

ANALISA KAPASITAS DAN DAYA PADA KOMPRESOR TORAK

Muhamad Iqbal Achmad¹

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin Bau-Bau

e-mail : iqbalmesinunidyan_iptek@gmail.com¹

Ekotriadi²

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin Bau-Bau

email: Ekotriadi01@gmail.com²

Abstrak Manfaat kompresor diantaranya adalah untuk mengisi ban, membersihkan bagian-bagian mesin yang kotor. Selain itu digunakan pula untuk menunjang operasional kapal antara lain untuk udara start mesin induk, generator, membunyikan suara horn di kapal, untuk alarm kamar mesin. Pemilihan kompresor didasarkan pada besarnya kapasitas aliran udara, tekanan dan daya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas, daya serta efisiensi dari kompresor dengan satu silinder. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan daya kompresor $\frac{1}{4}$ hp, tekanan keluar 0,8 MPa, volume tangki 30 liter, diameter silinder 51 mm dan panjang langkah piston 38 mm, tekanan keluar yang diuji 30 psi.

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu terjadi peningkatan kapasitas teoritis yaitu 0,060 m³/menit, 0,094 m³/menit dan 0,143 m³/menit. Peningkatan kapasitas actual adalah 0,053 m³/menit, 0,041 m³/menit dan 0,061 m³/menit. Peningkatan daya adiabatik adalah 0,092 kW, 0,184 kW dan 0,386 kW. Sedangkan peningkatan daya politropik adalah 0,038 kW, 0,078 kW dan 0,156 kW. Daya politropik yang didasarkan pada kapasitas actual lebih kecil dibandingkan dengan daya adiabatik yang didasarkan pada kapasitas teoritis.

Kata kunci : kompresor, kapasitas, tekanan, daya

I. PENDAHULUAN

Kompresor adalah alat bantu yang berfungsi untuk mendapatkan udara kempa (bertekanan) yang di tampung dalam bejana udara selanjutnya dapat disuplai untuk kebutuhan pemakai.

Kita sering memanfaatkan udara mampat baik secara langsung maupun tidak langsung. Contohnya udara mampat yang digunakan untuk mengisi ban mobil atau sepeda motor, udara mampat untuk membersihkan bagian-bagian mesin yang kotor di bengkel-bengkel dan manfaat lain yang sering dijumpai sehari-hari.

Di dalam sebuah industry system udara bertekanan ("compressed air system") memiliki banyak manfaat sehingga banyak industry dipakai untuk memenuhi kebutuhan akan udara bertekanan. Sistem ini juga diadaptasi untuk membantu dalam system refrigerasi, biasanya tempat-tempat perbelanjaan. Selain itu system ini dipakai pula untuk memenuhi kebutuhan udara bertekanan di laboratorium.

Penentuan atau pemilihan suatu jenis kompresor adalah berdasarkan besarnya kapasitas aliran udara (m³/h) dan tekanan pemampatan (bar) yang diperlukan. Untuk kapasitas kecil, dibawah 200 m³/h, kompresor yang sesuai untuk dipergunakan adalah jenis kompresor torak. Untuk tekanan akhir kompresi diatas 11 kgf/cm² menggunakan kompresi bertingkat.

II. DASAR TEORI

A. Kompresor

Kompresor dan pompa ban kendaraan mempunyai prinsip kerja yang hampir sama, apabila torak dari pompa ditarik keatas maka tekanan di bawah silinder turun hingga dibawah tekanan atmosfer sehingga udaramasuk melalui celah katup kompresor yang dapat mengembang dan mengendur. Setelah udara masuk ke dalam silinder kemudian pompa mulai ditekan dan torak beserta katup akan turun dan menekan udara, dan menyebabkan volume menjadi kecil. Tekanan udara bertambah hingga melebihi kapasitas tekanan didalam ban, sehingga udara yang sudah dimampatkan masuk melalui katup (pentil). Setelah dipompa terus menerus tekanan udara di dalam ban menjadi naik. Proses perubahan volume udara ini disebut proses pemampatan udara. Kompresor udara dibagi menjadi dua bagian, yaitu kompresor dinamik dan Displacement Compressor.

B. Jenis kompresor

Secara umum terdapat dua jenis kompresor yaitu jenis Positive displacement compressor dan dynamic compressor.

Positive displacement compressor

Contoh kompresor jenis ini adalah kompresor piston /torak dan kompresor putar/rotasi .

Kompresor dinamik (Dynamic Compressor)

Kompresor jenis ini contohnya kompresor sentrifugal dan aksial.

C. Kompresor Piston / Torak

Kompresor piston di sebut juga dengan kompresor torak karena dilengkapi dengan torak yang bekerja bolak-balik atau gerak resiprokal. Kompresor ini terbagi lagi menjadi tiga macam :

1. kompresor piston sistem kerja tunggal
2. kompresor sistem kerja ganda ,
3. kompresor diafragma.

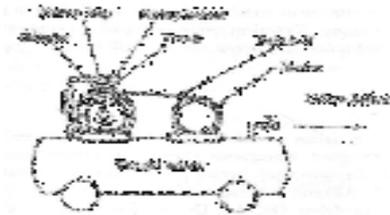
Analisa Kapasitas dan Daya Pada Kompresor Torak

Muhamad Iqbal Fehmad dan Ekotriadi

D. Komponen Kompresor Torak

Bagian-bagian Kompresor Torak adalah :

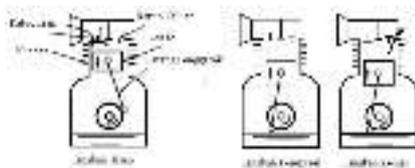
1. Saringan Udara
2. Silinder dan kepala silinder
3. Katup isap dan katup keluar
4. Torak dan cincintorak
5. Tangki udara



Gambar 1: Kompresor Torak

E. Prinsip Kerja Kompresor Torak

Prinsip kerja kompresor torak yaitu mengubah kerja dari poros torak menjadi energy tekanan pada fluida yang keluar dari kompresor. Kompresor dirancang sedemikian rupa sehingga gerakan putar dari poros motor diubah menjadi gerakan bolak-balik pada torak. Udara akan terhisap kedalam silinder oleh gerakan torak tersebut sehingga volume silinder (udara yang terdapat di dalamnya) dimampatkan sehingga tekanan udara bertambah besar.



Gambar 2 : Langkah Kerja Kompresor Torak

F. Rumus perhitungan

Kompresi gas dapat dilakukan dengan tiga proses, yaitu; isothermal, adiabatik, dan politropik. Proses ini diuraikan sebagai berikut.

Kompresi isothermal

Hubungan antara P dan v pada proses ini dapat dirumuskan:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Kompresi Adiabatik

Proses adiabatik dalam prakteknya tidak pernah terjadi secara sempurna disebabkan isolasi terhadap silinder tidak pernah dapat sempurna. Namun demikian proses

adiabatik sering dipakai dalam pengkajian teoritis proses kompresi.

$$P_1V_1^k = P_2V_2^k$$

Kompresi politropik

Kompresi sesungguhnya pada kompresor ada diantara proses isothermal dan adiabatik disebut kompresi politropik. Hubungan antara P dan v pada proses ini dapat dirumuskan:

$$P_1V_1^n = P_2V_2^n$$

n adalah indeks dan harganya terletak antara 1 (proses isothermal) dan k (proses adiabatik). Jadi : $1 < n < k$. Untuk kompresor biasa, $n = 1,25 - 1,35$.

Efisiensi Volumetrik

Kompresor torak dengan diameter silinder (D), langkah torak (S) dan putaran (N), jika poros kompresor mempunyai putaran N maka perpindahan toraknya:

$$V_s = \frac{\pi}{4} D_c^2 S N$$

Daya udara adiabatik teoritis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W_{adi} = \frac{k}{k-1} \frac{P_{atm} Q_s}{60} \left[\left(\frac{P_d}{P_{atm}} \right)^{k-1/k} - 1 \right]$$

dimana:

$$P_d = P_{d \text{ gage}} \times 10^4 + 1,033 \times 10^4 (\text{kgf/m}^2 \text{ abs})$$

= Tekanan keluar dari tingkat akhir (kgf/m² abs)

P_s = tekanan isap tingkat pertama (kgf / m² abs)

Q_s = kapasitas yang keluar dari tingkat terakhir (m³/min)

Daya politropik (aktual),

$$W_{pol} = \frac{n}{n-1} \frac{P_{atm} Q_{akt}}{60} \left[\left(\frac{P_{dis}}{P_{atm}} \right)^{(n-1)/n} - 1 \right]$$

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam waktu 5 bulan, mulai dari bulan Januari tahun 2021 sampai bulan Mei tahun 2021.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Bengkel "Bones" Jl. Hayam Wuruk Kec. Batupoaro Kota Baubau.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan

- a. Mesin kompresor torak satu silinder merek SDP ¼ hp
- b. Ban motor

2. Alat

- a. Tachometer

Analisa Kapasitas dan Daya Pada Kompresor Torak

Muhamad Iqbal Fehmad dan Ekotriadi

Alat ini berfungsi untuk mengukur putaran pada motor penggerak puli.

b. Stopwatch

Alat ini berfungsi untuk mengukur waktu yang dibutuhkan saat kompresor bekerja.

c. Mistar ukur

Alat ini berfungsi untuk mengukur diameter puli.

d. Jangka sorong

Alat ini berfungsi untuk mengukur diameter selang

C. Prosedur pengujian data

1. Pengambilan data sebelum mesin beroperasi

a. Pengukuran diameter roda puli

Diameter roda puli penggerak dan yang digerakkan dibutuhkan untuk menghitung putaran pada engkol kompresor.

Pembacaan spesifikasi data pada mesin kompresor

Data ini antara lain : daya kompresor P (hp), volume tangki V(liter), kapasitas (debit) Q_s (l/mindan tekanan keluar P_d (MPa). Data-data ini akan digunakan pada perhitungan atau untuk dibandingkan dengan data teoritis untuk mendapatkan efisiensi yang dibutuhkan,

2. Pengambilan data saat mesin beroperasi (dihidupkan)

a. Pengukuran tekanan awal P_1 (psi) melalui pembacaan alat ukur tekanan (pressure gauge) pada kompresor.

b. Pengukuran tekanan akhir P_2 (psi)

c. Pengukuran selang waktu dari P_1 ke P_2 menggunakan stopwatch setiap 30 detik

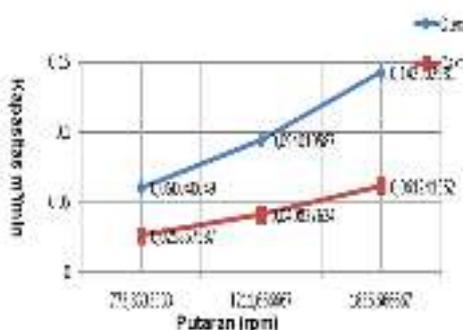
Data-data di atas dipakai untuk menghitung kapasitas aktual (free air delivery, FAD)

IV. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

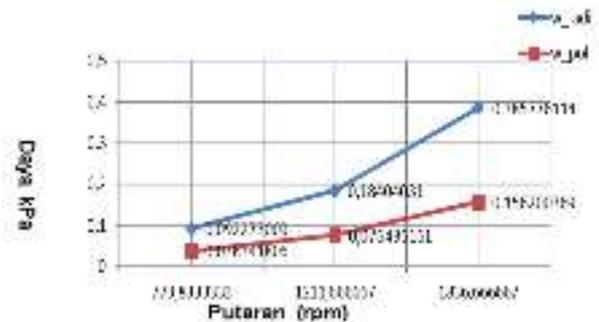
Tabel 1. Hasil perhitungan :

No.	Keterangan	Pengaturan Throttle		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Putaran kompresor (rpm)	773,833	1211,667	1836,667
2	Kapasitas Teoritis Silinder (m^3/min)	0,060	0,094	0,143
3	Daya adiabatik (kW)	0,092	0,184	0,386
4	Kenaikan tekanan (kPa)	43,667	68,948	103,421
5	Kapasitas Aktual Silinder (m^3/min)	0,026	0,041	0,061
6	Daya politropik (kW)	0,038	0,076	0,156
7	Efisiensi volumetris (%)	43,067	43,429	43,975

Grafik 1. Kapasitas vs Putaran Kompresor



Grafik 2. Daya vs Putaran Kompresor



Grafik 3. Efisiensi Volumetris vs Putaran Kompresor



B. Pembahasan

1. Kapasitas Teoritis dan Aktual

Berdasarkan tabel 5 dan grafik 1 nampak bahwa dengan bertambahnya putaran kompresor, maka baik kapasitas teoritis maupun kapasitas aktual terjadi peningkatan. Pada putaran kompresor 773,83 rpm dihasilkan kapasitas teoritis sebesar 0,060 m³/menit dan kapasitas aktual 0,0259 m³/menit. Pada putaran 1211,67 rpm dihasilkan kapasitas teoritis sebesar 0,0940 m³/menit dan kapasitas aktual 0, 0408 m³/menit. Pada putaran 1836,67 rpm dihasilkan kapasitas teoritis sebesar 0,1425 m³/menit dan kapasitas aktual 0,0612 m³/menit.

1. Daya Kompresor

Berdasarkan tabel 5 dan grafik 2 nampak bahwa dengan bertambahnya putaran kompresor, diperoleh peningkatan daya. Pada putaran 773,83 rpm dihasilkan daya adiabatik sebesar 0,0923 kw dan daya politropik 0,0383 kw. Pada putaran 1211, 67 rpm dihasilkan daya adiabatik sebesar 0,1840 kw dan daya politropik 0,0764 kw. Pada putaran 1836,67 rpm dihasilkan daya adiabatik sebesar 0,3858 kw dan daya politropik 0,1562 kw.

2. Efisiensi

Berdasarkan tabel 5 dan grafik 3, pada putaran 773,83 rpm dihasilkan efisiensi volumetrik sebesar 43,067 %. Pada putaran 1211.67 rpm dihasilkan efisiensi volumetrik sebesar 43, 975 % dan pada putaran 1836,67 rpm dihasilkan efisiensi volumetrik sebesar 43,975 %.

Analisa Kapasitas dan Daya Pada Kompresor Torak

Muhamad Iqbal Fehmad dan Ekotriadi

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Variasi putaran kompresor berpengaruh terhadap kapasitas yang dihasilkan kompresor yaitu pada putaran kompresor 773,83 rpm diperoleh kapasitas udara teoritis sebesar 0,060 m³/menit dan kapasitas udara aktual 0,0259 m³/menit. Pada putaran 1211,67 rpm diperoleh kapasitas udara teoritis sebesar 0,0940 m³/menit dan kapasitas udara aktual 0,0408 m³/menit. Pada putaran 1836,67 rpm diperoleh kapasitas udara teoritis sebesar 0,1425 m³/menit dan kapasitas udara aktual 0,0612 m³/menit.
2. Variasi putaran kompresor berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan kompresor yaitu Pada putaran 773,83 rpm diperoleh daya adiabatik sebesar 0,0923 kw dan daya politropik 0,0383 kw. Pada putaran 1211,67 rpm diperoleh daya adiabatik sebesar 0,1840 kw dan daya politropik 0,0764 kw. Pada putaran 1836,67 rpm diperoleh daya adiabatik sebesar 0,3858 kw dan daya politropik 0,1562 kw.
3. Variasi putaran kompresor berpengaruh terhadap efisiensi volumetrik kompresor yaitu pada putaran 773,83 rpm diperoleh efisiensi volumetrik sebesar 43,067 %. Pada putaran 1211,67 rpm diperoleh efisiensi volumetrik sebesar 43,975 % dan pada putaran 1836,67 rpm diperoleh efisiensi volumetrik sebesar 43,975 %.

B. Saran

1. Penelitian dapat dikembangkan untuk merek kompresor yang berbeda dengan spesifikasi yang berbeda pula.
2. Dapat pula dihitung lamanya proses kompresi atau waktu yang dibutuhkan untuk mengisi tangki kompresor atau pada saat digunakan untuk memompakan.
3. Untuk penelitian berikutnya agar memperhatikan kekencangan atau kondisi sabuk dalam proses pengambilan data.
4. Pada penelitian ini, kompresor diaplikasikan pada motor, untuk penelitian berikutnya disarankan dapat mengaplikasikannya pada mobil.
5. Terdapat pula daya isothermis yang dapat dihitung untuk melengkapi perhitungan. Daya isothermis adalah besarnya daya yang dihitung pada kondisi yang dianggap tidak ada panas yang keluar (terisolasi).

DAFTAR PUSTAKA

1. Amrullah, Aminuddin, (2018), "Rancang Bangun Alat Uji Kompresor Torak sebagai Media Pembelajaran" Politeknik Bosowa.
2. Brown, Royce N. (2005). *Compressors Selection and Sizing*. Elsevier Science & Technology Books.
3. Pratama Gelora Aksara, Mursyid Ahmad. (2012), analisis unjuk kerja kompresor sentrifugal pada turbin gas mikro proto X-2. FT-UI.
4. Hamri, Mashur Pasarai, Abidin Nur Lahu, (2017), "Analisis Tekanan Udara Pada Kompresor Sentrifugal Tingkat 2", Universitas Muslim Indonesia.
5. Hanlon, Paul C. (2001). *Compressors Handbook*. New York : R. R. Donnelley & Sons Company.
6. Susilowati, Sri Endah. (2015), "Penurunan Kinerja Kompresor Untuk Starting Engine di KM. Gunung Dempo".
7. Sularso, Takahara, Haruo. (2006), "Pompa dan Kompresor - Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan", cetakan kesembilan, Jakarta: PT. Pradaya Paramitha.
8. CAGI, (2016), "Air Compressor Selection & Application", dari <https://www.cagi.org/pdfs/CAGIAirCompressorHP>