

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Kompresor

Kompresor adalah alat pemampat atau pengkompresi udara dengan kata lain kompresor adalah penghasil udara mampat. Karena proses pemampatan, udara mempunyai tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara lingkungan. Dalam keseharian, kita sering memanfaatkan udara mampat baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebagai contoh, 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.

2.2 Klasifikasi Kompresor

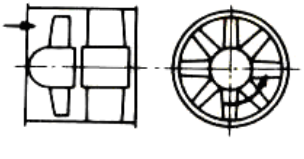
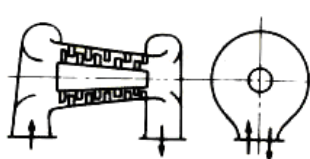
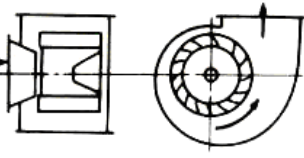

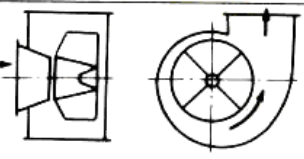
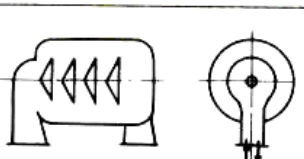
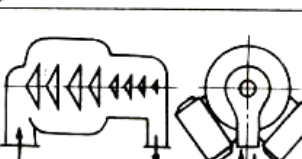
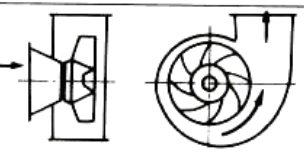
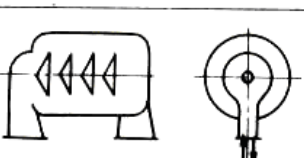
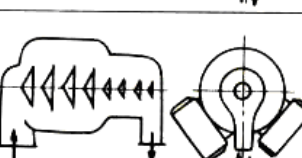
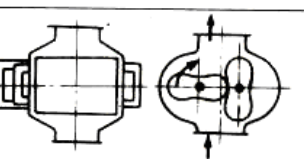
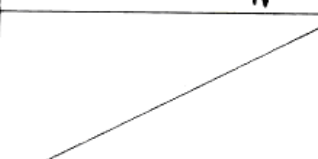
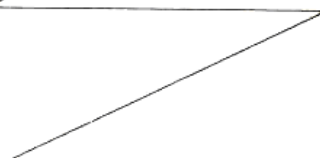
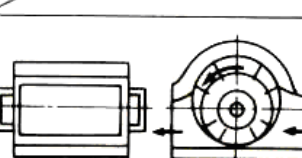
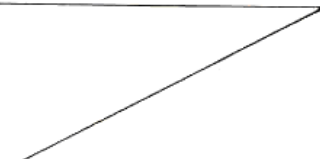
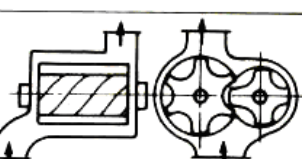
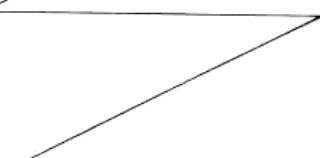
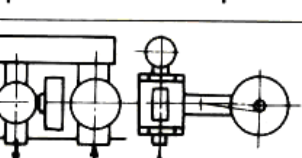
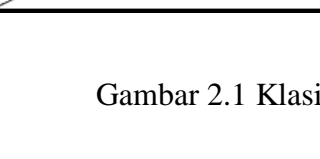
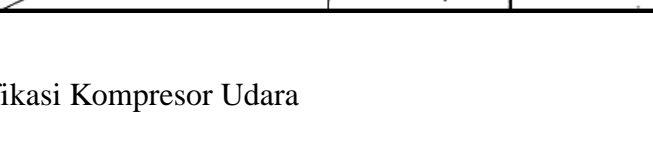
Prinsip kerja kompresor dan pompa adalah sama, kedua mesin tersebut menggunakan energi luar kemudian diubah menjadi energi tekanan. Pada pompa, di nosel keluaranya energi kecepatan diubah menjadi energi tekanan, begitu juga kompresor pada katup keluar udara mampat mempunyai energi tekanan yang besar. Hukum-hukum yang berlaku pada pompa dapat diaplikasikan pada kompresor.

Ditinjau dari cara pemampatan (kompresi) udara, kompresor dibagi menjadi 2 jenis, yaitu jenis perpindahan dan jenis turbo. Jenis perpindahan

adalah kompresor yang menaikkan tekanan dengan memperkecil atau memampatkan volume gas yang dihisap ke dalam silinder atau stator oleh torak, sedangkan jenis turbo menaikkan tekanan dan kecepatan gas dengan gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh impeller atau dengan gaya angkat (*lift*) yang ditimbulkan oleh sudu.

Klasifikasi Kompresor secara umum:

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah tingkat kompresi, yaitu terdiri atas : kompresor satu tingkat, dua tingkat dan banyak tingkat.
2. Klasifikasi berdasarkan langkah kerja, yaitu terdiri atas : kompresor kerja tunggal / *single acting* dan kerja ganda.
3. Klasifikasi berdasarkan susunan silinder “khusus kompresor torak”, yaitu terdiri atas : mendatar, tegak, bentuk L, bentuk V, bentuk W, bentuk bintang dan lawanimbang / *balance opposed*.
4. Klasifikasi berdasarkan cara pendinginan, yaitu terdiri atas : kompresor pendingin air dan pendingin udara .
5. Klasifikasi berdasarkan penempatannya, yaitu terdiri atas : kompresor permanen / stasioner dan kompresor yang dapat dipindah.

Nama		Fan dan blower		Kompresor	
		Fan (kipas)	Blower (peniup)		
Jenis	Tekanan	Kurang dari 1000 mm Air (9800 Pa)	1 - 10 m Air (9800 Pa - 98 Pa)	Lebih dari 1 kg/cm ² (98 kPa)	
	Jenis turbo	Jenis aksial	Aksial		
Jenis sentrifugal		Sudu banyak			
		Radial			
		Turbo			
Jenis perpindahan (displacement)	Jenis putar (rotary)	Roots			
		Sudu luncur			
		Sekrup			
		Bolak-balik			
		Bolak-balik			

Gambar 2.1 Klasifikasi Kompresor Udara

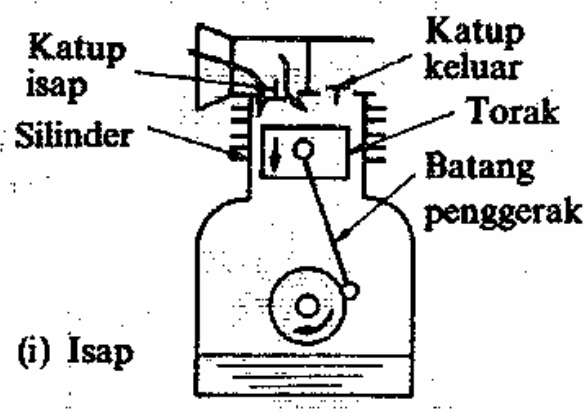
2.3 Cara Kerja Kompresor

Seperti diperlihatkan pada gambar 2.2 , kompresor torak atau kompresor bolak-balik pada dasarnya dibuat sedemikian rupa hingga gerakan putar dari penggerak mula menjadi gerak bolak-balik. Gerakan ini diperoleh dengan menggunakan poros engkol dan batang penggerak yang menghasilkan gerak bolak-balik pada torak. Langkah kerja kompresor bolak-balik yaitu :

1. Isap

Bila poros engkol berputar dalam arah panah, torak bergerak ke bawah oleh tarikan engkol. Maka terjadilah tekanan negatip (di bawah tekanan atmosfer) di dalam silinder, dan katup isap terbuka oleh perbedaan tekanan, sehingga udara terisap.

- a. Piston bergerak dari TMA ke TMB.
- b. *Intake valve* membuka dan *exhaust valve* menutup.
- c. Udara luar terisap (karena di dalam ruang bakar kevakumannya lebih tinggi), seperti gambar 2.2. Yang menjelaskan tentang langkah isap pada kompresor torak satu tingkat.

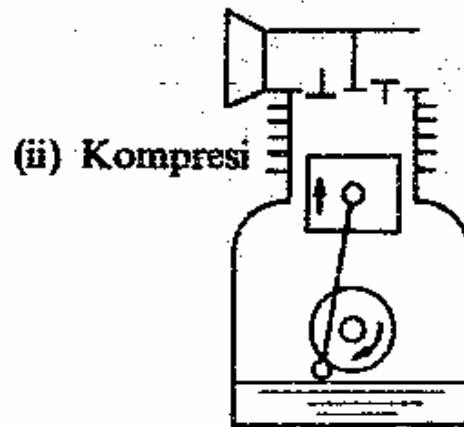


Gambar 2.2 Langkah Isap

2. Kompresi

Bila torak bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas, katup isap tertutup dan udara di dalam silinder dimampatkan.

- a. Piston bergerak dari TMB ke TMA.
- b. Kedua katup menutup.
- c. Udara dikompresikan dan menyebabkan suhu dan tekanan naik (akibat dari ruangan dipersempit), gambar 2.3 menjelaskan tentang langkah kompresi pada torak satu tingkat.



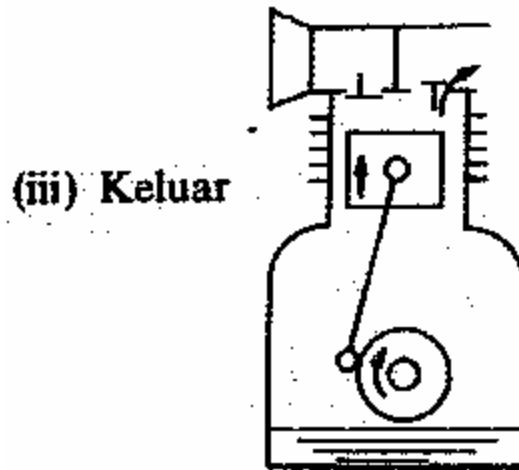
Gambar 2.3 Langkah Kompresi

3. Keluar atau Buang

Bila torak bergerak keatas, tekanan di dalam silinder akan naik. Maka katup keluar akan terbuka oleh tekanan udara/gas, dan udara/gas akan keluar.

- a. Piston bergerak dari TMB ke TMA
- b. *Exhaust valve* membuka

- c. Udara di dalam ruang kompresor keluar melalui *exhaust valve* seperti gambar 2.4.



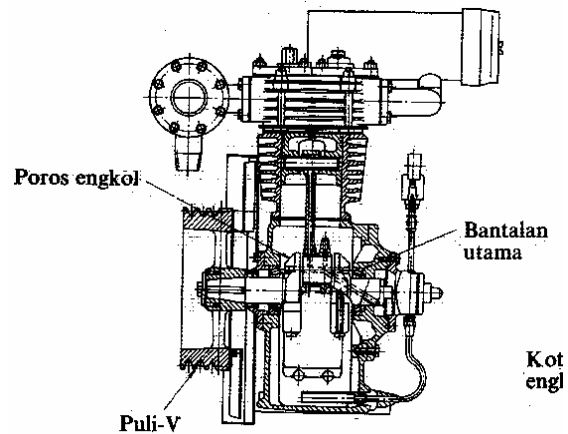
Gambar 2.4 Langkah Keluar

2.4 Kontruksi Kompresor Torak

2.4.1 Silinder dan Kepala Silinder

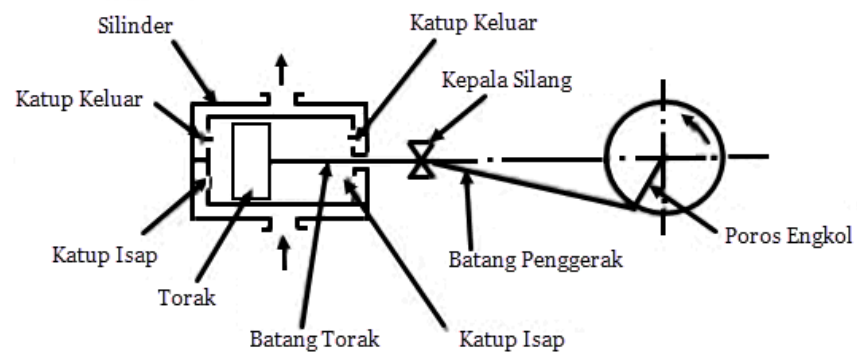
Gambar 2.5 memberikan potongan kompresor torak kerja tunggal dengan pendingin udara. Silinder mempunyai bentuk silinder dan merupakan bejana kedap udara dimana torak bergerak bolak-balik untuk menghisap dan memampatkan udara. Silinder harus cukup kuat untuk menahan tekanan yang ada. Untuk tekanan yang kurang dari 50 kgf/cm² (4,9 Mpa) umumnya dipakai besi cor sebagai bahan silinder. Permukaan dalam silinder harus disuperfinis sebab cincin torak akan meluncur pada permukaan ini. Untuk memancarkan panas yang timbul dari proses kompresi, dinding luar kompresor diberi sirip-sirip, gunanya adalah untuk

memperluas permukaan yang memancarkan panas pada kompresor dengan pendinginan udara.



Gambar 2.5 Silinder dan Kepala Silinder

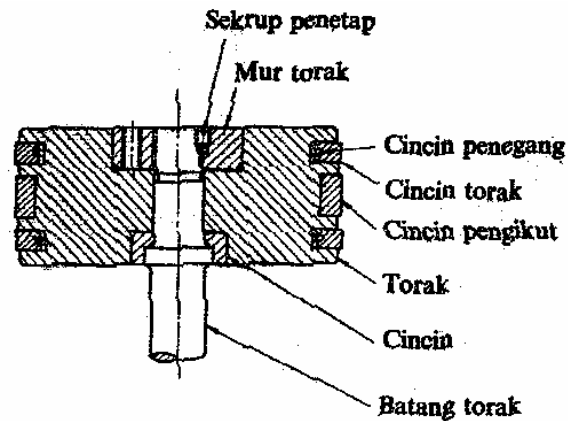
Tutup silinder terbagi atas 2 ruangan, sebagai sisi isap dan sebagai sisi keluar. Pada kompresor kerja ganda terdapat tutup atas silinder dan tutup bawah silinder, seperti pada gambar 2.6, tutup silinder harus kuat, maka terbuat dari besi cor dan dinding luarnya diberi sirip-sirip pemancar panas/selubung air pendingin.



Gambar 2.6 Kompresor Kerja Ganda

2.4.2 Torak dan Cincin Torak

Torak harus cukup tebal untuk menahan tekanan dan terbuat dari bahan yang cukup kuat. Untuk mengurangi gaya inersia dan getaran yang mungkin ditimbulkan oleh getaran bolak-balik, harus dirancang seringan mungkin.



Gambar 2.7 Torak dari Kompresor

Seperti pada gambar 2.7, cincin torak dipasang pada alur-alur dikelilingi torak dan berfungsi mencegah kebocoran antara permukaan torak dan silinder. Jumlah cincin torak bervariasi tergantung pada perbedaan tekanan antara sisi atas dan sisi bawah torak. Tetapi biasanya pemakaian 2 sampai 4 buah cincin dapat dipandang cukup untuk kompresor dengan tekanan kurang dari 10 kgf/cm^2 . Dalam hal kompresor kerja tunggal dengan silinder tegak, juga diperlukan cincin penyapu minyak yang dipasang pada alur paling bawah dari alur cincin yang lain. Cincin ini tidak dimaksud untuk mencegah kebocoran udara tetapi hanya untuk membersihkan minyak yang terpercik pada dinding dalam silinder.

2.4.3 Alat Pengatur Kapasitas

Kompresor harus dilengkapi dengan alat yang dapat mengatur laju volume udara yang diisap sesuai dengan laju aliran keluar yang dibutuhkan yang disebut pembebas beban (*unloader*).

Untuk mengurangi beban pada waktu kompresor *distart* agar penggerak mulai dapat berjalan lancar, maka pembebas beban dapat dioperasikan secara otomatis atau manual. Pembebas beban jenis ini disebut pembebas beban awal. Adapun ciri-ciri, cara kerja dan pemakaian berbagai jenis pembebas beban adalah sebagai berikut:

1. Pembebas beban katup isap

Jenis ini sering dipakai pada kompresor berukuran kecil/sedang. Jika kompresor bekerja maka udara akan mengisi tangki udara sehingga tekanannya akan naik sedikit demi sedikit. Tekanan ini disalurkan ke bagian bawah katup pilot dari pembebasan beban. Namun jika tekanan di dalam tangki udara naik maka katup isap akan didorong sampai terbuka. Jika tekanan turun melebihi batas, maka gaya pegas dari katup pilot akan mengalahkan gaya dari tekanan tangki udara. Maka katup pilot akan jatuh, lalu udara tertutup dan tekanan dalam pipa pembebas beban akan sama dengan tekanan atmosfer.

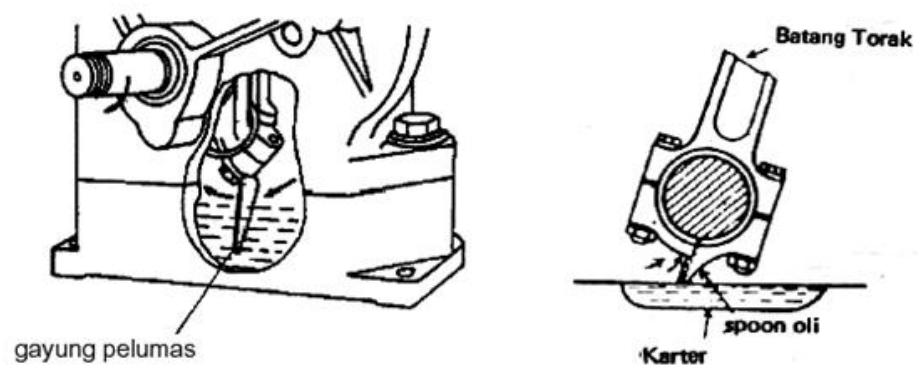
2. Pembebas beban dengan pemutus otomatis

Jenis ini dapat dipakai pada jenis kompresor yang relative kecil, kurang dari 7,5 KW. Disini dipakai tombol tekanan (*pressure switch*) yang dipasang ditangki udara. Motor penggerak akan dihentikan oleh tombol ini secara otomatis bila tekanan udara dalam tangki udara

melebihi batas tertentu. Pembebas beban jenis ini banyak dipakai pada kompresor kecil sebab katup isap pembebas beban yang ukuran kecil agak sukar dibuat.

2.4.4 Pelumasan

Bagian-bagian kompresor yang memerlukan pelumasan adalah bagian yang saling meluncur seperti silinder, torak, kepala silang, metal-metal bantalan batang penggerak.



Gambar 2.8 Pelumasan Percik

Tujuannya dari gambar 2.8 adalah untuk mencegah keausan, merapatkan cincin torak dan *packing*, mendinginkan bagian-bagian yang saling bergesekan dan mencegah pengkaratan. Untuk kompresor kerja tunggal yang berukuran kecil, pelumasan dalam maupun pelumasan luar dilakukan secara bersamaan dengan cara pelumasan percik atau dengan pompa pelumas jenis roda gigi. Pelumasan percik menggunakan tuas percikan minyak yang dipasang pada ujung besar batang penggerak. Metode pelumasan paksa menggunakan pompa roda gigi yang dipasang pada ujung poros engkol. Kompresor berukuran sedang dan besar

menggunakan pelumas dalam yang dilakukan dengan pompa minyak jenis *plunyer* secara terpisah

2.4.5 Peralatan Pembantu

2.4.5.1 Saringan Udara

Tidak selamanya udara yang dihisap kompresor itu bersih, terkadang udara yang dihisap mengandung banyak debu, sehingga akan mengakibatkan silinder dan cincin torak yang akan cepat aus. Maka dari itu dibutuhkan sebuah saringan udara yang berfungsi mencegah masuknya debu atau kotoran lainnya ke dalam kompresor.

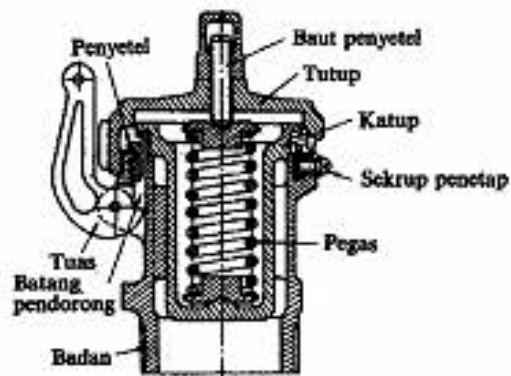


Gambar 2.9 Saringan Udara

Saringan yang banyak dipakai biasanya terdiri dari tabung-tabung penyaring yang berdiameter 10 mm dan panjang 10 mm. Dengan demikian jika ada debu yang terbawa akan melekat pada saringan sehingga udara yang masuk kompresor menjadi bersih, seperti pada gambar saringan udara yang menjelaskan tentang *air filter*.

2.4.5.2 Katup Pengaman dan *Receiver Dryer*

Katup pengaman harus dipasang pada pipa keluar dari setiap tingkat kompresor. Katup ini harus membuka dan membuang udara keluar jika tekanan melebihi 1.2 kali tekanan normal maksimum kompresor, seperti gambar dibawah ini yang menjelaskan tentang penampang katup pengaman. *Receiver dryer* pada umumnya berfungsi sebagai pengering udara yang masuk menuju tangki, akan tetapi pada *test bed* ini *receiver dryer* digunakan untuk mengurangi getaran yang terjadi pada kompresor, agar saat pembacaan di manometer lebih valid.



Gambar 2.10 Katup Pengaman dan *Receiver dryer*

2.4.5.3 Tangki Udara

Alat ini dipakai untuk menyimpan udara tekan agar apabila ada kebutuhan udara tekan yang berubah-ubah jumlahnya dapat dilayani dengan baik dan juga udara yang disimpan dalam tangki udara akan mengalami pendinginan secara pelan-pelan dan uap air yang mengembun dapat terkumpul di dasar tangki.



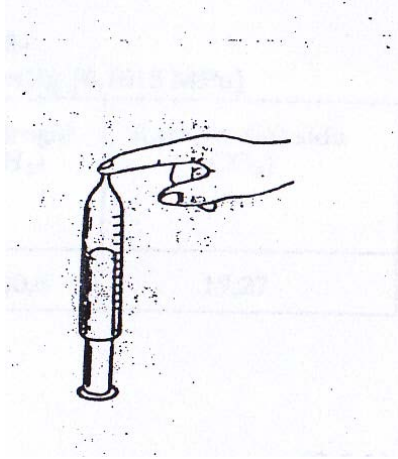
Gambar 2.11 Tangki Kompresor

2.5 Teori Kompresi

2.5.1. Hubungan antara Tekanan dan Volume

Bisa diaplikasikan pada sebuah alat penyuntik tanpa jarum dan berisi udara atau gas Gambar 2.12 ditutup ujungnya dengan jari telunjuk dan tangkainya didorong dengan ibu jari, maka pada jari telunjuk akan terasa adanya tekanan yang bertambah besar. Hal yang sama juga dapat dilakukan pada pompa sepeda. Bertambahnya tekanan tersebut adalah merupakan akibat dari mengecilnya volume udara di dalam silinder karena

dimampatkan oleh torak. Jika volume semakin dikecilkan, tekanan akan semakin besar.



Gambar 2.12 Kompresi

Hubungan antara tekanan dan volume gas dalam proses kompresi tersebut dapat diuraikan sebagai berikut. Jika selama kompresi, temperatur gas dijaga tetap (tidak bertambah panas) maka pengecilan volume menjadi $\frac{1}{2}$ kali akan menaikkan tekanan menjadi dua kali lipat. Jadi secara umum dapat dikatakan sebagai berikut “jika gas dikompresikan (atau diekspansikan) pada temperature tetap, maka tekanannya akan berbanding terbalik dengan volumenya”. Pernyataan ini disebut Hukum Boyle dan dapat dirumuskan pula sebagai berikut : jika suatu gas mempunyai volume V_1 dan tekanan P_1 dan dimampatkan (atau diekspansikan) pada temperatur tetap hingga volumenya menjadi V_2 , maka tekanannya akan menjadi P_2 dimana :

$$P_1V_1=P_2V_2 = \text{tetap} \dots\dots\dots^1$$

¹Sularso, Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, PT. Pradya Paramita, Jakarta, Cetakan ke 9, 2006, hal. 181

2.5.2. Hubungan antara Temperatur dan Volume

Seperti halnya pada zat cair, gas akan mengembang jika dipanaskan pada tekanan tetap. Dibandingkan dengan zat padat dan zat cair, gas memiliki koefisien muai jauh lebih besar. Dari pengukuran koefisien muai berbagai gas diperoleh kesimpulan sebagai berikut : “semua macam gas apabila dinaikkan temperaturnya sebesar 1°C pada tekanan tetap, akan mengalami pertambahan volume sebesar 1/273 dari volumenya pada 0°C. Sebaliknya apabila diturunkan temperaturnya sebesar 1°C akan mengalami jumlah sama.

2.5.3. Persamaan Keadaan

Hukum Boyle dan hukum Charles dapat digabungkan menjadi hukum Boyle-Charles yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$PV = GRT \quad \dots\dots\dots^2$$

Dimana P : Tekanan Mutlak (kgf/m^2) atau Pa

V : Volume (m^3)

G : Berat Gas (Kg)

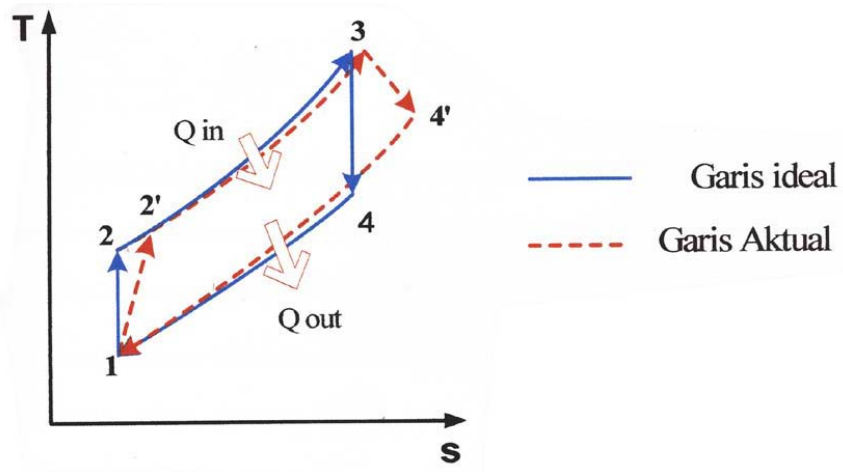
T : Temperatur mutlak ($^{\circ}\text{K}$)

R : Konstanta Gas ($287 \text{ J/ Kg } ^{\circ}\text{K}$) untuk udara

²Ibid, hal. 183

2.6. Kompresi Gas

2.6.1. Cara Kompresi



Gambar 2.13. Diagram T-S (aktual)

Analisa termodinamika pada kompresor dimaksudkan untuk menentukan kondisi udara masuk dan keluar kompresor. Pengambilan asumsi untuk perhitungan termodinamika kompresor adalah didasarkan pada efisiensi politropis, yaitu efisiensi isentropis dari sebuah tingkat kompresor yang dibuat konstan untuk setiap tingkat berikutnya. (Gambar 2.13. Diagram T-S aktual Siklus).

1. Kompresi Isotermal

Bila suatu gas dikompresikan, maka ada energi mekanik yang diberikan dari luar pada gas. Energi ini diubah menjadi energi panas sehingga temperatur gas akan naik, jika tekanan semakin tinggi. Namun jika proses kompresi ini dengan pendinginan untuk mengeluarkan panas yang terjadi, temperatur dapat dijaga tetap. Kompresor secara ini disebut isotermal (temperatur tetap).

Hubungan antara P dan V untuk T tetap dapat diperoleh dari persamaan :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{tetap} \quad \dots\dots\dots^3$$

2. Kompresi Adiabatik

Kompresi yang berlangsung tanpa ada panas yang keluar/masuk dari gas. Dalam praktek proses adiabatik tidak pernah terjadi secara sempurna karena isolasi di dalam silinder tidak pernah dapat sempurna pula, (dimana $k = 1,4$ untuk udara).

$$P \cdot v^k = \text{tetap} \quad \dots\dots\dots^4$$

3. Kompresi Politropik

Kompresi pada kompresor yang sesungguhnya bukan merupakan proses isothermal, namun juga bukan proses adiabatik, namun proses yang sesungguhnya ada diantara keduanya dan disebut kompresi politropik. Hubungan antara P dan V pada politropik ini dapat dirumuskan sebagai :

$$P \cdot v^n = \text{tetap} \quad \dots\dots\dots^5$$

Untuk n disebut indek politropik dan harganya terletak antara 1 (proses isothermal) dan k (proses adiabatik), jadi $1 < n < k$. Untuk kompresor biasanya $n = 1,25-1,4$ yaitu kompresor yang terjadi karena adanya panas yang dipancarkan keluar.

³Ibid, hal. 183

⁴Ibid, hal. 184

⁵Ibid, hal. 184

2.6.2. Perubahan Temperatur

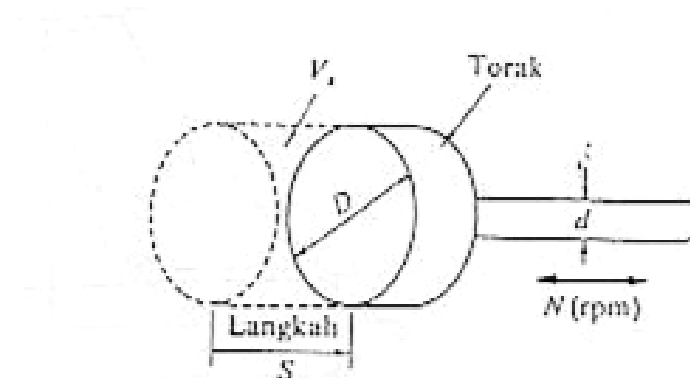
Pada waktu kompresi, temperatur gas dapat berubah tergantung pada jenis proses yang dialami. Untuk masing-masing proses, hubungan antara temperatur dan tekanan hanya terjadi perubahan pada proses *adiabatik*. Dalam kompresi *adiabatik* tidak ada panas yang dibuang keluar sendiri (atau dimasukkan) sehingga seluruh kerja mekanis yang diberikan dalam proses ini akan dipakai untuk menaikkan temperatur gas. Temperatur yang dicapai oleh gas yang keluar dari kompresor dalam proses *adiabatik* dapat diperoleh secara teoritis dengan rumus sebagai berikut :

$$T_d = T_s \left(\frac{P_d}{P_s} \right)^{(k-1) / m k} \dots\dots\dots 6$$

- Dimana
- T_d : Temperatur mutlak gas keluar kompresor ($^{\circ}K$)
 - T_s : Temperatur isap mutlak gas masuk kompresor ($^{\circ}K$)
 - m : Jumlah tingkat kompresi ; $m = 1, 2, 3, \dots$ dst
 - $\frac{P_d}{P_s}$: Perbandingan tekanan = $\frac{\text{Tekanan Keluar mutlak}}{\text{Tekanan Hisap mutlak}}$
 - k : Perbandingan panas jenis gas = 1,4 untuk udara.

⁶Ibid, hal. 185

2.7. Efisiensi Volumetrik



Gambar 2.14. Langkah Torak Kerja Tunggal

Pada gambar 2.14. sebuah kompresor dengan silinder D (m), langkah tolak S (m), dan putaran N (rpm) dengan ukuran seperti ini kompresor akan memampatkan volume gas sebesar $V_s = (\pi/4) D^2 \times S$ (m^3). Untuk setiap langkah kompresor yang dikerjakan dalam setiap putaran poros engkol. Jumlah volume gas yang dimampatkan per menit disebut perpindahan torak. Jadi jika poros kompresor mempunyai putaran N (rpm) maka Perpindahan torak :

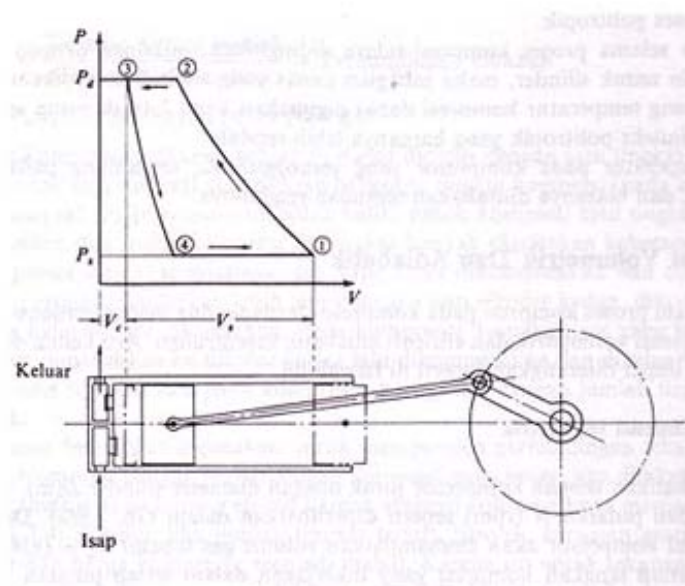
$$Q_{th} = V_s \times N = (\pi/4) D^2 \times S \times N \text{ (m}^3\text{/min)} \dots\dots\dots^7$$

Seperti pada gambar 2.14. torak memuai langkah kompresinya pada titik (1 dalam diagram P-V). Torak bergerak ke kiri dan gas dimampatkan hingga tekanan naik ke titik (2). Pada titik ini tekanan di

⁷Ibid, hal. 187

dalam silinder mencapai harga tekanan P_d yang lebih tinggi dari pada tekanan di dalam pipa (atau tangki tekan), sehingga katup keluar pada kepala silinder akan terbuka. Jika torak terus bergerak ke kiri maka gas akan didorong keluar silinder pada tekanan tetap sebesar P_d di titik (3) torak mencapai titik mati atas, yaitu titik mati akhir gerakan torak pada langkah kompresi dan pengeluaran, seperti gambar di bawah ini .

Pada waktu torak mencapai titik mati atas, ada volume sisa sebesar V_c yaitu *clearance* diatas torak agar torak tidak membentur kepala silinder, sehingga pada akhir langkah kompresi masih ada sisa gas yang tidak terdorong keluar sebesar V_c dan tekanan sebesar P_d . Saat memulai langkah hisap (ke kanan) katup isap tidak dapat terbuka langsung sampai sisa gas tereksansi sampai tekanannya turun dari P_d turun ke P_s . Dan gas baru mulai masuk saat torak mencapai titik (4) ketika tekanan sudah mencapai P_s pengisian berlangsung sampai ke titik mati bawah torak (1).



Gambar 2.15. Diagram P-V dari Kompresor

Berdasarkan siklus kerja kompresor pada gambar 2.15 dimana gas yang diisap tidak sebesar volume langkah torak sebesar V_s dapat dihitung efisiensi volumetris (η_v) dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta_v = \frac{Q_s}{Q_{th}} \dots\dots\dots^8$$

Q_s : Volume gas yang dihasilkan pada kondisi tekanan dan temperatur isap (m^3/min)

Q_{th} : Perpindahan torak (m^3/min).

Besar efisiensi volumetris juga dapat dihitung secara teoritis berdasarkan volume gas yang dapat diisap secara efektif oleh kompresor dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta_v \approx 1 - V_c \left\{ \left(\frac{P_d}{P_s} \right)^{1/n} - 1 \right\} \dots\dots\dots^9$$

dimana $V_c = V_c / V_s$, volume sisa (*clearance*) relatif

n = koefisien ekspansi gas yang tertinggal di dalam volume sisa untuk udara $n = 1,2$

Tanda \approx berarti “kira-kira sama dengan“, karena rumus 10 diperoleh dari perhitungan teoritis. Adapun harga η_v yang sesungguhnya adalah sedikit lebih kecil dari harga yang diperoleh dari rumus diatas karena adanya kebocoran melalui cincin torak dan katup-katup serta tahanan pada katup–katup.

⁸Ibid, hal. 189

2.8. Efisiensi Adiabatik

Efisiensi kompresor ditentukan oleh berbagai faktor seperti tahanan aerodinamik di dalam katup-katup, saluran-saluran, pipa-pipa, kerugian mekanis, efektivitas pendinginan serta faktor lainnya. Faktor-faktor ini digabungkan dalam efisiensi adiabatik keseluruhan.

Efisiensi adiabatik keseluruhan didefinisikan sebagai daya yang diperlukan untuk memampatkan gas dengan siklus adiabatik (perhitungan teoritis), dibagi dengan daya sesungguhnya yang diperlukan kompresor pada porosnya. Rumus dari efisiensi adiabatik adalah sebagai berikut :

$$\eta_{ad} = \frac{W_{ad}}{W_s} \dots\dots\dots^{10}$$

Dimana η_{ad} : Efisiensi adiabatik keseluruhan (%)

W_{ad} : Daya adiabatik teoritis (kW)

W_s : Daya yang masuk pada poros kompresor (kW)

Besarnya daya adiabatik teoritis dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{ad} = \frac{mk}{k-1} \frac{P_s}{6120} Q_s \left\{ \left(\frac{P_d}{P_s} \right)^{k-1} / mk - 1 \right\} \quad (\text{kW}) \dots\dots\dots^{11}$$

Dimana P_s : Tekanan isap tingkat pertama (kgf / m² abs)

P_d : Tekanan keluar dari tingkat terakhir (kgf / m² abs)

Q_s : Jumlah volume gas yang keluar dari tingkat terakhir
(m³/min)

¹⁰Ibid, hal. 190

Jika dipakai tekanan dalam satuan Pa maka dipakai rumus :

$$W_{ad} = \frac{mk}{k-1} \frac{Ps \cdot Qs}{6000} \left[\left(\frac{Pd}{Ps} \right)^{\frac{k}{k-1}} \right] \text{ (kW) } \dots\dots\dots^{12}$$

Untuk efisiensi volumetrik dan efisiensi adiabatik keseluruhan sebenarnya tidak tetap, harganya berubah-ubah menurut konstruksi dan tekanan keluar kompresor. Karena itu perhitungan daya tidak dapat dilakukan semudah cara diatas. Namun untuk perhitungan efisiensi adiabatik dapat diambil kira-kira 80% - 85% untuk kompresor besar, 75% - 80% untuk kompresor sedang dan 65% - 70% untuk kompresor kecil.

Dengan diketahuinya daya yang diperlukan untuk menggerakkan kompresor (W_{comp}), kita dapat menghitung daya motor yang diperlukan untuk menggerakkan kompresor.

2.9. Volume Tangki Penerima

Kapasitas kompresor adalah debit penuh aliran gas yang ditekan dan dialirkan pada kondisi suhu total, tekanan total, dan diatur pada saluran masuk kompresor. Debit aliran yang sebenarnya, bukan merupakan nilai volume aliran yang tercantum pada data alat, yang disebut juga pengiriman udara bebas/*free air delivery* (FAD) yaitu udara pada kondisi atmosfer di lokasi tertentu. FAD tidak sama untuk setiap lokasi sebab ketinggian, barometer dan suhu dapat berbeda untuk lokasi dan

¹²Ibid, hal. 190

waktu yang berbeda. Kapasitas kompresor biasanya dinyatakan dengan volume gas yang diisap per satuan waktu (m^3/jam).

Perhitungan Volume Penerima Tangki

$$Q_s = \frac{P_d - P_s}{P_o} \cdot \frac{V}{t}$$

Dimana

Q_s = Volume penerimaan tangki (m^3/menit)

P_o = Tekanan Atmosfer (bar)

t = Lamanya pengisian kompresor (menit)

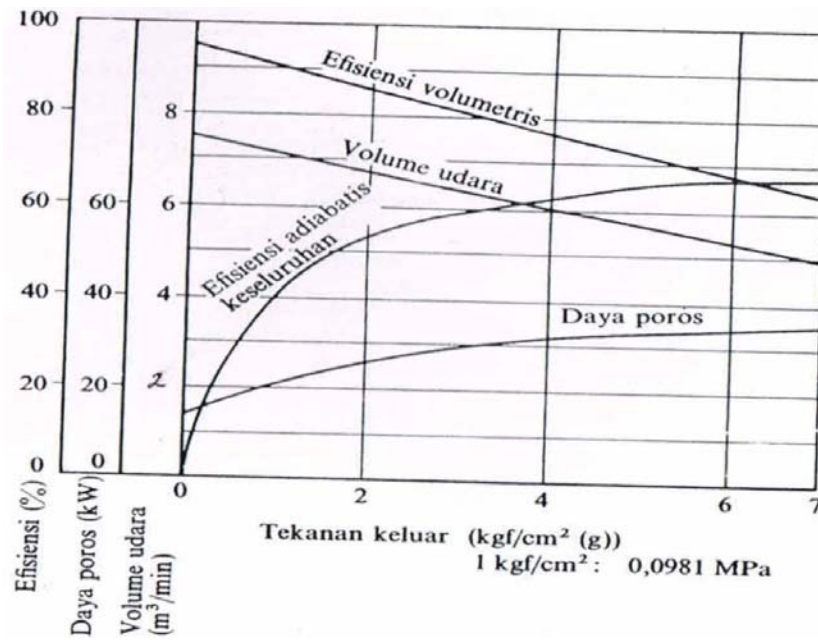
V = Volume tangki

Persamaan diatas relevan untuk suhu udara tekan sama dengan suhu udara *ambien*, yaitu kompresor isothermal sempurna. Jika suhu udara tekan aktual pada pengeluaran, t_2 °C lebih tinggi dari suhu *ambien* t_1 °C, FAD dikoreksi oleh faktor $(237 + t_1) / (273 + t_2)$.

2.10. Performansi Kompresor

Apabila kapasitas dan tekanan udara atau gas yang diperlukan sudah ditetapkan, maka kompresor yang sesuai harus dipilih. Apabila terdapat beberapa kompresor yang dapat memenuhi persyaratan yang ditetapkan, maka untuk menentukan mana yang akan dipilih perlu dilakukan pertimbangan ekonomis. Performansi kompresor dapat digambarkan dalam bentuk kurva

kapasitas (volume), daya poros, efisiensi volumetrik, dan efisiensi adiabatik keseluruhan, terhadap tekanan luar, seperti dalam kurva performansi kompresor satu tingkat. Kurva seperti ini sangat berguna untuk membandingkan performansi satu kompresor terhadap kompresor yang lain.



Gambar 2.16 Kurva performansi kompresor 1 tingkat