

PENGARUH TEKANAN TERHADAP PENGKONDISIAN UDARA SISTEM EKSPANSI UDARA

Sumanto¹⁾, Wayan Sudjna²⁾, Harimbi Setyowati³⁾, Andi Ahmad Rifa'i
Prodi Teknik Industri¹⁾, Prodi Teknik Mesin²⁾, Prodi Teknik Kimia³⁾,
Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAKSI

Pendinginan udara merupakan salah satu hal dari bidang refrigerasi dan pengkondisian udara. Meskipun saling berkaitan, tetapi masing-masing mempunyai ruang lingkup yang berbeda. Teknik pengkondisian udara tidak hanya berfungsi sebagai pendingin, tetapi lebih dari pada itu. Definisi pengkondisian udara (Comfort air conditioning) adalah proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembapan, kebersihan, dan pendistribusian secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan. Tidak menggunakannya. Mesin pengkondisian udara yang digunakan pada sistem pengkondisian ini adalah Sistem ekspansi udara dengan komponen kompresor 1/2 PK, evaporator dengan media pendingin air, katup ekspansi, dan ruangan aplikasi. Variabel dalam penelitian adalah : Variabel bebasnya adalah Variasi Tekanan 40 Psi, 50 Psi, dan 60 Psi. Variabel terikatnya adalah pengkondisian udara system ekspansi udara. Variabel kontrol yaitu tekanan udara, temperature udara, tempertur pendingin. Dengan variasi tekanan 40 Psi, 50 Psi dan 60 mempunyai pengaruh terhadap pengkondisian udara yaitu pada pengujian dengan variasi tekanan 40 Psi didapat nilai temperatur tertinggi 30 °C, temperatur terendah 20 °C dan tempetratur rata-rata 23,5 °C. Dari pengujian dengan variasi tekanan 50 Psi didat nilai temperatur tertinggi 31,5 °C, temperatur terendah 19,8 °C dan tempetratur rata-rata 23,5 °C. Dari pengujian dengan variasi tekanan 60 Psi didat nilai temperatur tertinggi 34,6 °C, temperatur terendah 19,3 °C dan temperatur rata-rata 23,7 °C.

Kata kunci: Tekanan Udara, Sistem Ekspansi Udara.

PENDAHULUAN

Pengkondisian udara adalah suatu proses pengkondisian atau pengaturan kondisi udara sehingga didapatkan temperatur, kelembapan, kecepatan, dan kebersihan yang sesuai dengan persyaratan kondisi udara suatu ruangan. Persyaratan sifat-sifat udara segar diletakkan sesuai dengan penggunaan ruangan misalnya untuk kantor, hotel, gedung pertemuan, rumah sakit, gedung bioskop, dan lain sebagainya. Kebanyakan unit pengkondisian udara digunakan untuk kenyamanan, yaitu untuk menciptakan

kondisi udara yang nyaman bagi orang yang berada dalam ruangan. Di daerah yang beriklim panas, sistim pendinginan menciptakan suasana kerja yang nyaman dibandingkan dengan tidak menggunakannya. Dengan adanya permasalahan di atas, maka perlunya diteliti pengaruh teknanan terhadap pengkondisian udara system ekspansi udara. Sistem pengkondisian udara pada umumnya dibagi menjadi dua golongan utama yaitu : Refrigerasi industri, yaitu mengkondisikan udara dari ruangan karena diperlukan oleh proses, bahan,

peralatan produksi atau barang yang ada didalam ruangan tersebut.

Comfort Air Conditioner, yaitu mengkondisikan udara dari ruangan untuk memberikan kenyamanan bagi penghuni yang melakukan aktivitas didalam ruangan tersebut.

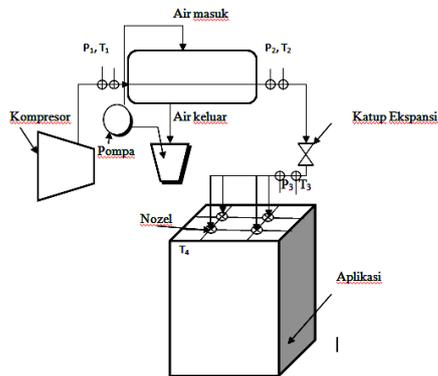
METODOLOGI

Variabel merupakan obyek penelitian atau apa yang menjadi perhatian oleh para peneliti. Variabel tersebut antara lain :

Variabel bebasnya adalah Variasi Tekanan : 40 Psi, 50 Psi, dan 60 Psi.

Variabel terikatnya adalah Pengkondisian udara system ekspansi udara.

Variabel kontrol yaitu semua faktor yang dapat mempengaruhi hasil kerja yang dilakukan oleh mesin. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi adalah : tekanan udara, temperature udara, tempertur pendinginan dan kelembaban.



Gambar 1 Skema instalasi penelitian

Prosedur Pengambilan Data

Pemeriksaan seluruh peralatan uji dan perlengkapannya merupakan langkah pertama yang harus dilakukan untuk menjaga keamanan dan keselamatan baik penguji maupun peralatan uji.

Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Memeriksa kondisi mesin baik pada komponen yang bergerak maupun komponen yang tidak bergerak.
- b. Memastikan dan memeriksa suplai listrik yang diperlukan oleh peralatan uji.
- c. Memeriksa kondisi di dalam evaporator.
- d. Memastikan pertukaran kalor yang terjadi berlangsung dengan baik dan maksimal.
- e. Memastikan pipa-pipa dari kebocoran dan memastikan sudah terisolasi termal dengan baik.
- f. Memeriksa setiap peralatan ukur yang akan digunakan didalam pengambilan data apakah berfungsi dengan baik.

Dalam penelitian ini, data yang diperlukan untuk mendukung perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Temperatur udara masuk evaporator (T1)
2. Temperatur udara keluar evaporator (T2)
3. Temperatur udara masuk ruangan/aplikasi (T3)
4. Temperatur udara di dalam ruangan/aplikasi (T4)
5. Tekanan udara masuk evaporator (P1)
6. Tekanan udara keluar evaporator (P2)
7. Tekanan masuk ruangan/aplikasi (P3)
8. Temperatur air masuk evaporator
9. Temperatur air keluar evaporator.

Data Hasil Pengujian

Pada pelaksanaan pengujian tekanan pengambilan data dilakukan 5 menit sekali sampai tiga kali. pengambilan data

variasi tekanan seperti yang tercantum pada table di bawah ini:

Tabel 1 Hasil Pengujian Dengan Variasi Tekanan 40 Psi, 50 Psi, Dan 60 Psi

Varia bel	Percobaan								
	40 (Psi)			50 (Psi)			60 (Psi)		
P ₁	40	40	40	50	50	50	60	60	60
P ₂	25	25	25	35	35	35	40	40	40
P ₃	5	5	5	7	7	7	10	10	10
T ₁	30	30	30	31	31	32	34	35	35
T ₂	24	24	24	23	23	23	22	22	22
T ₃	20	20	20	20	20	19	19	19	19
T ₄	20	20	20	20	20	19	19	19	19
T ₅	26	26	26	27	27	26	26	26	25
T ₆	27	27	28	28	28	28	28	29	29

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Beban kalor dari luar ruangan

a). Beban kalor dari sinar matahari melalui kaca jendela

Beban kalor dari sinar matahari secara langsung, terjadi karena proses penyerapan dan transmisi sinar matahari kedalam ruangan yang di kondisikan melalui kaca.

$$QS_1 = A.PSHG.SF$$

Dimana:

$$PSHG = Peak\ solar\ heat\ gain\ (W/m)$$

A= Luas kaca yang langsung terkena radiasi matahari

$$SF = Storage\ factor$$

b). Beban kalor dari sinar matahari melalui dinding dan atap

laju perpindahan kalor melalui dinding atau atap dinyatakan dengan pernyataan(Stoecker WF dan Jerold W jones, 1982, hal 75):

$$QS_2 = U.A(t_0 - t_r)(W/m)$$

Dimana:

$$U = Koefisien\ perpindahan\ kalor\ total\ (W/m^2 \cdot ^\circ C)$$

$$A = Luas\ permukaan\ dinding\ atau\ atp\ (m^2)$$

t₀= Suhu udara luar ruangan (°C)

t_r= Suhu udara didalam ruangan (°C)

Beban Kalor Dari Dalam Ruangan

Terjadinya peningkatan panas sensible dan laten pada suatu ruangan dapat disebabkan oleh factor internal dari ruangan tersebut, factor tersebut meliputi:

Beban Kalor Dari Penghuni Ruangan

Kalor yang di dikeluarkan akibat dari metabolisme tubuh manusia dipengaruhi oleh aktifitas manusia dan temperature ruang tersebut. Besarnya kalor ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini (Stoecker WF dan Jerold W jones, 1982, hal 69

$$QS_3 = Perolehan\ perorang.jumlah\ orang.\ CLF$$

Dimana:

Perolehan kalor dari penghuni (W)

CLF = Faktor-faktor beban perolehan kalor sensible dari orang.

Untuk penghuni beban laten, CLF dapat dianggap sama dengan 1,0

Tabel 2. Perolehan Kalor Dari Penghuni

Kegiatan	Perolehan kalor (W)	Perolehan kalor sensible, %
Tidur	70	75
Duduk ,tenang	100	60
Berdiri	150	50
Berjalan	305	35
Pekerjaan kantor	150	55
Mengajar	175	50

Beban Kalor Dari Lampu

Jumlah kalor dari dalam ruangan yang disebabkan oleh penerangan/lampu tergantung pada daya dari lampu dan jenis/cara pemasanganya

Persamaan untuk menghitung beban kalor dari lampu adalah (Stoecker WF dan Jerold W jones, 1982, hal 67):

$$QS_4 = (daya\ lampu, Watt).(Fu).(Fb).(CLF)$$

Dimana:

F_u = Faktor penghuni/lampu yang terpasang.

F_b = Faktor ballast untuk lampu *Fluorescent* =1,2

CLF = Faktor beban pendinginan

Beban kalor dari udara ventilasi dan infiltrasi

Besarnya laju aliran udara infiltrasi ditentukan berdasarkan udara luar yang masuk melalui celah-celah jendela serta melalui pintu yang terbuka. Sedangkan besarnya aliran udara ventilasi ditentukan berdasarkan jumlah orang atau luas dari ruangan yang akan di kondisikan. Beban ventilasi dan infiltrasi terbagi dalam beban kalor sensible dan beban kalor laten. Besarnya masing-masing beban dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini (CP Arora, Second Edition, Refrigeration And Air Conditioning, New York : Mc Graw Hill Book company, hal 540):

$$OASH = 0,024.CMM.(t_o-t_R)$$

$$OALH = 50.CMM.(w_o-w_R)$$

Dimana:

CMM = Jumlah udara infiltrasi, (m³/menit)

t_o = Suhu udara luar ruangan (°C)

t_R = Suhu udara dalam ruangan (°C)

w_o = Kelembaban udara luar.

w_R = Kelembaban udara ruang.

Beban Kalor Ruangan

Beban kalor ruangan merupakan penjumlahan dan beban kalor dari dalam ruangan, beban dari luar ruangan, beban kalor dari ventilasi dan infiltrasi. Beban kalor ini berupa beban kalor sensible (RSH) dan beban kalor laten (RLH).

Besarnya beban tersebut dapat dirumuskan menjadi :

$$RSH = QS_1 + QS_2 + QS_3 + QS_4$$

$$RLH = OASH \& OALH$$

Total beban pendingin ruangan adalah = RSH + RLH

Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Beban kalor dari luar ruangan

1). Beban kalor dari sinar matahari melalui kaca jendela

$$\begin{aligned} QS_b &= A.PSHG.SF \\ &= 5,788 \text{ m}_2 \times 700 \text{ W/m}_2 \\ &= 4.051,6 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QS_s &= A.PSHG.SF \\ &= 19,9 \text{ m}_2 \times 355 \text{ W/m}_2 \\ &= 7.065 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QS_1 &= QS_b + QS_s \\ &= 4.051,6 + 7.065 \\ &= 11.116,6 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2). Beban kalor dari sinar matahari melalui dinding atau atap

$$\begin{aligned} QS_2 &= U.A.(t_o-t_R) \text{ (W/m}^2\text{)} \\ &= 3,24 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \times 39,05 \text{ m}^2 \text{ (32-} \\ &25) \\ &= 126,5 \text{ W/}^\circ\text{C} \times 7 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 885,65 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Beban Kalor Dari Dalam Ruangan

1). Beban kalor dari penghuni ruangan

Jumlah penghuni = 4 orang

$$\begin{aligned} QS_3 &= \text{Perolehan perorang} \cdot \text{jumlah} \\ &\text{orang} \cdot \text{CLF} \\ &= 305 \times 4 \text{ Orang} \times 0,66 \\ &= 805,2 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_l &= \text{Perolehan perorang} \cdot \text{Jumlah} \\ &\text{orang} \cdot \text{CLF} \\ &= 305 \times 4 \text{ orang} \times 1,0 \\ &= 1.220 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2). Beban Kalor Dari Lampu

$$QS_4 = (\text{daya lampu, watt}) \cdot (F_u) \cdot (F_b) \cdot (CLF)$$

$$= 18 \text{ Watt} \times 8 \text{ buah} \times 0,84$$

$$= 120,96 \text{ Watt}$$

3). Beban Kalor dari udara ventilasi dan infiltrasi

Data yang diketahui adalah sebagai berikut :

Parameter diluar ruangan

Tdb 32 oC dengan Rh 82 %

Para meter yang dikondisikan

Tdb 25 oC dengan RH 64 %

$$\text{Nilai infiltrasi} = (1,98 \times \text{jumlah pintu} \times \text{luas pintu}) + (2,5 \times \text{luas kaca yang berhubungan dengan udara luar})$$

$$= (1,98 \times 1 \times 3,44) + (2,5 \times 2,2)$$

$$= 6,81 \text{ m}^2 + 5,5 \text{ m}^2$$

$$= 12,31$$

$$\text{OASH} = 0,0204 \cdot \text{CMM} \cdot (t_o - t_R)$$

$$= 0,0204 \times 21,28 (30-24)$$

$$= 3,064 \text{ Watt}$$

$$\text{OALH} = 50 \cdot \text{CMM} \cdot (w_o - w_R)$$

$$= 50 \times 21,28 \times (32-25)$$

$$= 7.448 \text{ Watt}$$

Keterangan:

Bilangan 1,98 & 2,5 di dapat dari (Tabel Arora, hal 660)

c). Beban Kalor Ruangan

$$\text{RSH} = \text{QS1} + \text{QS2} + \text{QS3} + \text{QS4}$$

$$= 11.116,6 + 885,65 + 803,5 + 120,96$$

$$= 12.926 \text{ Watt} / 12,9 \text{ kW}$$

$$\text{RLH} = \text{OASH} + \text{OALH} + \text{Ql}$$

$$= 3,064 + 7.448 + 1220$$

$$= 8.671,064 \text{ Watt} / 6 \text{ kW}$$

Total beban pendinginan adalah = RSH + RLH

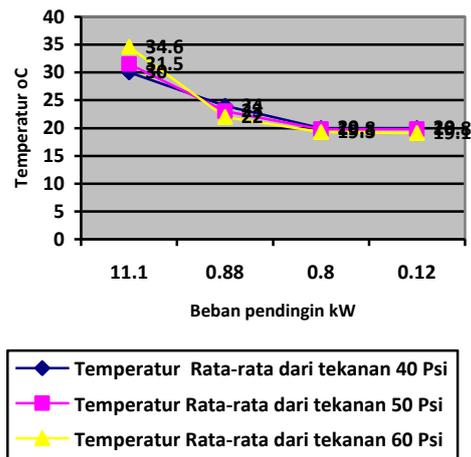
$$= 12.926 + 8.669,73$$

$$= 21.595,73 \text{ Watt} / 21,60 \text{ kW}$$

Analisa Pengaruh Beban Pendingin Terhadap Temperatur

Tabel 3 Hubungan temperature terhadap beban pendingin

Tekanan	Temperatur	Percobaan			Rerata
		1	2	3	
40 Psi	T1	30	30	30	30
	T2	24	24	24	24
	T3	20	20	20	20
	T4	20	20	20	20
50 Psi	T1	31	31	32	31,5
	T2	23	23	23	23
	T3	20	20	19,6	19,8
	T4	20	20	19,5	19,8
60 Psi	T1	34	35	35	34,6
	T2	22	22	22	22
	T3	19,6	19,5	19	19,3
	T4	19,5	19	19	19,1



Grafik 1 Hubungan Temperatur Terhadap Beban Pendingin

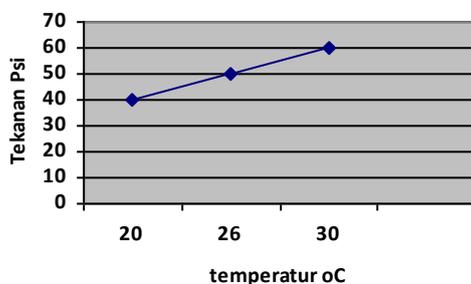
Hasil percobaan dengan variasi tekanan 40 Psi, 50 Psi dan 60 Psi dapat yaitu : Pada titik pertama hubungan tekanan dan beban pendingin yaitu 30°C pada titik kedua temertur mengalami penurunan 24 °C. pada titik ketiga mengalami penurunan tempertur lagi yaitu dengan temperatur 20 °C. Dari pengujian dengan variasi tekanan 40 Psi didat nilai temperatur tertinggi 30 °C, temperatur terendah 20 °C dan tempertur rata-rata

23,5 °C. Pada titik pertama hubungan tekanan dan beban pendingin yaitu 31,5 °C pada titik kedua temertur mengalami penurunan 23 °C. pada titik ketiga mengalami penurunan tempertur lagi yaitu dengan temperatur 19,8 °C. Dari pengujian dengan variasi tekanan 50 Psi didat nilai temperatur tertinggi 31,5 °C, temperatur terendah 19,8 °C dan tempetratur rata-rata 23,5 °C. Pada titik pertama hubungan tekanan dan beban pendingin yaitu 34,6 °C pada titik kedua temertur mengalami penurunan 22 °C.

Tabel 4. Hubungan tekanan dan temperatur

Tekanan (Psi)	Temperatur (°C)
40	30,5
50	31,5
60	30

Pada titik ketiga mengalami penurunan tempertur lagi yaitu dengan temperatur 19,3 °C. Dari pengujian dengan variasi tekanan 60 Psi didat nilai temperatur tertinggi 30 °C, temperatur terendah 20 °C dan tempetratur rata-rata 23,7 °C. Dari hasil pengujian dengan memvariasi tekanan 40 Psi, 50 Psi dan 60 Psi , dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan, maka tempertur yang di hasilkan akan semakin menurun.



Grafik 2 Hubungan Tekanan Dan Temperatur

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian memvariasi tekanan udara, maka dapat di ambil kesimpulan dari pengaruh tekanan terhadap pengkondisian udara:

Variasi tekanan 40 Psi, 50 Psi dan 60 mempunyai pengaruh terhadap pengkondisian udara yaitu

1. Pada titik pertama hubungan tekanan dan beban pendingin yaitu 30°C pada titik kedua temertur mengalami penurunan 24 °C. pada titik ketiga mengalami penurunan tempertur lagi yaitu dengan temperatur 20 °C.
2. Pada titik pertama hubungan tekanan dan beban pendingin yaitu 31,5 °C pada titik kedua temertur mengalami penurunan 23 °C. pada titik ketiga mengalami penurunan tempertur lagi yaitu dengan temperatur 19,8 °C.
3. Pada titik pertama hubungan tekanan dan beban pendingin yaitu 34,6 °C pada titik kedua temertur mengalami penurunan 22 °C. pada titik ketiga mengalami penurunan tempertur lagi yaitu dengan temperatur 19,3 °C.

DAFTAR PUSTAKA

1. Holman. J. P Ir.E. jasjfi M.Sc., *Perpindahan Kalor*, Erlangga, 1988
2. Arismunandar, W. dan Saito, H., 2002, *Penyegaran Udara*, Cetakan ke-6, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
3. Stoecker, W.F. dan Jerold, W.J., 1996, *Refrigerasi dan Penyegaran Udara*. TerjemahanSupratman Hara. Penerbit Erlangga. Jakarta
4. Wertebach, Jurgen. 2003. *Energy Analysis of Refrigerant Cycles*. SAE Cooperative Research, Scottsdale, AZ