]	P ₁ [kN/m ²]	T ₁ [°C]	T ₄ [°C]
450	6	26	28	27	40	10	11	11	12	450	3	-3
		26	28	28	41	11	12	11	13	460	4	-2
	8	28	28	36	53	17	19	19	20	500	10	2
		28	28	37	54	18	21	20	23	510	11	3
	10	26	29	50	60	22	35	23	26	550	17	7
		26	29	51	63	24	38	24	28	560	18	8

Putaran Blower [rpm]	Tingkat Superheating [°C]	T _{WA} [°C]	T _{DA} [°C]	T _{WB} [°C]	T _{DB} [°C]	T _{WC} [°C]	T _{DC} [°C]	T _{WD} [°C]	T _{DD} [°C]	P ₁ [kN/m ²]	T ₁ [°C]	T ₄ [°C]
500	6	28	30	26	41	16	19	16	18	500	8	2
		28	30	28	44	17	21	18	19	520	10	4
	8	29	31	30	46	21,5	24	22	23	550	15	7
		29	31	32	47	22	26	24	25	560	16	8
	10	26	27	32	50	22	30	23	26	600	22	12
		26	27	34	54	24	34	24	28	610	23	13

Putaran Blower [rpm]	Tingkat Superheating [°C]	T _{WA} [°C]	T _{DA} [°C]	T _{WB} [°C]	T _{DB} [°C]	T _{WC} [°C]	T _{DC} [°C]	T _{WD} [°C]	T _{DD} [°C]	P ₁ [kN/m ²]	T ₁ [°C]	T ₄ [°C]
550	6	28	29	26	38	16	19	17	18	510	9	3
		28	29	27	40	18	22	18	22	520	10	4
	8	28	29	30	43	19	24	23	27	560	16	8
		28	29	31	44	20	25	24	30	570	17	9
	10	28,5	29,5	35	50	25	32	30	36	650	27	17
		28,5	29,5	36	52	25	33	31	37	660	28	18



Putaran Blower [rpm]	Tingkat Superheating [°C]	T_{WA} [°C]	T_{DA} [°C]	T_{WB} [°C]	T_{DB} [°C]	T_{WC} [°C]	T_{DC} [°C]	T_{WD} [°C]	T_{DD} [°C]	P_1 [kN/m ²]	T_1 [°C]	T_4 [°C]
600	6	28	29,5	25	37	17,5	20	18	19	540	12	6
		28	29,5	26	38	18	23	19	22	550	13	7
	8	28	29	29	42	21	25	20	32	550	15	7
		28	29	30	44	23	27	23	35	560	16	8
	10	29	30	34	45	25	32	22	28	650	27	17
		29	30	35	48	27	35	24	30	670	29	19

Putaran Blower [rpm]	Tingkat Superheating [°C]	T_{WA} [°C]	T_{DA} [°C]	T_{WB} [°C]	T_{DB} [°C]	T_{WC} [°C]	T_{DC} [°C]	T_{WD} [°C]	T_{DD} [°C]	P_1 [kN/m ²]	T_1 [°C]	T_4 [°C]
650	6	28	29	26	37	19,5	22	20	20,5	550	13	7
		28	29	28	39	20	24	21	22	570	15	9
	8	28,5	29	29	41,5	22,5	25	20,5	23	600	20	12
		28,5	29	30	44	24	27	22	25	630	23	15
	10	29	30	34	53	27	32	22	29	670	29	19
		29	30	35	55	30	35	24	31	680	30	20

Dimana :

- T_{DA} = temperatur udara kering masuk blower (°C)
 T_{WA} = temperatur udara basah masuk blower (°C)
 T_{DB} = temperatur udara kering keluar preheater (°C)
 T_{WB} = temperatur udara basah keluar preheater (°C)
 T_{DC} = temperatur udara kering keluar evaporator (°C)
 T_{WC} = temperatur udara basah keluar evaporator (°C)
 T_{DD} = temperatur udara kering keluar heater (°C)
 T_{WD} = temperatur udara basah keluar heater (°C)
 T_1 = temperatur refrigeran setelah dari evaporator (°C)
 T_4 = temperatur refrigeran masuk evaporator (°C)
 P_1 = tekanan refrigeran setelah dari evaporator (kPa)

Tabel 4.2 Nilai koefisien prestasi rata-rata (Δ COP)

Putaran <i>Blower</i> [rpm]	Tingkat <i>Superheating</i> °C	Δ COP
450	6	3,864
	8	3,921
	10	3,972
500	6	3,912
	8	3,963
	10	4,004
550	6	3,935
	8	4,009
	10	4,077
600	6	3,949
	8	4,013
	10	4,089
650	6	3,959
	8	4,035
	10	4,107

4.2 Analisa Statistik

4.2.1 Analisa Varian

Dari data hasil pengujian unjuk kerja (dalam hal ini koefisien prestasi) yang diperoleh, dilakukan analisa varian dua arah untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi putaran *blower* dan tingkat *superheating*, serta interaksi dari keduanya terhadap koefisien prestasi instalasi AC.

Hipotesis dari putaran *blower* (pengaruh A) terhadap koefisien prestasi instalasi AC adalah:

$$H_{01} : H_{450 \text{ rpm}} = H_{500 \text{ rpm}} = H_{550 \text{ rpm}} = H_{600 \text{ rpm}} = H_{650 \text{ rpm}}$$

$$H_{11} : H_{450 \text{ rpm}} = H_{500 \text{ rpm}} = H_{550 \text{ rpm}} = H_{600 \text{ rpm}} = H_{650 \text{ rpm}}$$

Hipotesis dari tingkat *superheating* (pengaruh B) terhadap koefisien instalasi AC adalah:

$$H_{02} : d_{6 \text{ }^\circ\text{C}} = d_{8 \text{ }^\circ\text{C}} = d_{10 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$H_{22} : d_{6^{\circ}\text{C}} = d_{8^{\circ}\text{C}} = d_{10^{\circ}\text{C}}$$

Hipotesis dari interaksi antara tekanan *wire tension* dan *wire feed rate* terhadap kekasaran permukaan hasil pemotongan adalah :

$$H_{03} : (H d)_{450\text{rpm},6^{\circ}\text{C}} = (H d)_{500\text{rpm},8^{\circ}\text{C}} = (H d)_{550\text{rpm},10^{\circ}\text{C}}$$

$$H_{33} : (H d)_{450\text{rpm},6^{\circ}\text{C}} = (H d)_{500\text{rpm},8^{\circ}\text{C}} = (H d)_{550\text{rpm},10^{\circ}\text{C}}$$

Tabel 4.3 Perhitungan analisis varian

Tingkat <i>Superheating</i> Putaran <i>Blower</i>	D1	D2	D3	TOTAL
C1	7,731	7,851	7,952	23,534
C2	7,832	7,933	8,009	23,774
C3	7,875	8,021	8,157	24,053
C4	7,899	8,033	8,179	24,111
C5	7,919	8,075	8,219	24,213
TOTAL	39,256	39,913	40,516	119,685

Keterangan : C = Putaran *Blower*
D = Tingkat *Superheating*

Dari tabel 4.3 maka dapat dilakukan perhitungan untuk analisis varian sebagai berikut:

➤ Faktor koreksi (FK) :

$$\text{FK} = \frac{\left[\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n Y_{ijk} \right]^2}{rcn}$$

$$= \frac{14324,5}{30}$$

$$= 477,483$$

➤ Jumlah Kuadrat total :

$$\text{JKT} = \{(3,864)^2 + (3,921)^2 + (3,972)^2 + \dots + (4,112)^2\} - \text{FK}$$

$$= \{(14,93) + (15,37) + (15,77) + \dots + (16,90)\} - \text{FK}$$

$$= 477,617 - 477,483$$

$$= 0,134$$

- Jumlah Kuadrat variable C :

$$\begin{aligned}
 \text{JKC} &= \frac{\{(23,534)^2+(23,774)^2+(24,053)^2+(24,111)^2+(24,213)^2\}}{cn} - \text{FK} \\
 &= \frac{553,85+565,20+578,54+581,34+586,27}{6} - \text{FK} \\
 &= \frac{2865,2}{6} - 477,483 \\
 &= 0,0515
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Variable D :

$$\begin{aligned}
 \text{JKD} &= \frac{\{(39,256)^2+(39,913)^2+(40,516)^2\}}{rn} - \text{FK} \\
 &= \frac{(1541,03)+(1593,04)+(1641,55)}{10} - 477,483 \\
 &= \frac{4775,62}{10} - 477,483 \\
 &= 0,0794
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) :

$$\begin{aligned}
 \text{JKP} &= \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n} - \text{FK} \\
 &= \frac{\{(7,731)^2+(7,832)^2+(7,875)^2+\dots+(8,219)^2\}}{2} - 477,483 \\
 &= 477,6166 - 477,483 \\
 &= 0,1336
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat pengaruh interaksi C dan D (JKCD)

$$\begin{aligned}
 \text{JKCD} &= \text{JKPerlakuan} - \text{JKC} - \text{JKD} \\
 &= 0,1336 - 0,0515 - 0,0794 \\
 &= 0,00271
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKC} - \text{JKD} - \text{JKCD} \\ &= 0,134 - 0,0515 - 0,0794 - 0,00271 \\ &= 0,000207 \end{aligned}$$

Nilai varian dari masing-masing perlakuan sebagai berikut :

- Kuadrat Tengah pengaruh C (S_c^2)

$$\begin{aligned} S_c^2 &= \frac{\text{JKC}}{r-1} \\ &= \frac{0,0515}{5-1} \\ &= 0,00375 \end{aligned}$$

- Kuadrat Tengah pengaruh D (S_d^2)

$$\begin{aligned} S_d^2 &= \frac{\text{JKD}}{r-1} \\ &= \frac{0,0794}{3-1} \\ &= 0,0397 \end{aligned}$$

- Kuadrat Tengah pengaruh interaksi C dan D (S_{cd}^2)

$$\begin{aligned} S_{cd}^2 &= \frac{\text{JKCD}}{(r-1)(c-1)} \\ &= \frac{0,00271}{(5-1)(3-1)} \\ &= 0,0003 \end{aligned}$$

- Kuadrat Tengah Galat (S^2)

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{\text{JKG}}{rc(n-1)} \\ &= \frac{0,000207}{5.3(2-1)} \\ &= 0,0000138 \end{aligned}$$

Nilai F hitung dari masing-masing sumber keragaman sebagai berikut:

➤ F_{hitung} pengaruh C

$$\begin{aligned} F_{c \text{ hitung}} &= \frac{S_c^2}{S^2} \\ &= \frac{0,0129}{0,0000138} \\ &= 934,885 \end{aligned}$$

➤ F_{hitung} pengaruh D

$$\begin{aligned} F_{d \text{ hitung}} &= \frac{S_d^2}{S^2} \\ &= \frac{0,0397}{0,0000138} \\ &= 2884,816 \end{aligned}$$

➤ F_{hitung} pengaruh C dan D

$$\begin{aligned} F_{cd \text{ hitung}} &= \frac{S_{cd}^2}{S^2} \\ &= \frac{0,0003}{0,0000138} \\ &= 24,601 \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Analisis Varian Dua Arah

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F Hitung	F Tabel
Putaran <i>Blower</i> (C)	0,015	4	0,00375	2884,8160	3,01
Tingkat <i>Superheating</i> (D)	0,0794	2	0,0397	934,8850	3,40
Interaksi C dan D	0,0027	6	0,0005	24,601	2,51
Galat	0,0002	24	0,0000		
Total	0,1338	35	0,0573		

Dari tabel 4.4 diatas, dapat diperoleh kesimpulan:

- I. $F_C \text{ hitung} > F_C \text{ tabel}$ maka H_0^1 ditolak dan H_1^1 diterima. ini berarti bahwa variasi Putaran *Blower* berpengaruh terhadap penyimpangan berupa koefisien prestasi dari suatu instalasi AC.
- II. $F_D \text{ hitung} > F_D \text{ tabel}$ maka H_0^2 ditolak dan H_1^2 diterima, ini berarti bahwa variasi Tingkat *Superheating* berpengaruh terhadap penyimpangan berupa koefisien prestasi dari suatu instalasi AC.
- III. $F_{CD} \text{ hitung} > F_{CD} \text{ tabel}$ Maka H_0^3 ditolak dan H_1^3 diterima, ini berarti bahwa interaksi antara Putaran *Blower* dan Tingkat *Superheating* berpengaruh secara nyata terhadap penyimpangan berupa koefisien prestasi dari suatu instalasi AC.

Dari kesimpulan diatas terlihat bahwa variasi Putaran *Blower* dan Tingkat *Superheating* (Faktor CD) mempunyai pengaruh yang nyata terhadap penyimpangan berupa koefisien prestasi dari suatu instalasi AC dengan tingkat keyakinan 95%.

4.3 Perhitungan Data

Perhitungan data dilakukan untuk mencari nilai besaran-besaran yang diperlukan untuk menentukan unjuk kerja dari mesin pendingin. Disini akan ditunjukkan perhitungan data dari hasil eksperimen dengan kecepatan *blower* 450 rpm dan variasi tingkat *superheating* 6 °C.

- a. Temperatur udara kering masuk blower, $T_{DA} = 28^\circ\text{C}$
- b. Temperatur udara basah masuk blower, $T_{WA} = 26^\circ\text{C}$
- c. Temperatur udara kering keluar preheater, $T_{DB} = 40^\circ\text{C}$
- d. Temperatur udara basah keluar preheater, $T_{WB} = 27^\circ\text{C}$
- e. Temperatur udara kering keluar evaporator, $T_{DC} = 11^\circ\text{C}$
- f. Temperatur udara basah keluar evaporator, $T_{WC} = 10^\circ\text{C}$
- g. Temperatur udara kering keluar heater, $T_{DD} = 12^\circ\text{C}$
- h. Temperatur udara basah keluar heater, $T_{WD} = 11^\circ\text{C}$
- i. Temperatur refrigeran masuk evaporator, $T_4 = -3^\circ\text{C}$
- j. Temperatur refrigeran keluar evaporator, $T_1 = 3^\circ\text{C}$
- k. Tekanan refrigeran setelah dari evaporator, $P_1 = 450 \text{ kPa}$
- l. Tekanan refrigeran setelah dari kondensor, $P_2 = 1750 \text{ kPa}$

Proses perhitungan :

1. Mencari entalpi udara pada setiap penampang *duct*.

Melalui diagram psikrometri, dari setiap data TD dan TW pada setiap penampang maka kita didapat mengetahui entalpi udara pada setiap penampang, yaitu :

$$T_{DA} = 28^{\circ}\text{C} ; T_{WA} = 26^{\circ}\text{C} ; h_A = 80,5 \text{ [kJ/kg]}$$

$$T_{DB} = 40^{\circ}\text{C} ; T_{WB} = 27^{\circ}\text{C} ; h_B = 85,5 \text{ [kJ/kg]}$$

$$T_{DC} = 11^{\circ}\text{C} ; T_{WC} = 10^{\circ}\text{C} ; h_C = 29,5 \text{ [kJ/kg]}$$

$$T_{DD} = 12^{\circ}\text{C} ; T_{WD} = 11^{\circ}\text{C} ; h_D = 31,5 \text{ [kJ/kg]}$$

2. Mencari entalpi refrigeran pada setiap titik.

Melalui diagram *moiller* p-h R-22 dicari entalpi refrigeran pada setiap titiknya sehingga didapat :

$$h_1 = \text{entalpi refrigeran keluar evaporator} = 625 \text{ [kJ/kg]}$$

$$h_2 = \text{entalpi refrigeran keluar kompresor} = 659 \text{ [kJ/kg]}$$

$$h_3 = \text{entalpi refrigeran masuk evaporator} = 460 \text{ [kJ/kg]}$$

3. Perhitungan efek refrigerasi

Efek refrigerasi adalah banyaknya kalor yang diserap oleh evaporator setiap satuan massa refrigeran untuk menghasilkan efek pendinginan.

$$q_1 = h_1 - h_4 \quad \text{[kJ/kg]}$$

Dimana:

$$h_1 = \text{Entalpi refrigeran keluar evaporator [kJ/kg]}$$

$$h_4 = \text{Entalpi refrigeran masuk evaporator [kJ/kg]}$$

Sehingga

$$q_1 = 625 \text{ [kJ/kg]} - 460 \text{ [kJ/kg]}$$

$$q_1 = 165 \text{ [kJ/kg]}$$

4. Perhitungan kerja kompresi

Kerja kompresi adalah banyaknya kalor yang dikompresikan kompresor setiap satuan massa refrigeran [kJ/kg].

$$W = \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot [(P_2/P_1)^{k-1/k} - 1] \quad \text{[kJ/s]}$$

Dimana:

- k = konstanta adiabatik = 1,4
 T_1 = temperatur refrigeran keluar evaporator [$^{\circ}\text{C}$]
 P_2 = tekanan refrigeran keluar kompresor [kPa]
 P_1 = tekanan refrigeran masuk kompresor [kPa]
 R = konstanta gas universal [kJ/kmol.K]
 Berat molekul refrigerant R-22 = 86,5
 Konstanta gas refrigerant, $R = 8,314/86,5 = 0,096$ [kJ/kg.K]

$$W = \frac{1,4}{1,4-1} \cdot R \cdot T_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{1,4-1/1,4} - 1 \right]$$

$$W = \frac{1,4}{1,4-1} \cdot 0,096 \cdot 276 \cdot \left[\left(\frac{1750}{450} \right)^{1,4-1/1,4} - 1 \right]$$

$$W = 42,7 \text{ [kJ/kg]}$$

5. Perhitungan laju massa alir refrigeran

$$m_{\text{ref}} = \text{laju volume langkah} \cdot \frac{\eta_{\text{vc}}}{100 \cdot v_{\text{hisap}}}$$

Dimana:

η_{vc} = efisiensi volumetrik

v_{hisap} = volume spesifik refrigerant uap yang memasuki kompresor

Dengan asumsi laju volume langkah = 50 L/s dan efisiensi volumetrik = 90% maka,

$$m_{\text{ref}} = \text{laju volume langkah} \cdot \frac{\eta_{\text{vc}}}{100 \cdot v_{\text{hisap}}}$$

$$m_{\text{ref}} = 50 \text{ L/s} \cdot \frac{90\%}{100 \cdot 40,36}$$

$$m_{\text{ref}} = 0,0111497 \text{ [kg/s]}$$

6. Perhitungan daya kompresor

$$\begin{aligned}
 P &= m_{\text{ref}} \cdot W \\
 &= 0,0111497 \text{ [kg/s]} \cdot 42,7 \text{ [kJ/kg]} \\
 &= 0,476092 \text{ [kJ/s]}
 \end{aligned}$$

7. Perhitungan kapasitas pendinginan

$$Q_1 = m_{\text{ref}} \cdot (h_1 - h_4)$$

$$= 0,0111497 \text{ [kg/s]} \cdot 165 \text{ [kJ/kg]}$$

$$= 1,83 \text{ [kJ/s]}$$

8. Perhitungan koefisien prestasi

$$KP = \frac{\text{Efek Refrigerasi}}{\text{Kerja Kompresi}}$$

$$= \frac{(h1-h4)}{W}$$

$$= \frac{165}{42,7}$$

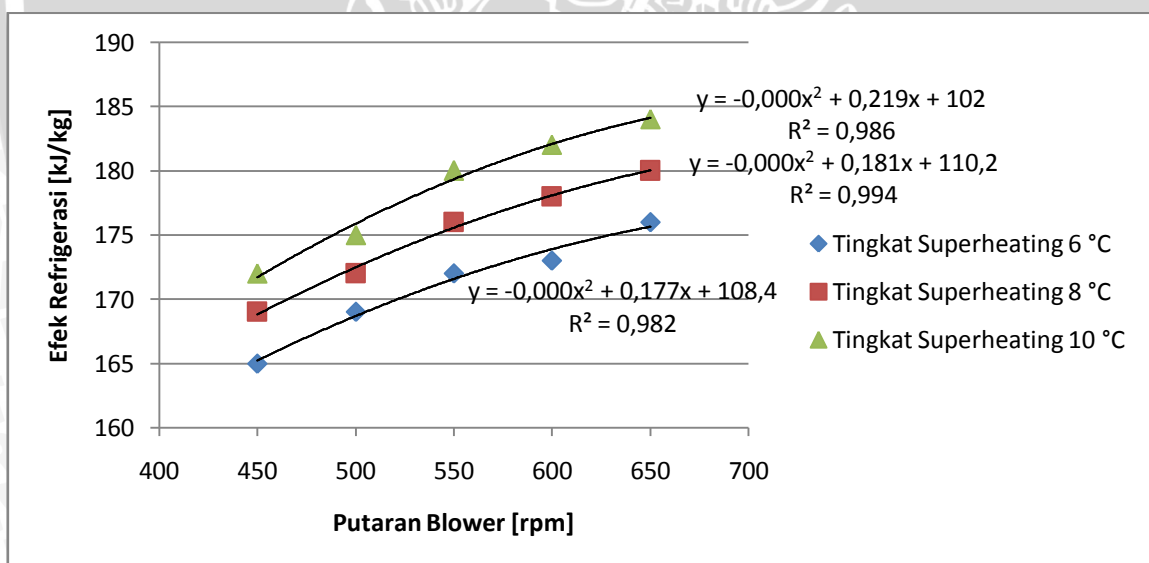
$$= 3,86$$

4.3.1 Data Hasil Perhitungan

Data hasil perhitungan selengkapnya ditunjukkan pada Tabel Data Hasil Perhitungan di Lampiran 1.

4.4 Pembahasan

4.4.1 Grafik Pengaruh Variasi Putaran *Blower* Terhadap Efek Refrigerasi



Gambar 4.1. Grafik Pengaruh Variasi Putaran *Blower* Terhadap Efek Refrigerasi

Grafik diatas menunjukkan grafik hubungan antara putaran *blower* terhadap efek refrigerasi pada instalasi mesin pendingin dengan variasi tingkat *superheating* mulai dari 6 °C, 8 °C dan 10 °C. Grafik tersebut menunjukkan adanya kecenderungan dengan semakin besar putaran *blower*, maka semakin besar juga efek refrigerasi yang terjadi pada instalasi mesin pendingin dan untuk semua variasi tingkat *superheating* mulai dari

6 °C, 8 °C dan 10 °C. Untuk tingkat *superheating* 10 °C, pada putaran *blower* 450 rpm efek refrigerasi yang terjadi sebesar 172 [kJ/kg]. Efek refrigerasi ini cenderung mengalami kenaikan sampai pada putaran *blower* 650 rpm dengan nilai efek refrigerasi sebesar 184 [kJ/kg]. Untuk tingkat *superheating* 6 °C dan 8 °C juga menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu semakin besar putaran *blower*, maka efek refrigerasi (q_1) yang terjadi semakin besar. Hal tersebut dikarenakan semakin besar putaran *blower* dan dengan penambahan kalor dari *heater* (untuk mencapai kondisi *superheating*) maka akan semakin membebani kerja dari evaporator, sehingga penyerapan kalor yang terjadi evaporator semakin tinggi dan mengakibatkan nilai dari entalpi meningkat. Pembebanan berlebih pada evaporator akan menyebabkan temperatur refrigeran keluar evaporator meningkat diatas temperatur jenuhnya. Dengan meningkatnya temperatur refrigeran keluar evaporator maka akan mengakibatkan naiknya nilai dari entalpi.

Semakin besar nilai entalpi akan menyebabkan meningkatnya dari nilai efek refrigerasi, hal ini ditunjukkan oleh rumus:

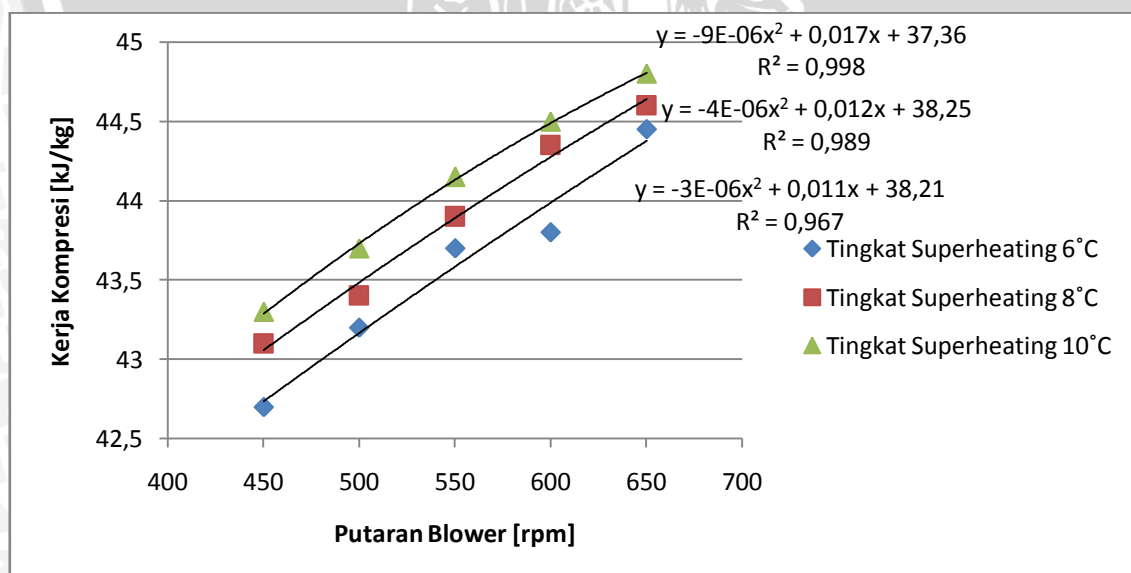
$$q_1 = h_1 - h_4$$

Dimana: q_1 = Efek refrigerasi (kJ/kg)

h_1 = Entalpi refrigeran keluar evaporator (kJ/kg)

h_4 = Entalpi refrigeran masuk evaporator (kJ/kg)

4.4.2 Grafik Pengaruh Variasi Putaran *Blower* Terhadap Kerja Kompresi



Gambar 4.2. Grafik Pengaruh Variasi Putaran *Blower* Terhadap Kerja Kompresi

Grafik diatas menunjukkan grafik hubungan antara putaran *blower* terhadap kerja kompresi pada instalasi mesin pendingin dengan variasi tingkat *superheating* mulai dari 6 °C, 8 °C dan 10 °C. Grafik tersebut menunjukkan adanya kecenderungan dengan semakin besar putaran *blower*, maka semakin besar kerja kompresi yang terjadi pada instalasi mesin pendingin dan untuk semua variasi tingkat *superheating* mulai dari 6 °C, 8 °C dan 10 °C. Untuk tingkat *superheating* 10 °C, pada putaran blower 450 rpm kerja kompresi yang terjadi sebesar 43,3 [kJ/kg]. Kerja kompresi ini cenderung mengalami peningkatan sampai pada putaran blower 650 rpm dengan nilai kerja kompresi sebesar 44,8 [kJ/kg]. Untuk tingkat *superheating* 6 °C dan 8 °C juga menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu semakin besar putaran *blower*, maka kerja kompresi (W) yang terjadi semakin besar. Hal tersebut dikarenakan semakin besar putaran *blower* dan dengan penambahan kalor dari *heater* (untuk mencapai kondisi *superheating*) maka akan semakin membebani kerja dari evaporator. Pembebanan berlebih pada evaporator akan menyebabkan temperatur dan tekanan refrigeran masuk kompresor meningkat sehingga kerja kompresi yang dibutuhkan semakin besar dikarenakan temperatur dan tekanan refrigeran yang tinggi.

Semakin besar nilai entalpi akan menyebabkan nilai dari kerja kompresi meningkat. Hal ini ditunjukkan oleh rumus:

$$W = \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot [(P_2/P_1)^{k-1/k} - 1] \quad [\text{kJ/s}]$$

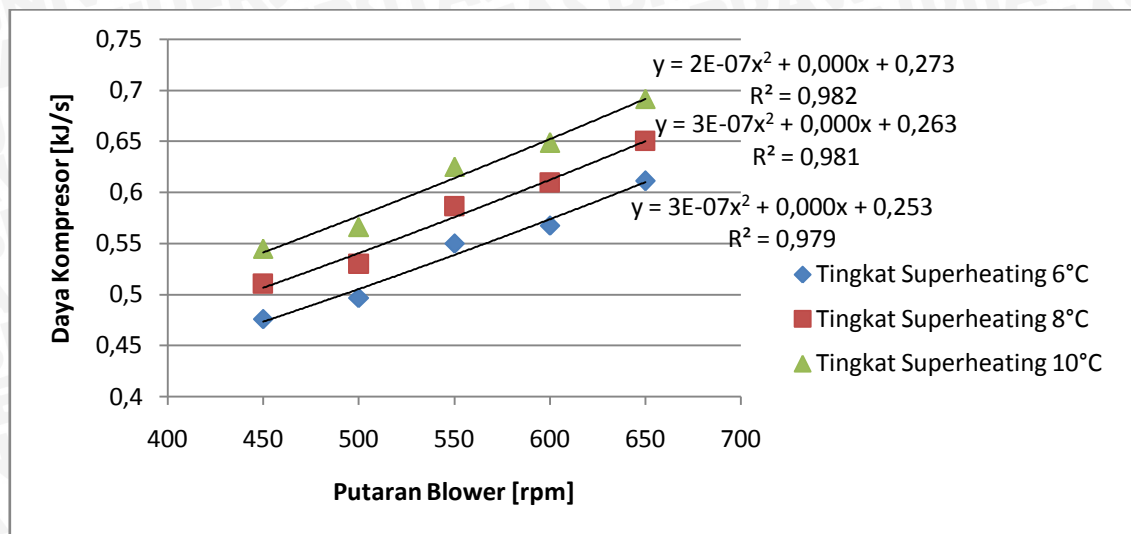
Dimana:

- k = konstanta adiabatik = 1,4
- T₁ = temperatur refrigeran keluar evaporator (°C)
- P₂ = tekanan refrigeran keluar kompresor (kPa)
- P₁ = tekanan refrigeran masuk kompresor (kPa)
- R = konstanta gas universal [kJ/kmol.K]

Berat molekul refrigeran R-22 = 86,5

Konstanta gas refrigeran R = 8,314/86,5 = 0,096 kJ/kg.K

4.4.3 Grafik Pengaruh Variasi Putaran Blower Terhadap Daya Kompresor



Gambar 4.3. Grafik Pengaruh Variasi Putaran *Blower* Terhadap Daya Kompresor

Grafik diatas menunjukkan grafik hubungan antara putaran *blower* terhadap daya kompresor pada instalasi mesin pendingin dengan variasi tingkat *superheating* mulai dari 6°C, 8°C dan 10°C. Grafik tersebut menunjukkan adanya kecenderungan dengan semakin besar putaran *blower*, maka semakin besar daya kompresor yang dibutuhkan pada instalasi mesin pendingin dan untuk semua variasi tingkat *superheating* mulai dari 6°C, 8°C dan 10°C. Untuk tingkat *superheating* 10°C, pada putaran blower 450 rpm daya kompresor yang dibutuhkan sebesar 0,544 [kJ/kg]. Daya kompresor ini cenderung mengalami peningkatan sampai pada putaran blower 650 rpm dengan nilai daya kompresor sebesar 0,691 [kJ/kg]. Untuk tingkat *superheating* 6°C dan 8°C juga menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu semakin besar putaran *blower*, maka daya kompresor (P) yang dibutuhkan semakin besar. Hal tersebut dikarenakan semakin besar putaran *blower* dan dengan penambahan kalor dari *heater* (untuk mencapai kondisi *superheating*) maka akan semakin membebani kerja dari evaporator. Pembebanan berlebih pada evaporator akan meningkatkan temperatur dan tekanan refrigeran keluar evaporator. Semakin tinggi temperatur refrigeran keluar evaporator akan menyebabkan semakin besarnya nilai laju massa alir refrigeran [kg/s]. Hal ini dikarenakan semakin tinggi temperatur refrigeran keluar evaporator maka akan mengakibatkan semakin kecil nilai dari volume spesifik refrigeran masuk kompresor. Laju massa alir refrigeran sebanding dengan laju volume langkah dan efisiensi volumetrik dan berbanding terbalik dengan volume spesifik refrigeran yang memasuki kompresor Hal ini ditunjukkan oleh rumus:

$$m_{\text{ref}} = \text{laju volume langkah} \cdot \frac{\eta_{\text{vc}}}{100 \cdot v_{\text{hisap}}}$$

Dimana:

η_{vc} = efisiensi volumetrik

V_{hisap} = volume spesifik refrigeran uap yang memasuki kompresor

m_{ref} = laju massa alir refrigeran [kg/s]

Sehingga:

$$P = m_{\text{ref}} \cdot W$$

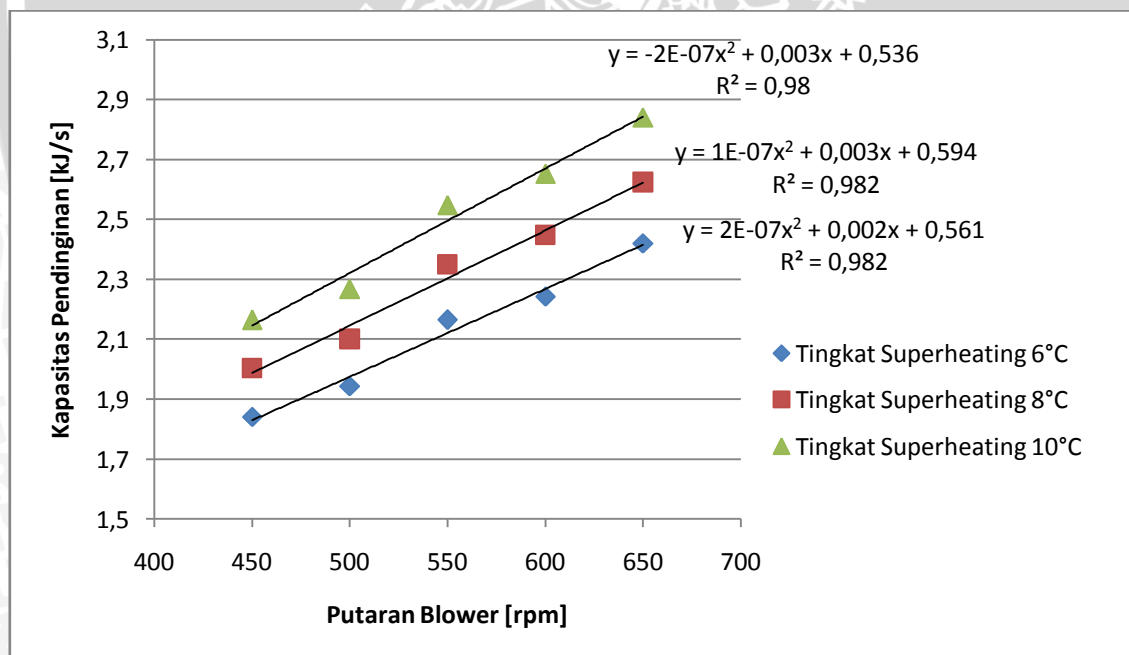
Dimana:

m_{ref} = laju massa alir refrigeran

W = kerja kompresi

P = daya kompresor

4.4.4 Grafik Pengaruh Variasi Putaran Blower Terhadap Kapasitas Pendinginan



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Putaran *Blower* Terhadap Kapasitas Pendinginan

Grafik diatas menunjukkan grafik hubungan antara putaran *blower* terhadap kapasitas pendinginan pada instalasi mesin pendingin dengan variasi tingkat *superheating* mulai dari 6°C, 8°C dan 10°C. Grafik tersebut menunjukkan adanya kecenderungan dengan semakin besar putaran *blower*, maka semakin besar kapasitas

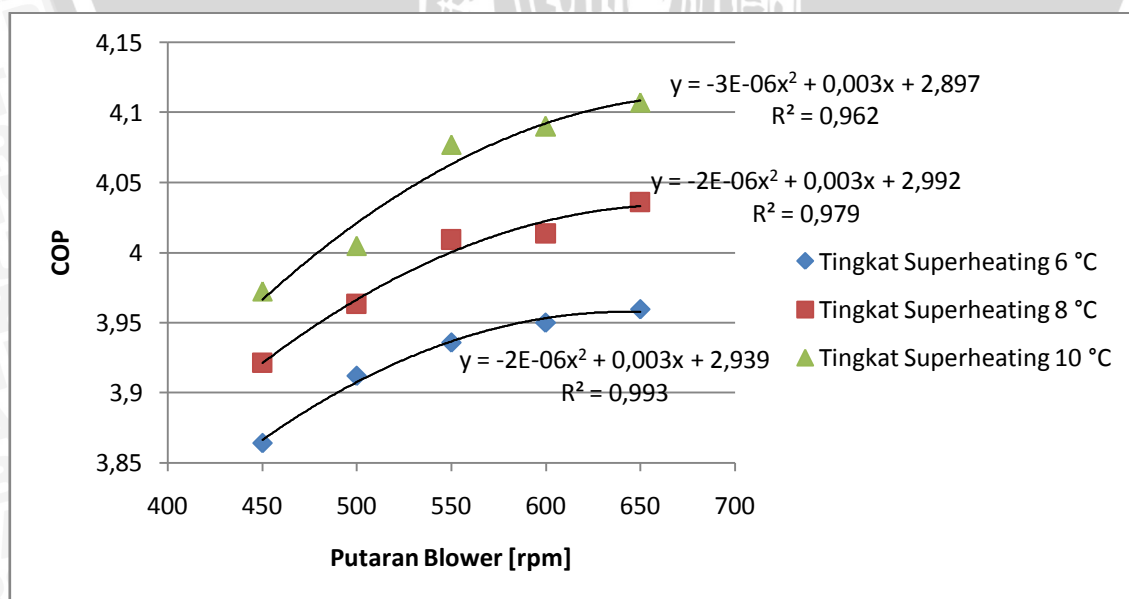
pendinginan yang terjadi pada instalasi mesin pendingin dan untuk semua variasi tingkat *superheating* mulai dari 6 °C, 8 °C dan 10 °C. Kapasitas pendinginan adalah kemampuan mesin pendingin untuk menyerap kalor persatuan waktu. Penyerapan kalor ini terjadi di evaporator. Untuk tingkat *superheating* 10 °C, pada putaran blower 450 rpm kapasitas pendinginan yang terjadi sebesar 2,16 [kJ/kg]. Kapasitas pendinginan ini cenderung mengalami peningkatan sampai pada putaran *blower* 650 rpm dengan nilai kapasitas pendinginan sebesar 2,84 [kJ/kg]. Untuk tingkat *superheating* 6 °C dan 8 °C juga menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu semakin besar putaran *blower*, maka kapasitas pendinginan (Q_1) yang terjadi semakin besar. Hal tersebut dikarenakan semakin besar putaran *blower* dan dengan penambahan kalor dari *heater* (untuk mencapai kondisi *superheating*) maka akan semakin membebani kerja dari evaporator. Dengan meningkatnya kerja dari evaporator akan mengakibatkan laju massa alir refrigeran dan entalpi meningkat. Laju massa alir refrigeran dapat dicari dari rumus daya kompresor. Sehingga kapasitas pendinginan:

$$Q_1 = m_{\text{ref}} \cdot (h_1 - h_4)$$

Dimana:

- h_1 = Entalpi keluar evaporator (kJ/kg)
- h_4 = Entalpi masuk evaporator (kJ/kg)
- m_{ref} = Laju aliran massa refrigeran (kg/det)

4.4.5 Grafik Pengaruh Variasi Putaran Blower Terhadap Koefisien Prestasi



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Putaran *Blower* Terhadap Koefisien Prestasi

Grafik diatas menunjukkan grafik hubungan antara putaran *blower* terhadap koefisien prestasi pada instalasi mesin pendingin dengan variasi tingkat *superheating* mulai dari 6 °C, 8 °C dan 10 °C. Grafik tersebut menunjukkan adanya kecenderungan dengan semakin besar putaran *blower*, maka semakin besar koefisien prestasi yang terjadi pada instalasi mesin pendingin dan untuk semua variasi tingkat *superheating* mulai dari 6 °C, 8 °C dan 10 °C. Untuk tingkat *superheating* 10 °C, pada putaran *blower* 450 rpm koefisien prestasi yang terjadi sebesar 3,97. Koefisien prestasi ini cenderung mengalami peningkatan sampai pada putaran *blower* 650 rpm dengan nilai koefisien prestasi sebesar 4,1 [kJ/kg]. Untuk tingkat *superheating* 6 °C dan 8 °C juga menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu semakin besar putaran *blower*, maka koefisien prestasi (KP) yang terjadi semakin besar. Hal tersebut dikarenakan semakin besar putaran *blower* dan dengan penambahan kalor dari *heater* (untuk mencapai kondisi *superheating*) maka akan semakin membebani kerja dari evaporator. Pembebanan berlebih pada evaporator menyebabkan temperatur refrigeran keluar evaporator semakin tinggi dan mengakibatkan nilai dari entalpi bertambah sehingga akan meningkatkan nilai koefisien prestasi. Di samping itu seiring dengan semakin bertambahnya nilai entalpi maka akan meningkatkan nilai dari efek refrigerasi dan kerja kompresi. Tetapi peningkatan pada efek refrigerasi lebih besar dibanding dengan kerja kompresi. Sehingga koefisien prestasi:

$$\begin{aligned} \text{KP} &= \frac{\text{Efek Refrigerasi}}{\text{Kerja Kompresi}} \\ &= \frac{(h_1 - h_4)}{W} \end{aligned}$$

Dimana:

$$h_1 = \text{Entalpi keluar evaporator} \quad (\text{kJ/kg})$$

$$h_2 = \text{Entalpi masuk kondensor} \quad (\text{kJ/kg})$$

$$h_3 = \text{Entalpi keluar kondensor} \quad (\text{kJ/kg})$$

$$h_4 = \text{Entalpi masuk evaporator} \quad (\text{kJ/kg})$$