

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Kompresor**

Menurut Sularso dan Haruo Tahara (2006:167), kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas. Kompresor udara biasanya mengisap udara dari atmosfer. Namun ada pula yang mengisap udara atau gas yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Dalam hal ini kompresor bekerja sebagai penguat (booster). Sebaliknya ada pula kompresor yang mengisap gas yang bertekanan lebih rendah dari tekanan atmosfer. Dalam hal ini kompresor disebut pompa vakum. Kompresor udara di kamar mesin sebuah kapal merupakan pesawat bantu di kapal. Fungsi kompresor adalah pesawat Bantu yang berfungsi untuk mendapatkan udara kempa yang ditampung didalam bejana udara, untuk udara start main engine, motor bantu, untuk kebersihan dan juga sebagai control pneumatic (L. Sterling,2000). Kompresor udara di kamar mesin merupakan salah satu pesawat bantu yang ada di atas kapal yang digunakan untuk menghasilkan udara start mesin panggerak utama dan motor bantu. Pada umumnya dikapal dipasang dua buah kompresor udara yang mempunyai tujuan jika salah satu kompresor udara ada yang rusak, maka masih ada kompresor udara yang lain yang dapat menggantikannya, sehingga kebutuhan akan udara bertekanan selalu siap ketika dibutuhkan.

Pada umumnya pada kapal dipasang 2 buah kompresor yang mempunyai tujuan apabila salah satu dari kompresor rusak atau macet, masih ada yang lain yang dapat menggantikan.

Kompresor udara pada kapal ada 2 yaitu:

1. Kompresor udara utama yang berfungsi untuk mengisi udara kerja pada botol angin utama.
2. Kompresor udara bantu yang berfungsi untuk emergency bilamana kompresor udara utama rusak/macet dan untuk mengisi udara pada botol angin bantu.

Sedangkan menurut (Raharjo,2009), Kompresor adalah sebuah mesin bantu atau peralatan yang berfungsi untuk memindahkan fluida mampu mampat seperti udara. kompresor di gunakan sebagai penyedia udara bertekanan yang selanjutnya dapat di aplikasikan untuk pengeringan, *pneumatics* dan lain sebagainya.

## 2.2 Komponen Utama Kompresor

Adapun komponen–komponen utama dari kompresor udara adalah sebagai berikut:

1. Kerangka (*frame*)

Fungsi utama adalah untuk mendukung seluruh beban dan berfungsi juga sebagai tempat kedudukan bantalan, poros engkol, silinder dan tempat penampungan minyak pelumas.

2. Low pressure suction and delivery valve

Untuk strukturnya, katup hisap terletak dibagian bawah dan katup pengiriman pada bagian atasnya. Karena daerah di sekitar katup sangat dibutuhkan, maka diperlukan daya angkat yang kecil dari katup. Akibatnya, rotasi kecepatan tinggi dapat dipertahankan tanpa mengurangi efisiensinya. Low pressure valve terdiri dari beberapa bagian yang mudah untuk dipisahkan dan diperbaiki.

3. High pressure suction and delivery valve

High pressure valve juga terdiri dari beberapa bagian yang mudah untuk dipisahkan dan diperbaiki. Tergantung dari model kompresor udara, katup pengisapan dan katup pengiriman terpisah dari low pressure suction and delivery valve.

4. High pressure safety valve

Katup ini berfungsi untuk mencegah bahaya ketika tekanan udara menjadi terlalu tinggi. Ketika tekanan udara meningkat sekitar 10% dari tekanan normal, katup ini bekerja mengeluarkan udara kompresi ke atmosfer untuk mencegah tekanan udara terus meningkat. Tekanan kerja dari katup ini dapat dengan mudah dikontrol dengan mengatur baut yang terdapat pada katup ini.

5. Air cooler

Air cooler berfungsi untuk mendinginkan suhu udara kompresi dan untuk memisahkan drainase.

6. Pressure gauge

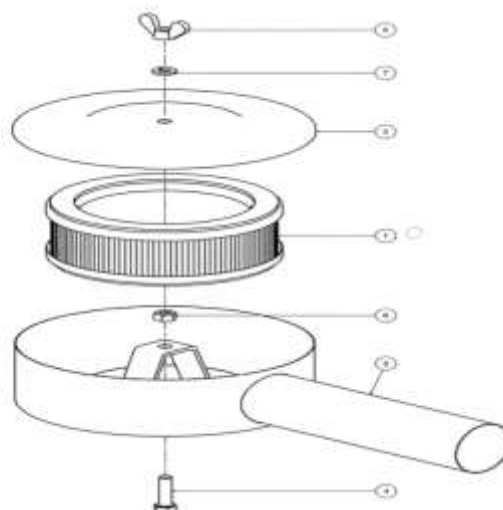
Pressure gauge berfungsi untuk menunjukkan tekanan sebesar 0.45 Mpa – 0.7 Mpa ketika kompresor udara bekerja dengan normal (2.94 Mpa). Pastikan keran ditutup ketika kompresor udara beroperasi dan buka keran ketika memeriksa pressure yang ditunjukkan.

7. Oil gauge

Minyak pelumas di dalam crank case berfungsi untuk melumasi silinder ( daerah tekanan tinggi ), piston, metal, crankpin and main bearing. Untuk melumasi silinder dan katup udara di daerah low pressure digunakan pipa minyak dan konsumsi minyak dapat dilihat dari luar melalui oil gauge.

8. Saringan Udara (*Air filter*)

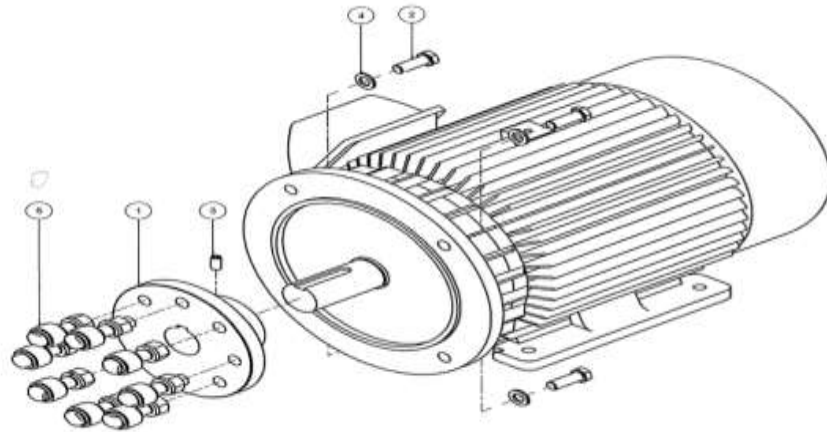
Air filter merupakan komponen pada kompresor yang sangat penting. Air filter berfungsi untuk menyaring udara yang akan masuk ke dalam silinder sehingga debu dan kotoran tidak masuk ke dalam silinder. Debu dan kotoran dapat mengakibatkan kerusakan pada silinder, lengketnya katup, merusak silinder, dan pemakaian yang berlebihan.



**Gambar 2.1** Air Filter Kompresor

## 9. Motor

Motor merupakan penggerak utama kompresor. Motor penggerak kompresor dibedakan menjadi 2 macam yaitu motor listrik dan motor bakar.



**Gambar 2.2** Elektro Motor

## 10. Sistem pelumasan

Sistem pelumasan yaitu pelumasan yang melibatkan semua komponen dalam kompresor yang bergerak. Pelumasan ini sangat penting karena sangat berpengaruh dalam pengoperasian kompresor.

## 11. Cylinder oil

Cylinder oil berfungsi untuk melumasi piston dan silinder pada saat kompresor beroperasi agar silinder tidak aus dan tidak terjadi gesekan antar metal yang mengakibatkan panas yang berlebihan. Cylinder oil tidak boleh telat dalam pengisian.

## 12. Piston

Piston adalah komponen yang terletak di dalam silinder dan berfungsi untuk mengkompresikan udara sehingga menghasilkan udara bertekanan yang kemudian menuju ke low pressure valve dan high pressure valve.



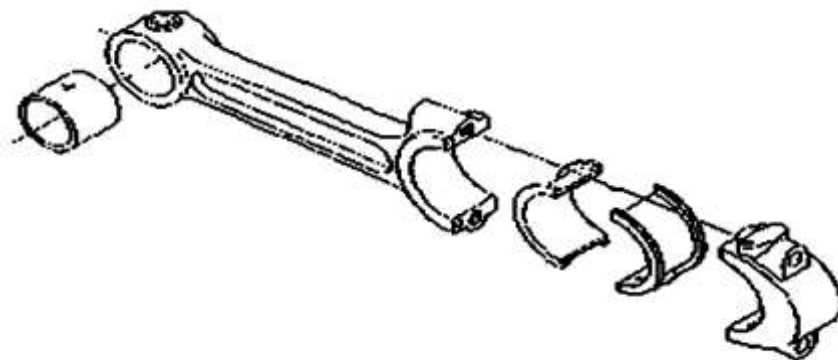
**Gambar 2.3** Torak (*Piston*)

13. Piston ring( *piston rings*)

Piston ring merupakan komponen yang digunakan untuk mencegah terjadinya udara lolos dalam silinder dalam proses pemampatan udara.

14. Batang Penghubung (*Connecting rod*)

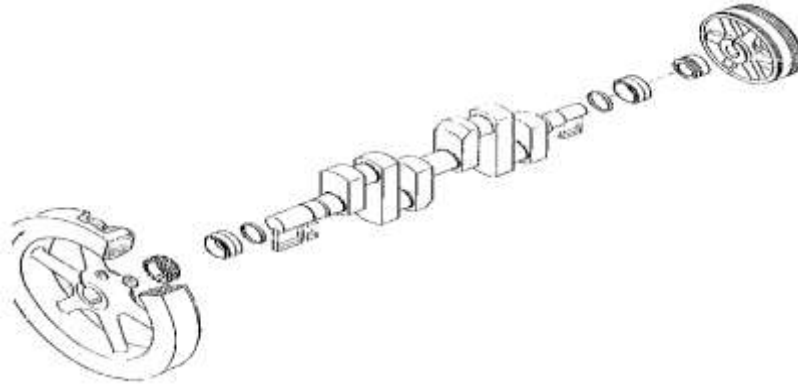
Connecting rod berfungsi sebagai penghubung antara piston dan poros engkol.



**Gambar 2.4** Batang Penghubung (*Connecting Rod*)

### 15. Poros engkol

Poros engkol merupakan komponen yang merubah putaran menjadi langkah yang menyebabkan piston bergerak naik turun.



**.Gambar 2.5** Poros Engkol

### 16. Silinder (*cylinder*)

Berfungsi sebagai tempat kedudukan liner silinder dan water jacket

### 17. Liner silinder (*cylinder liner*)

Berfungsi sebagai lintasan gerakan piston torak saat melakukan proses ekspansi, pemasukan, kompresi, dan pengeluaran.



**Gambar 2.6** Silinder Liner (*Cylinder Liner*)

18. *Front and rear cylinder cover*

Adalah tutup silinder bagian head end/front cover dan bagian *crank end/rear cover* yang berfungsi untuk menahan gas/udara supaya tidak keluar silinder.

19. *Water Jacket*

Adalah ruangan dalam silinder untuk bersirkulasi air sebagai pendingin

20. Cincin Penahan Gas (*packing rod*)

Berfungsi menahan kebocoran gas akibat adanya celah (*clearance*) antara bagian yang bergerak (batang torak) dengan bagian yang diam (silinder). Cincin penahan gas ini terdiri dari beberapa ring segment.

21. *Oil Scraper*

Berfungsi untuk mencegah kebocoran minyak pelumas pada frame.

22. Katup kompresor (*compressor valve*)

Berfungsi untuk mengatur pemasukan dan pengeluaran gas/udara, kedalam atau keluar silinder. Katup ini dapat bekerja membuka dan menutup sendiri akibat adanya perbedaan tekanan yang terjadi antara bagian dalam dengan bagian luar silinder.

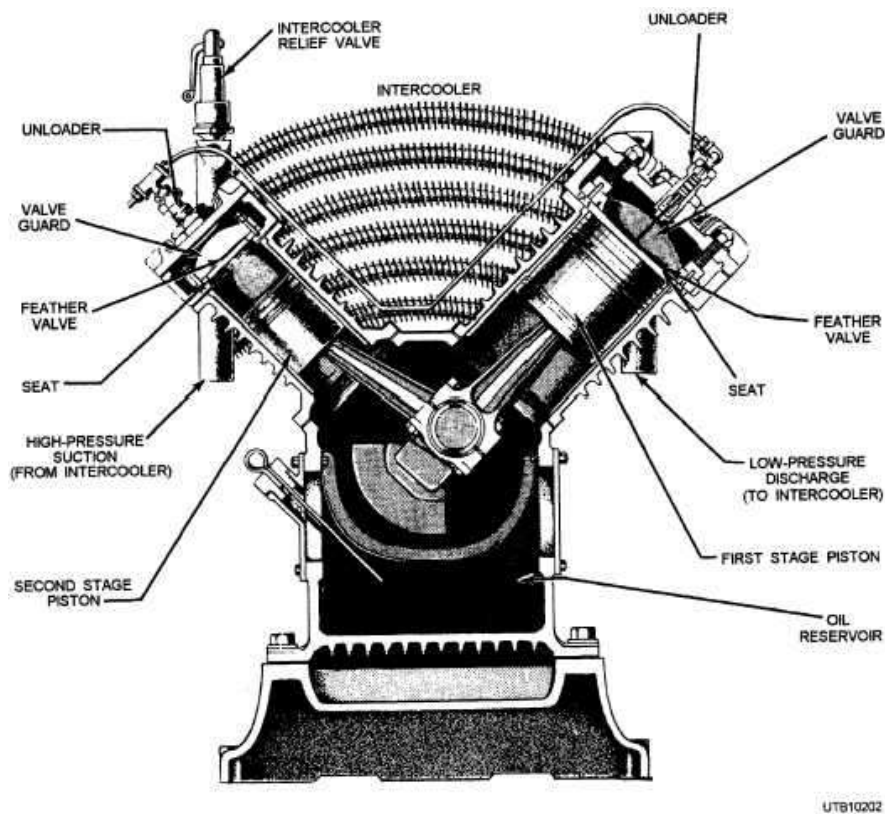


**Gambar 2.7** Katup kompresor (*compressor valve*)

### 2.3 Prinsip Kerja Kompresor Udara

Kompresor udara yang ada di kapal sangat mempengaruhi kerja mesin. Berhubung paling banyak digunakan pada kapal adalah 2 tingkat, maka penulis menguraikan prinsip kerja kompresor udara 2 tingkat.

1. Prinsip Kompresor udara 2 tingkat, yaitu pada gambar:



**Gambar 2.8** kompresor udara dua tingkat

(sumber : edy saputra,2018)

Pengertian prinsip kerja kompresor udara dua tingkat menurut (sitepu,2010), adalah udara dari dihisap oleh torak tekanan rendah melalui saringan (filter) dan masuk ke dalam silinder melalui katub hisap tekanan rendah. Setelah dikompresikan dalam silinder. Udara keluar melalui katub tekan tekanan rendah, kemudian udara didinginkan pada *inter cooler* dan selanjutnya udara masuk ke dalam silinder tekanan tinggi melalui katub isap



tekanan tinggi dan udara keluar melalui *inter cooler* menuju tabung udara (botol angin) melalui katub tekan tekanan tinggi.

Selama kompresor bekerja perlu adanya pendinginan, pendinginan diambil dari air laut dan agar kompresor tidak mengalami kerusakan maka bagian tertentu dipasang Zink Anoda untuk menghindari korosi.

Alasan kompresor perlu pendingin adalah

- a. Untuk memperkecil suhu udara.
  - b. Untuk memperbesar rendemen volumetric
  - c. Memperkecil kenaikan suhu pada kompresor
2. Alat Pengaman Kompresor Udara

Untuk meningkatkan keselamatan kerja pada kompresor udara perlu dipasang alat-alat pengaman agar kompresor dapat bekerja dengan aman dan tidak ada gangguan waktu bekerja.

Fungsi dari alat-alat pengaman kompresor menurut (edy saputra, 2018) antara lain :

- a. Katub Keamanan

Katub keamanan berfungsi untuk mengeluarkan tekanan lebih dari yang diijinkan sehingga dapat menghindari terjadinya ledakan.

- b. Katub Cerat

Katub cerat digunakan untuk start pertama agar tidak terjadi ledakan

- c. Gelas Penduga Minyak Lumas

Gelas penduga minyak lumas ini berfungsi untuk mengetahui atau melihat tinggi rendahnya minyak lumas dalam sistem.

- d. Saringan atau Filter

Filter digunakan untuk menyaring udara yang masuk kedalam sistem sehingga tidak masuk dan membawa kotoran

- e. Manometer

Manometer berfungsi untuk mengetahui tekanan udara dalam tabung udara dan tekanan yang diijinkan yaitu  $30 \text{ kg / cm}^2$ .



**Gambar 2.9** Indikator Tekanan Udara

(sumber : edy saputra, 2018)

### 3. Alat-alat bantu kompresor

Selain dilengkapi dengan alat pengaman, kompresor juga dilengkapi dengan alat bantu guna menunjang proses kerjanya. Alat bantu pada kompresor antara lain;

- a. Tabung udara (botol angin) dengan tekanan max.  $30 \text{ kg/cm}^2$
- b. Motor listrik sebagai tenaga penggerak
- c. Penggerak diesel (untuk kompresor bantu)

### 2.4 Tenaga Penggerak Kompresor Udara

Tenaga penggerak pada kompresor udara menurut (sunarto, 2012) adalah:

- a. Kompresor udara utama menggunakan tenaga penggerak motor listrik
- b. Kompresor udara bantu menggunakan tenaga penggerak diesel.

Meskipun dengan tenaga penggerak yang berbeda tetapi fungsi dari keduanya sama. Bila salah satu kompresor udara rusak, maka kompresor yang lainnya dapat menggantikan.

### 1. Tenaga penggerak dengan Motor Listrik

Pengertian dari motor listrik adalah suatu alat atau pesawat yang apabila diberi aliran listrik akan menghasilkan tenaga putar, selanjutnya tenaga putaran dimanfaatkan untuk menggerakkan kompresor udara dengan menghubungkan roda pully dengan kopling pada motor tersebut.

### 2. Tenaga penggerak dengan Diesel

Kompresor udara yang menggunakan tenaga penggerak diesel biasanya dari jenis kompresor udara bantu. Kompresor udara bantu di kapal digunakan sebagai *emergency* (darurat) bila kompresor udara utama rusak atau macet.

Kompresor udara bantu dipasang berjauhan dari kompresor udara utama karena menggunakan bahan bakar yaitu solar, dan kompresor udara bantu dibuat lebih kecil karena fungsinya hanya membantu kompresor udara utama.

### 3. Transmisi Daya Poros

Untuk mentranmisikan daya dari poros motor penggerak ke poros kompresor ada beberapa cara yaitu dengan cara sebagai berikut :

#### a. Sabuk V

Keuntungan cara ini adalah pada putaran kompresor dapat lebih bebas sehingga dapat dipakai motor putaran tinggi. Namun kerugiannya adalah pada kerugian daya yang disebabkan oleh slip antara puli dan sabuk serta kebutuhan ruangan yang lebih besar untuk pemasangan. Cara transmisi ini sering dipergunakan untuk kompresor kecil dengan daya kurang dari 75 kW

#### b. Kopling Tetap

Hubungan dengan kopling tetap memberikan efisiensi keseluruhan yang tinggi serta pemeliharaan yang mudah. Namun cara ini memerlukan motor dengan putaran rendah dan motor dengan putaran rendah adalah mahal. Karena itu, cara ini hanya sesuai untuk kompresor berdaya antara 150 – 450 kW.

c. Rotor Terpadu ( Direct Rotor )

Pada cara ini poros engkol kompresor menjadi satu dengan poros motor. Dengan cara ini ukuran mesin dapat menjadi lebih ringkas sehingga tidak memerlukan banyak ruang. Pemeliharaannya pun mudah.

d. Kopling Gesek

Cara ini dipakai untuk menggerakkan kompresor kecil dengan motor bahan bakar torak. Disini motor dapat distart tanpa beban dengan membuka hubungan kopling. Namun untuk kompresor dengan fluktuasi momen puntir yang besar diperlukan kopling yang dapat meneruskan momen puntir yang besar pula.

4. Peralatn Pembantu

1. Fungsi botol Angin

Botol angin berfungsi sebagai penampung udara kerja dari kompresor. Pada kapal udara kerja digunakan untuk:

- a. Untuk start Main Engine dan Auxialary Engine
- b. Menjalankan alat-alat otomatis.
- c. Untuk membersihkan kotoran-kotoran
- d. Untuk membunyikan seruling kapal, dan lain-lain.

Jumlah tabung udara dibuat 2 dimaksudkan apabila salah satu rusak atau macet maka tabung udara yang lain dapat menggantikannya dan juga merupakan syarat dari klasifikasi.



**Gambar 2.10** Tabung Udara

Dua cara pemasangan botol angin di atas kapal, pertama secara *vertikal* dan kedua secara *horizontal*. Kedua cara tersebut pemakaiannya tergantung dari keadaan luas tempat / ruangan.

Untuk jenis botol angin yang tegak, dasar botol angin harus cembung untuk tempat kumpulan condensat, minyak yang terbawa serta kotoran lain yang selanjutnya dapat di buang melalui pipa cerat.

Untuk menampung udara kerja yang dihasilkan oleh kompresor maka diperlukan alat bantu yaitu botol angin.

## 2. Alat bantu pada tabung udara

Untuk menjaga agar keamanan kerja dan mencegah agar tabung udara tidak cepat rusak, maka dilengkapi dengan alat-alat sebagai berikut:

### a. Manometer

Manometer berfungsi untuk mengetahui tekanan udara di dalam botol udara yaitu antara 20 - 30 Kg/Cm<sup>2</sup>.

### b. Katub Cerat

Katub cerat berfungsi untuk mencerat air yang berada didalam botol akibat terjadinya kondensasi udara didalam botol serta untuk mencegah terjadinya korosi.

### c. Katub Pengeluaran Udara ke Mesin

Katub pengeluaran udara ini berfungsi untuk saluran udara untuk menjalankan mesin atau untuk kegiatan lain

### d. Katub Pengisian

Katub pengisian digunakan sebagai saluran udara dari kompresor ke botol angin.

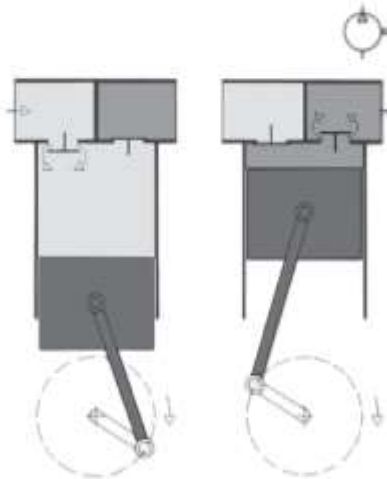
### e. Katub Keamanan

Sebagai katub keamanan yaitu menjaga bila terjadi tekanan yang melebihi kapasitas didalam tabung sehingga dapat menghindari terjadinya ledakan.

## 2.5 Macam-macam kompresor udara

### A. Kompresor Torak *Resiprokal* (*reciprocating compressor*)

Kompresor ini dikenal juga dengan kompresor torak, karena dilengkapi dengan torak yang bekerja bolak-balik atau gerak *resiprokal*. Pemasukan udara diatur oleh katup masuk dan dihisap oleh torak yang gerakannya menjauhi katup. Pada saat terjadi pengisapan, tekanan udara di dalam silinder mengecil, sehingga udara luar akan masuk ke dalam silinder secara alami. Pada saat gerak kompresi torak bergerak ke titik mati bawah ke titik mati atas, sehingga udara di atas torak bertekanan tinggi, selanjutnya di masukkan ke dalam tabung penyimpanan udara. Tabung penyimpanan dilengkapi dengan katup satu arah, sehingga udara yang ada dalam tangki tidak akan kembali ke silinder. Proses tersebut berlangsung terus-menerus hingga diperoleh tekanan udara yang diperlukan. Gerakan mengisap dan mengkompresi ke tabung penampung ini berlangsung secara terus menerus, pada umumnya bila tekanan dalam tabung telah melebihi kapasitas, maka katup pengaman akan terbuka, atau mesin penggerak akan mati secara otomatis.

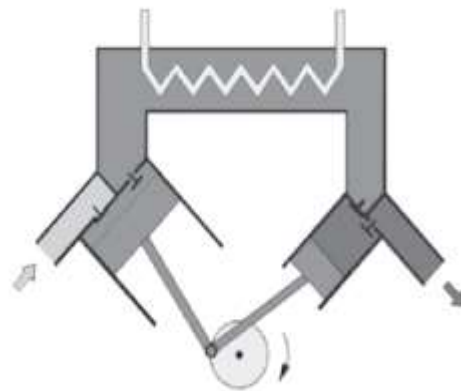


**Gambar 2.11** Kompresor Torak Resiprokal

(sumber : [http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor\\_2](http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor_2) )

## B. Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem Pendingin Udara

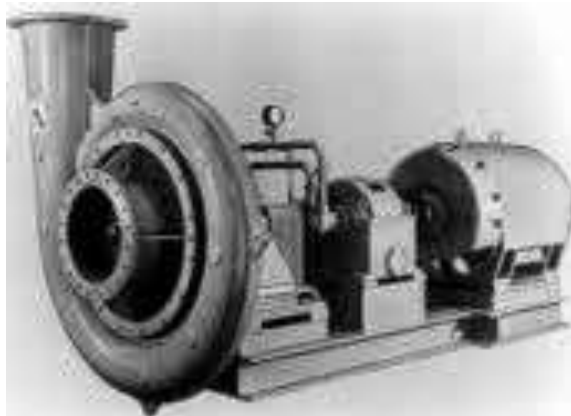
Kompresor udara bertingkat digunakan untuk menghasilkan tekanan udara yang lebih tinggi. Udara masuk akan dikompresi oleh torak pertama, kemudian didinginkan, selanjutnya dimasukkan dalam silinder kedua untuk dikompresi oleh torak kedua sampai pada tekanan yang diinginkan. Pemampatan (pengompresian) udara tahap kedua lebih besar, temperatur udara akan naik selama terjadi kompresi, sehingga perlu mengalami proses pendinginan dengan memasang sistem pendingin. Metode pendinginan yang sering digunakan misalnya dengan sistem udara atau dengan sistem air bersirkulasi. Batas tekanan maksimum untuk jenis kompresor torak resiprokal antara lain, untuk kompresor satu tingkat tekanan hingga 4 bar, sedangkan dua tingkat atau lebih tekanannya hingga 15 bar.



**Gambar 2.12** Kompresor Dua Tingkat Sistem Pendingin Udara  
(sumber : [http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor\\_2](http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor_2) )

## C. Kompresor sentrifugal

Kompresor sentrifugal merupakan kompresor yang memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller untuk mempercepat aliran fluida udara (gaya kinetik), yang kemudian diubah menjadi peningkatan potensi tekanan (menjadi gaya tekan) dengan memperlambat aliran melalui diffuser.



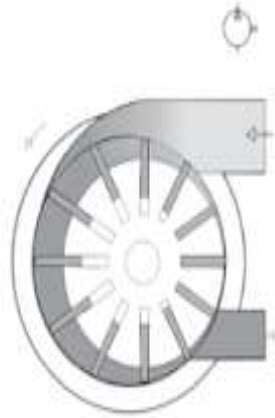
**Gambar 2.13** Kompresor sentrifugal

(sumber : [http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor\\_2](http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor_2) )

#### D. Kompresor Putar (*Rotary Compressor*)

Kompresor Rotari Baling-baling Luncur Secara eksentrik rotor dipasang berputar dalam rumah yang berbentuk silindris, mempunyai lubang-lubang masuk dan keluar. Keuntungan dari kompresor jenis ini adalah mempunyai bentuk yang pendek dan kecil, sehingga menghemat ruangan. Bahkan suaranya tidak berisik dan halus dalam, dapat menghantarkan dan menghasilkan udara secara terus menerus dengan mantap. Baling-baling luncur dimasukkan ke dalam lubang yang tergabung dalam rotor dan ruangan dengan bentuk dinding silindris. Ketika rotor mulai berputar, energi gaya sentrifugal baling-balingnya akan melawan dinding. Karena bentuk dari rumah baling-baling itu sendiri yang tidak sepusat dengan rotornya maka ukuran ruangan dapat diperbesar atau diperkecil menurut arah masuknya (mengalirnya) udara.



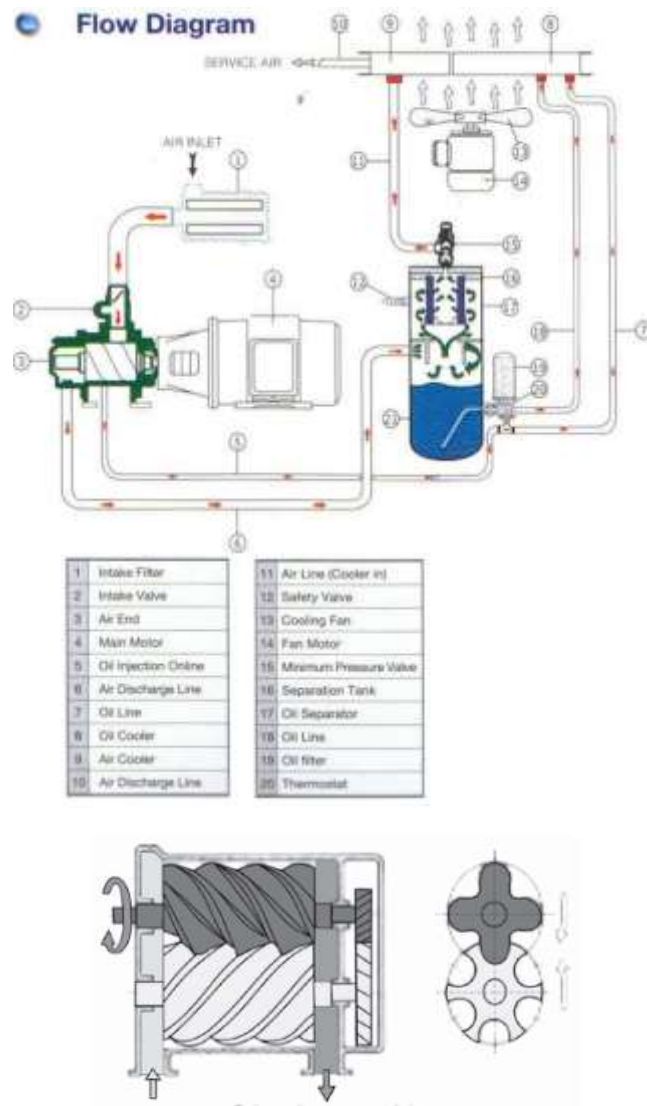


**Gambar 2.14 Kompresor Putar**

(sumber : [http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor\\_2](http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor_2) )

#### E. Kompresor Sekrup (*Screw*)

Kompresor Sekrup memiliki dua rotor yang saling berpasangan atau bertautan (*engage*), yang satu mempunyai bentuk cekung, sedangkan lainnya berbentuk cembung, sehingga dapat memindahkan udara secara aksial ke sisi lainnya. Kedua rotor itu identik dengan sepasang roda gigi *helix* yang saling bertautan. Jika roda-roda gigi tersebut berbentuk lurus, maka kompresor ini dapat digunakan sebagai pompa hidrolis pada pesawat pesawat hidrolis. Roda-roda gigi kompresor sekrup harus diletakkan pada rumah-rumah roda gigi dengan benar sehingga betul-betul dapat menghisap dan menekan fluida.



**Gambar 2.15** Kompresor Sekrup

(sumber : [http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor\\_2](http://www.academia.edu/8695661/makalah-kompresor_2) )