

ANALISIS KINERJA MESIN PENGERING UDARA (AIR DRYER) FX 16 4,13 KW UNTUK PENGGERAK KATUP AKTUATOR PNEUMATIK

Sahidul Anam

*Jurusan Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
syahidulanam1@gmail.com*

Abstrak:

Mesin pengering udara merupakan alat yang digunakan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kandungan air dalam udara terkompresi. Mesin pengering ini banyak dijumpai pada industri-industri yang memanfaatkan udara sebagai sumber penggerak. Udara yang dihasilkan dari hasil kompresi biasanya dimanfaatkan untuk menggerakkan valve aktuator pneumatik. Tingginya kandungan air pada udara terkompresi membuat valve aktuator sering rusak. Untuk itu, mesin pengering udara digunakan untuk menghilangkan kandungan air dalam udara terkompresi sebelum digunakan sebagai penggerak valve aktuator pneumatik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja mesin pengering udara sebagai penggerak valve aktuator pneumatik. Jenis penelitian yang digunakan adalah revidu atau melakukan pengamatan langsung pada kinerja mesin. Proses pengukuran dilakukan untuk mengukur nilai temperature dew point, temperature udara, tekanan udara dan nilai RH pada aliran udara. Dari hasil analisa, diketahui nilai output temperature udara pada aliran udara setelah dilakukan proses pengeringan adalah 34,39 °C, pada tekanan udara sebesar 5,14 bar dan nilai relative humidity adalah 35,75%. Setelah dilakukan perbandingan dengan nilai spesifikasi pada lembar data valve actuator, maka dapat disimpulkan aliran udara yang telah melalui proses pengeringan udara mampu digunakan untuk memasok valve actuator pneumatic sebagai sumber penggerak.

Kata Kunci: Mesin pengering udara, valve aktuator, kinerja

1. PENDAHULUAN

Sistem udara terkompresi di dunia industri berfungsi untuk memenuhi kebutuhan proses dan penggerak instrumen atau peralatan kontrol. Udara terkompresi yang dihasilkan oleh kompresor sebelum digunakan dan masuk ke instalasi produksi, perlu dikeringkan untuk menghilangkan atau meminimalkan kandungan air yang terkandung dalam udara yang dihasilkan oleh mesin kompresor udara. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat pengering udara atau yang dikenal dengan istilah *air dryer* beserta penunjangnya seperti penyaring atau filter.

Ada beberapa jenis pengering udara untuk pengeringan udara terkompresi, antara lain pengering udara dengan jenis sistem pendingin (refrigerasi) dan pengering udara dengan jenis penyerapan kadar air (absorpsi). Pengering udara dengan sistem pendingin atau refrigerasi banyak diminati atau digunakan di berbagai sektor industri. Secara

fungsi, pengering udara sangat penting untuk kelangsungan produksi yang berkualitas dan bebas dari kandungan air.

Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis terhadap karakteristik atau performa pengering udara tipe berpendingin udara dengan kapasitas 4,13 KW dimana mesin pengering tersebut menggunakan sistem pendingin atau refrigerasi. Terdapat beberapa permasalahan yang terjadi pada sistem refrigerasi mesin pengering udara diantaranya *overheating*, titik embun yang tinggi, dan titik embun yang rendah (beku). sehingga perlu dilakukan studi kasus pada sistem pengering udara tipe pendingin atau refrigerasi yang berkualitas baik dan sesuai kebutuhan.

Rumusan Masalah

Ruang lingkup penelitian “Analisis Performa *Air Dryer* FX16 4,13 kW untuk Penggerak Katup Aktuator Pneumatik” sebagai berikut:

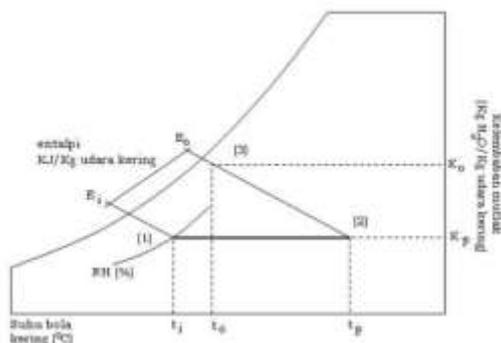
1. Sistem yang digunakan adalah sistem refrigerasi.

2. Mendinginkan kondensor menggunakan motor kipas (jenis berpendingin air).
3. Keluaran (*output*) udara dari pengering udara digunakan untuk memasok aktuator katup pneumatik.
4. Refrigeran yang digunakan adalah 410a (R-410a)

Tinjauan Literatur

Pengeringan merupakan proses perpindahan panas dan uap air yang terjadi secara bersamaan. Pada proses pengeringan dibutuhkan energi panas untuk menguapkan kandungan air pada permukaan bahan yang dikeringkan. Energi panas biasanya berupa udara dengan temperatur tinggi (Yusuf, 2019).

Pengeringan terjadi melalui proses penguapan zat cair yang ada pada bahan dengan memberikan atau mengalirkan panas pada bahan yang akan dikeringkan. Panas dapat diberikan dengan cara konveksi (pengeringan langsung), pengeringan konduksi (paparan sentuh), radiasi atau penempatan material secara volumetrik ke dalam medan gelombang elektromagnetik (gelombang mikro), atau dengan gelombang radio. Dalam arti lain, proses pengeringan terjadi dengan menguapkan air dalam bahan. Proses ini dilakukan dengan cara menurunkan suhu relatif udara melalui proses pemanasan atau dengan menaikkan tekanan udara sehingga tekanan udara pada bahan lebih besar dari pada tekanan uap udara. Perbedaan tekanan ini mengakibatkan terjadinya pergerakan udara dari bahan ke udara.



Gambar 1. Proses Pengeringan pada Grafik Psikrometrik

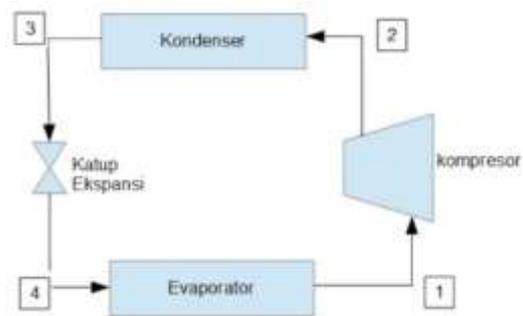
- p = pengeringan udara
- o = udara keluar dari pengering

Pada pengering refrigeran, udara dikeringkan dengan cara mendinginkannya. Sistem ini umumnya menggunakan dua penukar panas, yang pertama antara pendingin udara dan refrigeran, dan yang kedua antara udara yang dikeringkan dan pendingin udara. Prinsip kerja ini sesuai dengan sifat uap air yang akan mengembun pada suhu rendah. Udara kering yang dihasilkan umumnya memiliki titik embun dua derajat Celcius (Saputra, 2020).



Gambar 2. Pengering Refrigeran

Siklus kerja pengering refrigeran dimulai dari kompresor, kondensor, pipa kapiler dan evaporator. Skema rangkaian komponen siklus kompresi uap digambarkan dalam diagram P-h (Nyoman, 2018).



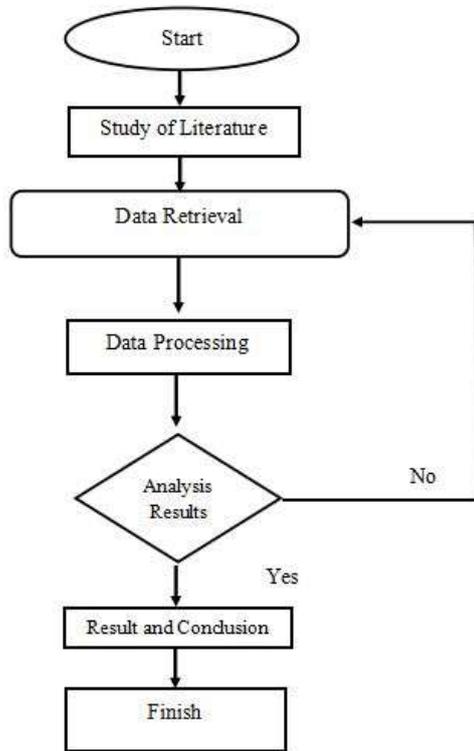
Gambar 3. Standar Lingkar Kerja Pengering Refrigeran

Catatan:

- 1-2 = proses pemanasan udara
- 2-3 = proses pengeringan
- t = udara masuk ke pengering

2. METODOLOGI

Untuk kemudahan dalam melakukan penelitian, penulis membuat diagram alir penelitian seperti yang terdapat pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian merupakan suatu proses penggambaran untuk memudahkan penyusunan tahapan-tahapan dalam suatu penelitian. Untuk memudahkan analisis kinerja mesin pendingin atau refrigerasi atau pengering udara, penulis akan mengikuti langkah-langkah pada diagram alir penelitian di atas sebagai referensi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis performa alat pengering udara FX16 4,13 KW untuk penggerak katup penggerak pneumatik. Diketahui bahwa data spesifikasi pengering udara dan katup aktuator adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Pengering Udara

Spesifikasi Pengering Udara	
Jenis	: FX 16
Berat	: 165 Kg
Comp. air effective	: 7 bar
Suhu Lingkungan	: 25 °C

Suhu Masuk Udara Terkompresi	: 35 °C
Ambient Min	: 5 °C
Ambient max	: 43 °C
Penurunan Tekanan	: 0,4 bar
Tipe Refrigeran	: R410A
Refrig. Pmax High	: 43 Bar
Tegangan / Fase	: 400 V / 3
Frekuensi	: 50 Hz
Arus	: 6, 5 A
Cos π	: 0,96
Suhu Saluran Masuk	: 35 °C
Suhu Saluran Masuk Min.	: 5 °C
Suhu Saluran Masuk Maks.	: 55 °C
Refrigeran Comp.	: 220 V / 1.9 kW
Isi Refrigeran	: 2.05 Kg
Pmax Low	: 26.7 bar
Working Pressure	: 7,5 bar

Tabel 2. Spesifikasi Katup Aktuator

Spesifikasi Aktuator Pneumatik	
Nama Produk	: <i>Wafer Style Resilient Seated butterfly Valve</i>
Lapisan Permukaan	: Lapisan Epoksi
Sumber Udara	: Udara bersih dan tidak korosif
Kelembaban	: Maks. 50% kelembaban relatif
Media	: Air, Garam, Asam, Alkali, Gas alam, Udara, Alkohol, Minyak, Makanan, Uap, Dll.
Sumber Udara	: Udara bersih dan tidak korosif
Tekanan	: Tekanan Maks.: 8 Bar : Tekanan Min.: 3 Bar : Tekanan Normal: 5.5 Bar
Penyambung	: 2" to 24"
Sudut Rotasi	: 0~90 Derajat dan pada penyesuaian area on-off kisaran ;+-4
Suhu	: -20 ~ 70 C
Aksesori Tambahan	: Solenoid Valve, Reply device, Electromagnetic Position-er, Air Treatment FRL, Handle Mechanism

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Observasi

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi aktual terhadap pengoperasian Mesin Air Dryer secara berkala selama tiga hari selama pengoperasian. Hasil observasi diperoleh sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Observasi

No	Tanggal	Waktu (WIB)	Dew Point (Ctd)	
			Input	Output
			Tdp(in)	Tdp()
1	26/06/2021	11:50	22	16,2
2		12:57	28,7	19,4
3		14:39	25,6	16
4	27/06/2021	09:37	22,4	14,3
5		13:21	28,3	14,6
6		14:57	24,8	15,8
7	28/06/2021	09:50	23,4	13,7
8		12:37	27,8	17,8
9		14:34	24,3	16,2
n=9	Jumlah		227,3	144,0

Temperature Udara (C)		Tekanan Udara (Bar)		Relative Humidit (%)RH		Arus Listrik (Amp)
Input	Output	Input	Output	Input	Output	A
Tin	Tout	Pin	Pout	Qin	Qout	A
28,1	34,3	7,4	4,89	69,53	34,01	6,21
33,4	34,9	7,54	4,94	76,61	40,44	6,28
31,2	34,2	7,43	5,26	72,43	33,9	6,25
29,4	34,1	7,46	4,95	71,14	35,03	6,31
33,1	33,4	7,52	4,87	76,34	32,17	6,35
31,4	33,9	7,44	5,7	72,18	33,6	6,33
29,7	34,9	7,41	5,12	70,39	37,12	6,22
32,8	35,4	7,53	5,22	75,49	39,31	6,21
31,8	34,4	7,48	5,31	73,71	36,14	6,28
280,9	309,5	67,2	46,3	657,8	321,7	56,44

Hitung nilai rata-rata dari setiap hasil pengamatan.

Untuk menghitung nilai rata-rata digunakan rumus persamaan berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, n \neq 0 \dots \dots \dots (1)$$

Hasil perhitungan nilai rata-rata setiap hasil observasi sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Rata-Rata

No	Deskripsi	Nilai
1	Rata-rata <i>input</i> suhu titik embun	25,26 °Ctd
2	Rata-rata <i>output</i> suhu titik embun	16 °Ctd
3	Rata-rata <i>input</i> suhu udara	31,21 °C
4	Rata-rata <i>output</i> suhu udara	34,39 °C
5	Rata-rata <i>input</i> tekanan udara	7,47 bar
6	Rata-rata <i>output</i> tekanan udara	5,14 bar
7	Rata-rata <i>input</i> kelembaban relatif	73,09 %
8	Rata-rata <i>output</i> kelembaban relatif	35,75 %
9	Rata-rata arus	6,3 A

Hitung Faktor Koreksi

Untuk menghitung nilai faktor koreksi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta N = N_{out} - N_{in} \dots \dots \dots (2)$$

Tabel 5. Nilai Faktor Koreksi

No	Deskripsi	Nilai
1	Faktor koreksi suhu titik embun	-9,26 °Ctd
2	Faktor koreksi suhu udara	3,18 °C
3	Faktor koreksi tekanan udara	-2,33 bar
4	Faktor koreksi kelembaban relatif	-37,34 %

Hitung daya motor

Untuk menghitung daya motor dapat menggunakan persamaan berikut (Askhari & Aziz, 2019):

$$P = \frac{V.I.\cos\pi.\sqrt{3}}{1000} \dots \dots \dots (3)$$

Jadi,

$$P = \frac{V \cdot I \cdot \cos \pi \cdot \sqrt{3}}{1000}$$

$$= \frac{400 \times 6,3 \times 0,96 \cdot \sqrt{3}}{1000} = 4,19 \text{ kW}$$

Pembahasan

Analisis performa mesin pengering udara bertujuan untuk mengetahui performa mesin yang digunakan untuk mensuplai udara ke katup aktuator pneumatik. Sumber utama udara berasal dari udara yang dikompresi oleh kompresor. Kompresor yang digunakan adalah kompresor GA 75+ yang memiliki *output* tekanan udara sebesar 7,5 bar. Nilai tekanan keluaran ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai *Output* Tekanan Kompresor

Output tekanan udara yang dihasilkan dari kompresor kemudian dikeringkan menggunakan pengering udara. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam aliran udara. Sehingga aliran udara dapat digunakan untuk mensuplai kebutuhan udara dari katup aktuator pneumatik sesuai dengan spesifikasi teknis.

Pada penelitian ini, pengukuran dan pengambilan data dilakukan pada saluran masuk dan keluar mesin pengering udara. Pengukuran tersebut meliputi: suhu *input* dan *output* nilai titik embun, suhu udara, tekanan udara, kelembaban relatif, dan nilai arus listrik yang mengalir. Pada prosesnya, pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur *dewpointmeter gun*. Selain untuk mengukur nilai arus listrik yang mengalir, pengukuran dilakukan dengan menggunakan tang ampere.



Gambar 6. Proses Pengukuran di Saluran Masuk Mesin Pengering Udara



Gambar 7. Proses Pengukuran di Saluran Keluar Mesin Pengering Udara

Dari hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh beberapa data sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengukuran Suhu Udara

No	Deskripsi	Nilai
1	Faktor koreksi suhu titik embun	-9,26 °Ctd
2	Faktor koreksi suhu udara	3,18 °C
3	Faktor koreksi tekanan udara	-2,33 bar
4	Faktor koreksi kelembaban relatif	-37,34 %

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai rata-rata RH aliran udara pada saluran masuk pengering udara sebesar 73,09%, sedangkan nilai rata-rata RH aliran udara setelah melalui proses pengeringan menggunakan pengering udara

sebesar 35,75%. Pada proses ini, RH aliran udara mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu sebesar 37,34%. dan juga nilai pengukuran aliran masuk pada mesin pengering udara adalah 6,3 A. Dengan demikian, besar daya yang dibutuhkan untuk mesin pengering udara adalah 4,19 kW. Kapasitas daya sesuai dengan papan nama pada pengering udara, yaitu 4,13 kW.

Evaluasi

Berdasarkan hasil pengukuran, perhitungan, dan pembahasan diatas maka perlu dilakukan evaluasi terhadap hasil tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah aliran udara yang dihasilkan melalui proses pengeringan menggunakan mesin pengering udara dapat digunakan untuk mensuplai kebutuhan udara untuk aktuator katup pneumatik atau sebaliknya. Metode evaluasi yang digunakan adalah dengan membandingkan nilai hasil aktual dengan nilai pada lembar data aktuator katup pneumatik. Perbandingan antara nilai hasil aktual dan nilai pada lembar data adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Perbandingan Nilai Suhu Udara

No	Deskripsi	Lembar Data	Nilai Aktual
1	Suhu Udara	-20 ~ 70 °C	34,39 °C
2	Tekanan Udara	Tekanan Maks.: 8 bar Tekanan Min.: 3 bar Tekanan Normal.: 5,5 bar	5,14 bar
3	Kelembaban Relatif	<50%	35,75 %

Dari hasil perbandingan di atas diketahui bahwa nilai suhu udara aktual berada pada kisaran nilai suhu yang diperbolehkan oleh lembar data yaitu $-20 < 34,39 < 70$ derajat Celcius. Untuk nilai tekanan udara, meskipun nilai sebenarnya berada di bawah nilai tekanan normal dari nilai lembar data, nilai tersebut masih di atas nilai tekanan minimum yang diizinkan, yaitu $3 < 5,14 < 5,5$ bar.

Sedangkan pada nilai kelembaban relatif, nilai sebenarnya lebih kecil dari nilai batas pada lembar data yaitu $35,75 < 50\%$.

Sehingga dari analisa performa alat pengering udara FX 16 dengan kapasitas daya 4,13 kW, diketahui bahwa aliran udara yang dihasilkan dapat digunakan sebagai penggerak katup pneumatik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan:

1. Dari perbandingan antara nilai data aktual dengan nilai pada lembar data aktuator katup pneumatik, diperoleh hasil sebagai berikut:
 - a. Nilai suhu udara aktual termasuk dalam rentang nilai yang diperbolehkan dalam lembar data, yaitu $-20 < 34,39 < 70$ derajat Celsius.
 - b. Meskipun nilai tekanan udara sebenarnya berada di bawah nilai tekanan normal dari nilai lembar data, namun nilai tersebut masih di atas nilai tekanan minimum yang diizinkan, yaitu $3 < 5,14 < 5,5$ bar.
 - c. Pada nilai kelembaban relatif, menunjukkan bahwa nilai aktual lebih kecil dari nilai batas pada lembar data yaitu $35,75 < 50\%$.
2. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa nilai daya yang dibutuhkan pada proses pengeringan udara adalah 4,19 kW. Nilai ini sesuai dengan nilai daya pada lembar data mesin pengering udara yaitu 4,13 kW.

DAFTAR PUSTAKA

- Askhari, Azis. (2019). "Analisis Pengaruh Kinerja Compressor, Condensor Dan Refrigerant Terhadap Kinerja Mesin Pendingin". Semarang.
- Nyoman, M. (2018). *Studi Pengaruh Jenis Refrigeran Terhadap Pemakaian Daya Listrik Pada Mesin Pengkondisian Udara (AC)*, Universitas Udayana Denpasar, Bali
- Saputra, E> (2020). *Analisa Beban Udara Sebagai Media Pendingin Dikondensor Pada Trainer Cold Storage*, Jurnal Teknik Mesin, Vol 9.