

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

1. Sistem Udara Pejalan

Sistem start adalah suatu sistem pelayanan untuk motor induk yang sangat vital di atas kapal yang berfungsi untuk menghidupkan mesin induk maupun generator. Untuk start mesin diesel dapat dilakukan beberapa cara salah satunya menggunakan udara tekan dengan motor pneumatik, dimana dalam proses kerjanya tidak begitu rumit dan dapat juga dioperasikan di ruang kemudi. Adapun komponen utama dalam sistem starting udara tekan ke motor pneumatik meliputi kompresor, botol angin, katup pintu, katup penurun tekanan, pipa udara, katup pneumatik listrik dan motor pneumatik. Penentuan motor pneumatik yang akan digunakan dapat diketahui dari momen puntir yang dihasilkan harus mampu mengatasi momen puntir total yang diperlukan untuk menggerakkan mesin induk. Dari hasil perhitungan diperoleh motor pneumatik dengan daya 22,88 hp yang menghasilkan momen puntir sebesar 2.249 Nm mampu mengatasi momen puntir total yang diperlukan untuk menggerakkan mesin induk. (Had dkk, 2012)

Dan berikut ini merupakan pengelompokan dari sistem udara pejalan antara lain :

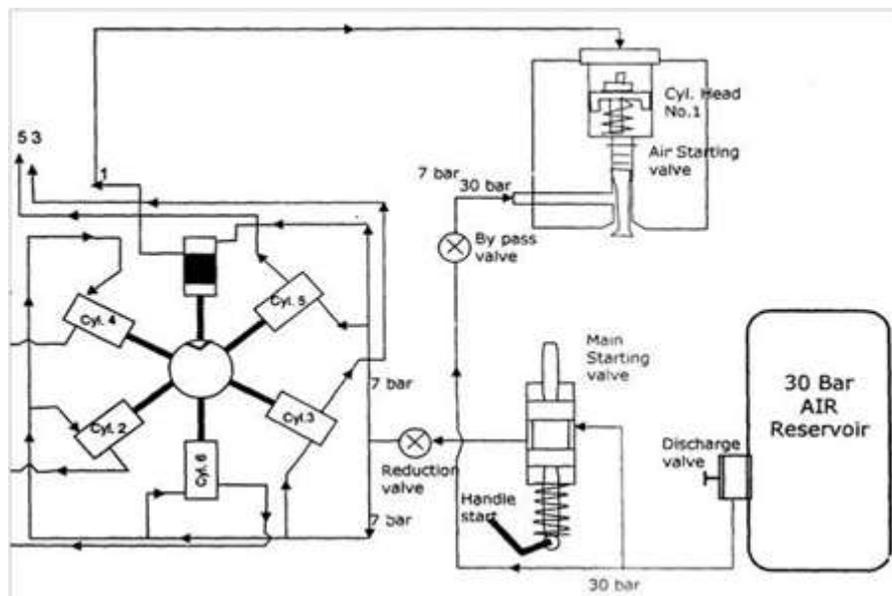
a. Starting dengan Udara Bertekanan

Starting dengan udara bertekanan menggunakan udara bertekanan 28-30 bar pada botol udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor udara di kamar mesin.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian udara pejalan antara lain:

- 1) Mesin Penggerak Utama yang dihidupkan dengan udara bertekanan dilengkapi dengan paling tidak dua kompresor. Satu diantaranya berpengerak independen dari *main engine*, dan harus mampu mensuplai 50% dari total kapasitas yang diperlukan.
- 2) Kapasitas total udara start dalam tabung harus dapat diisi dari tekanan atmosfer sampai tekanan kerja 30 bar dalam waktu 1 jam.

- 3) Tabung udara disediakan dua dengan ukuran yang sama dan dapat digunakan secara independen.
- 4) Kapasitas total tabung harus memperhatikan paling tidak dapat digunakan start 12x baik maju atau mundur untuk mesin yang *reversibel* dan tidak kurang dari 6x start untuk *engine non-reversibel*. Jumlah start berdasar pada mesin saat dingin dan kondisi siap start.
- 5) Jika sistem udara pejalan digunakan untuk *starting auxiliary engine*, mensuplai peralatan *pneumatic*, peralatan *manoeuvering*, atau *tyfon*
- 6) semuanya disuplai dari tabung udara maka harus dipertimbangkan dalam perhitungan kapasitas tabung udara.



Gambar 1 Sistem *Starting* Udara Bertekanan

(Aprilianto 2016 Analisis Perbedaan Sistem Starter Tekanan Udara, Pontianak)

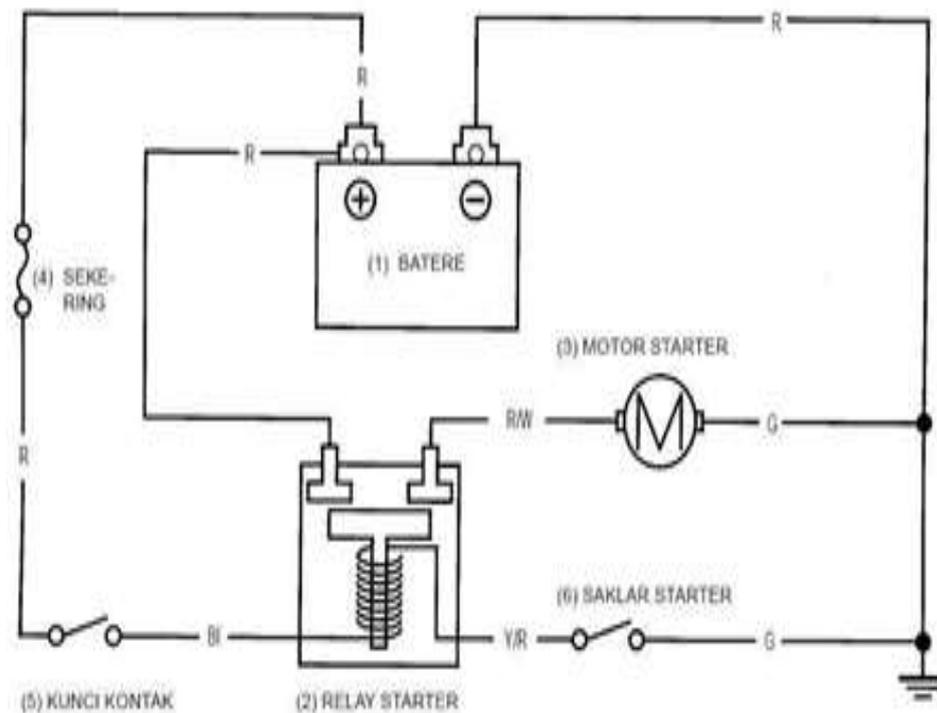
b. *Starting* dengan Listrik

Starter yang sumber tenaganya berasal dari arus listrik, *motor starter* harus dapat menghasilkan momen yang besar dari tenaga yang kecil yang tersedia pada baterai. Hal lain yang harus diperhatikan ialah bahwa motor *starter* harus sekecil mungkin. Syarat baterai yang dapat digunakan untuk start mesin antara lain :

- 1) Jika *Main engine* distart dengan listrik maka harus tersedia dua baterai yang independen. Rangkaian baterai ini direncanakan tidak dapat

dihubungkan paralel antara satu dengan yang lainnya karena masing - masing Baterei harus mampu untuk *starting main engine* dalam kondisi dingin. Total kapasitas

- 2) baterai harus cukup untuk operasi selama 30 menit tanpa pengisian.
- 3) Jika dua atau lebih *auxiliary engine* di start dengan listrik paling tidak tersedia dua baterai yang independen. Kapasitas baterai harus cukup paling tidak 3x operasi *start-up* untuk setiap mesin. Jika hanya satu *auxiliary engine* distart dengan listrik, satu baterai cukup.
- 4) Baterai *start* hanya boleh digunakan untuk *starting* (pemanas mula jika perlu) dan untuk memonitor peralatan yang ada pada mesin.



Gambar 2 Sistem *Starting* Dengan Listrik

(Aprilianto 2016 Analisis Perbedaan Sistem Starter Tekanan Udara, Pontianak)

1. Jalur Udara Bertekanan

Jalur udara bertekanan menggunakan pipa tekanan tinggi dengan kekuatan tekan yang disesuaikan serta anti korosi, udara bertekanan di atas kapal

disalurkan sesuai *reducing station valve* sesuai kebutuhan tekanan. Syarat jalur udara bertekanan antara lain :

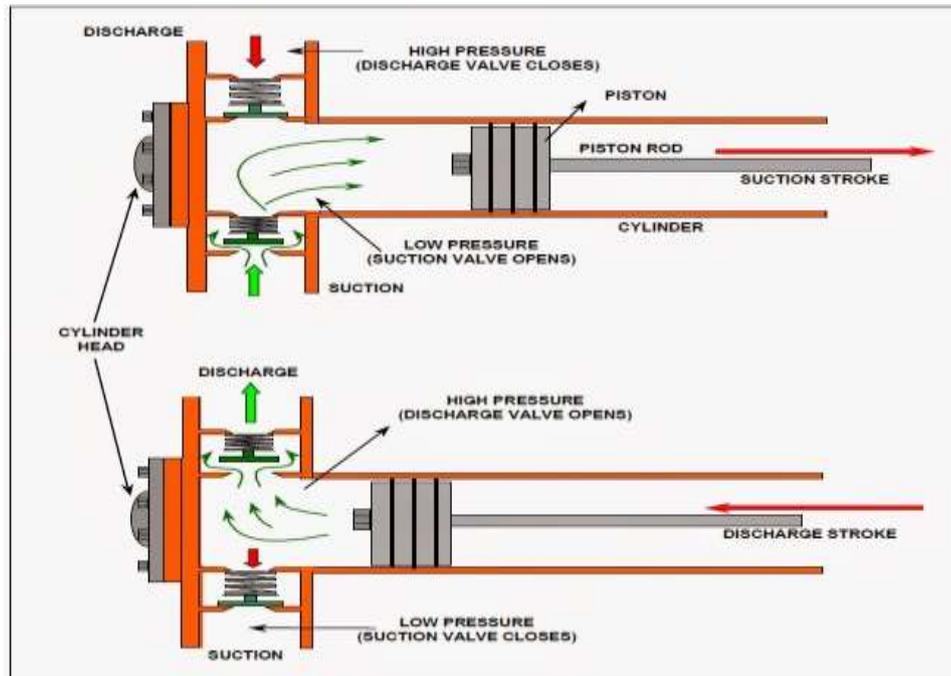
- a. Jalur tekanan yang terhubung ke kompresor dipasang dengan *non-RV* pada *outlet kompresor*.
- b. Jalur udara start tidak boleh digunakan sebagai jalur pengisian untuk tabung udara.
- c. Hanya selang/pipa dengan material yang sudah dites yang dapat dipasang pada jalur *starting diesel engine* dimana tetap terjaga tekanannya.
- d. Jalur udara start untuk setiap mesin dilengkapi dengan *non return valve* dan penguras (*drain*).
- e. *Typons* harus disambungkan pada dua tabung udara.
- f. Sebuah katup pengaman harus dipasang dibelakang pada setiap katup penurun tekanan (*reducing valve*).
- g. Tekanan tangki air dan tangki lainnya yang dihubungkan ke sistem udara bertekanan dipertimbangkan sebagai tabung tekan dan harus sesuai persyaratan standar.

2.2 Bagian Utama dari Penataan Sistem Udara Pejalan dan Fungsinya Masing- masing

Didalam sistem udara pejalan terdapat pesawat / bagian pendukung untuk kelancaran pengoperasian udara *start* dan keamanan dalam pengoperasiannya. Bagian-bagian dan fungsi dari penataan sistem udara pejalan adalah sebagai berikut ini antara lain :

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.



Gambar 3 Kompresor Torak *Resiprokal*

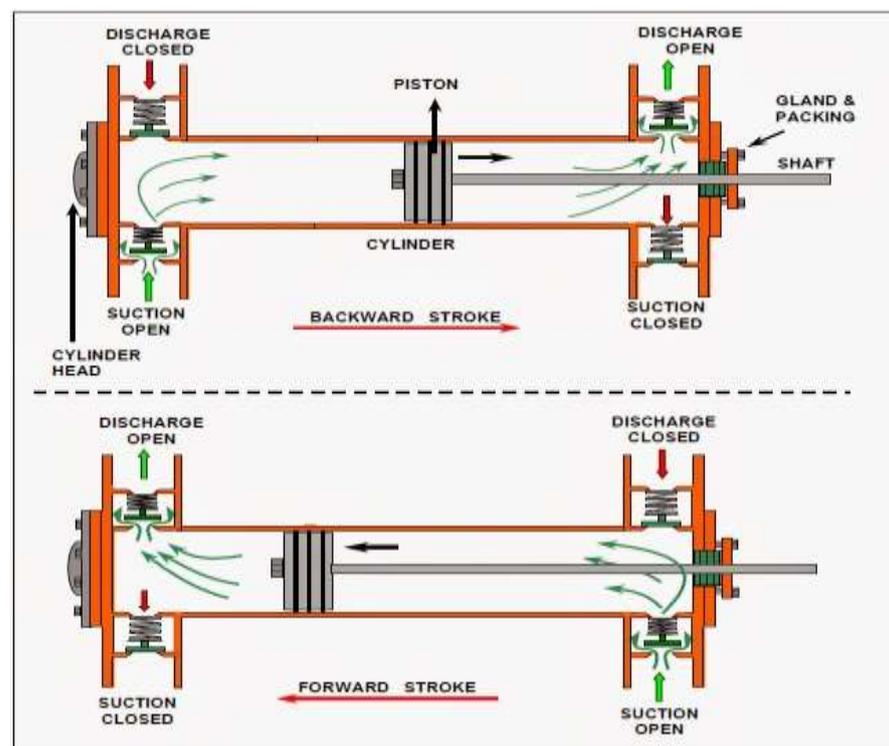
(<http://hermanind.com/wp-content/uploads/2015/01/kompresor-1.jpg>)

Pada saat gerak kompresi torak bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas, sehingga udara di atas torak bertekanan tinggi, selanjutnya di masukkan ke dalam tabung penyimpan 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. (Herman, 2015)

b. Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem Pendingin Udara

Kompresor udara dua tingkat berfungsi untuk menghasilkan tekanan udara yang lebih tinggi dengan dua kali kompresi. 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 pada tahap kedua jauh lebih besar,

temperature udara akan naik selama terjadi kompresi, sehingga perlu mengalami proses pendinginan dengan memasang system pendingin. Metode pendingin yang sering digunakan misalnya dengan sistem udara atau dengan sistem air bersirkulasi. Batas tekanan maksimum untuk jenis kompresor torak resiprokali antara lain, untuk kompresor satu tingkat tekanan hingga 4 bar, sedangkan dua tingkat atau lebih tekanannya hingga 15 bar.(Herman, 2015)



Gambar 4 Kompresor Torak Dua Tingkat

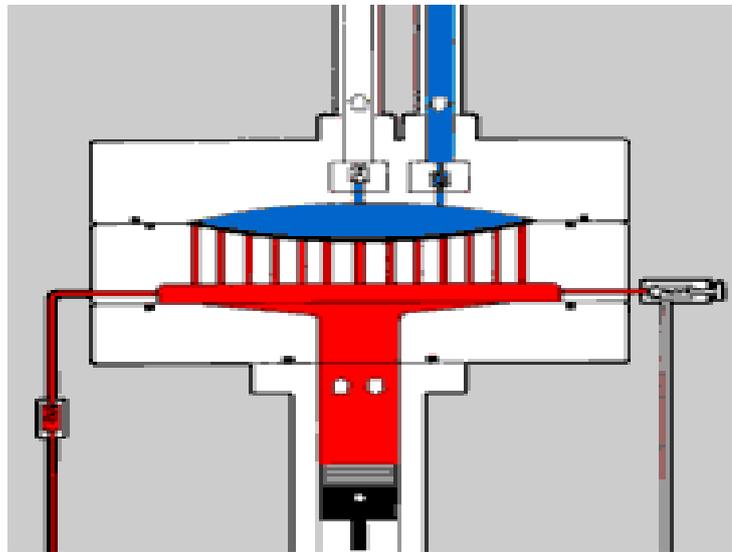
(<http://hermanind.com/wp-content/uploads/2015/01/kompresor-2.jpg>)

c. Kompresor Diafragma (*diaphragma compressor*)

Jenis Kompresor berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan dengan meminimalisir air dalam udara, dalam kelompok kompresor torak. Namun letak torak dipisahkan melalui sebuah membran diafragma. Udara yang masuk dan keluar tidak langsung berhubungan dengan bagian-bagian yang bergerak secara resiprokali. Adanya pemisahan ruangan ini udara akan lebih terjaga dan bebas dari

uap air dan pelumas/oli. Oleh karena itu kompresor diafragma banyak digunakan pada industri bahan makanan, farmasi, obat-obatan dan kimia.

Prinsip kerjanya hampir sama dengan kompresor torak. Perbedaannya terdapat pada sistem kompresi udara yang akan masuk ke dalam tangki penyimpanan udara bertekanan. Torak pada kompresor diafragma tidak secara langsung menghisap dan menekan udara, tetapi menggerakkan sebuah membrane (*diafragma*) dulu. Dari gerakan *diafragma* yang kembang-kempis itulah yang akan menghisap dan menekan udara ke tabung penyimpan. (Herman, 2015)



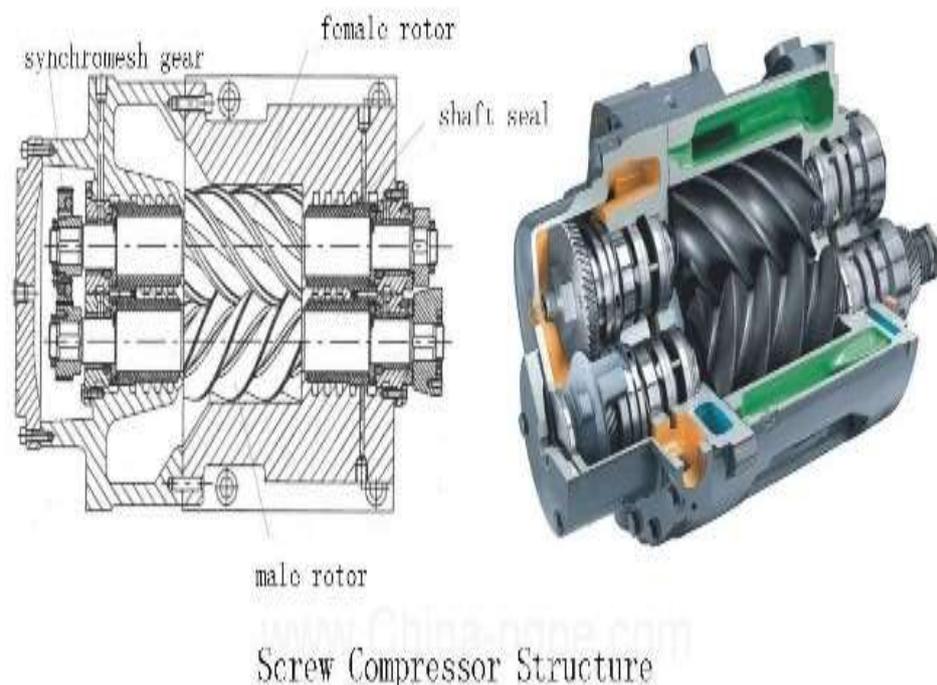
Gambar 5 *Kompresor Diafragma*

(<http://hermanind.com/wp-content/uploads/2015/01/kompresor-3.jpg>)

d. *Kompresor Sekrup (Screw)*

Kompresor Sekrup berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan secara aksial serta memiliki dua *rotor* yang saling berpasangan atau bertautan (*engage*), yang satu mempunyai bentuk cekung, sedangkan lainnya berbentuk cembung. 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 hidrolik pada pesawat-pesawat hidrolik. Roda-roda gigi kompresor

sekrup harus diletakkan pada rumah-rumah roda gigi dengan benar sehingga betul-betul dapat menghisap dan menekan *fluida*. Kompresor *screw* merupakan jenis kompresor dengan mekanisme putar perpindahan positif, yang umumnya digunakan untuk mengganti kompresor piston, bila diperlukan udara bertekanan tinggi dengan volume yang lebih besar. (Herman, 2015)

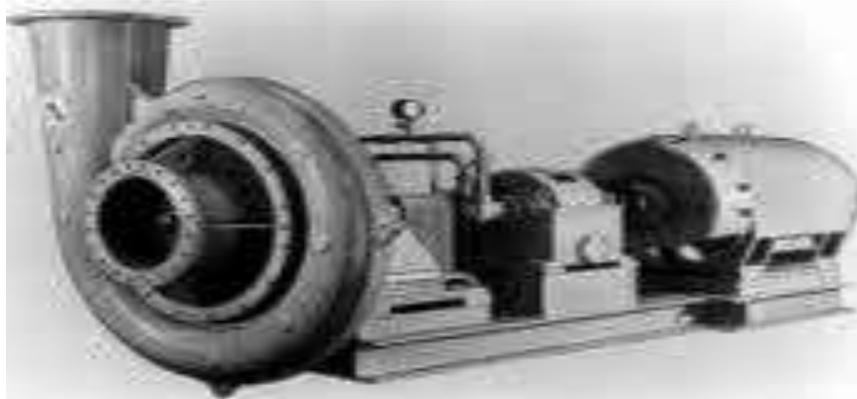


Gambar 6 Kompresor *Screw*

(http://www.lubewhiz.in/images/lubrication_img_1.jpg)

e. 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.

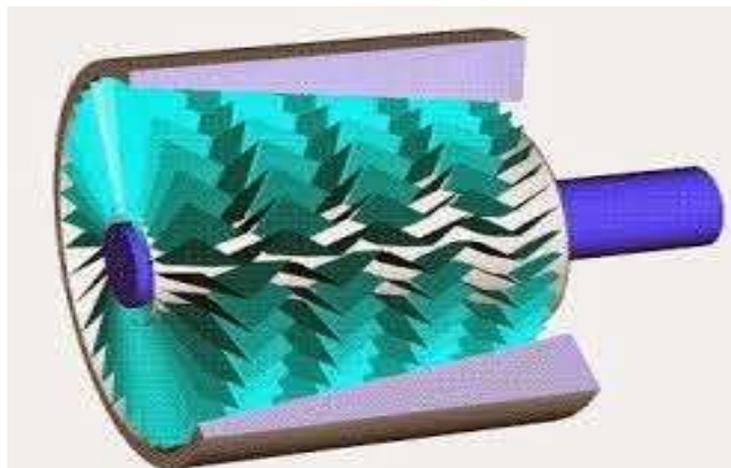


Gambar 7 Kompresor Sentrifugal

(http://www.lubewhiz.in/images/kompresorsentrifugal_1.jpg)

f. Kompresor Aliran Aksial

Kompresor aliran aksial berfungsi untuk menghasilkan daya dorong tekanan tinggi, udara akan mendapatkan percepatan oleh sudu yang terdapat pada rotor dan arah alirannya ke arah aksial yaitu searah (sejajar) dengan sumbu rotor. Jadi pengisapan dan penekanan udara terjadi saat rangkaian sudu-sudu pada rotor itu berputar secara cepat. Putaran cepat ini mutlak diperlukan untuk mendapatkan aliran udara yang mempunyai tekanan yang diinginkan. Teringat pula alat semacam ini adalah seperti kompresor pada sistem turbin gas atau mesin-mesin pesawat terbang turbo propeller. (Herman, 2015)



Gambar 8 Sudu-Sudu Kompresor Aliran Aksial

(<https://giphy.com/gifs/bottle-rocket-1326ZdbxdbLn9u>)

2.3 Bagian Bagian Pada Kompresor Udara

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. Poros engkol (*crank shaft*)
Berfungsi mengubah gerak berputar (rotasi) menjadi gerak lurus bolak balik (translasi).
3. Batang penghubung (*connecting rod*)
Berfungsi meneruskan gaya dari poros engkol ke batang torak melalui kepala silang, batang penghubung harus kuat dan tahan bengkok sehingga mampu menahan beban pada saat kompresi.
4. Silinder (*cylinder*)
Berfungsi sebagai tempat kedudukan liner silinder dan water jacket
5. Liner silinder (*cylinder liner*)
Berfungsi sebagai lintasan gerakan piston torak saat melakukan proses ekspansi, pemasukan, kompresi, dan pengeluaran.
6. *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.
7. *Water Jacket*
Adalah ruangan dalam silinder untuk bersirkulasi air sebagai pendingin
8. Torak (*piston*)
Sebagai elemen yang menhandel gas/udara pada proses pemasukan (*suction*).
9. Cincin torak (*piston rings*)
Berfungsi mengurangi kebocoran gas/udara antara permukaan torak dengan dinding liner silinder.
10. Batang Torak (*piston rod*)
Berfungsi meneruskan gaya dari kepala silang ke torak.

11. 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.

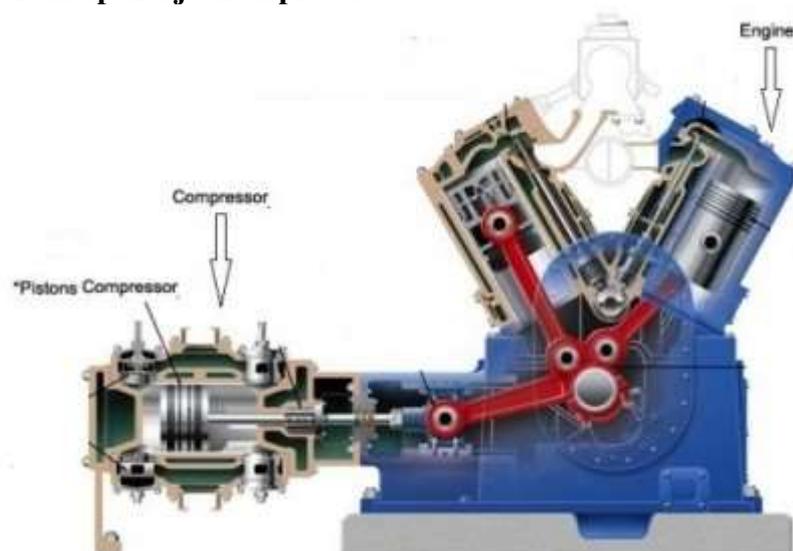
12. *Oil Scraper*

Berfungsi untuk mencegah kebocoran minyak pelumas pada frame.

13. 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.

2.4 Prinsip Kerja Kompresor



Gambar 9 Prinsip Kerja Kompresor

Jika piston compressor ditarik naik ke atas maka tekanan silinder bagian bawah akan turun sampai di bawah tekanan atmosfer sehingga udara luar akan masuk melalui celah katup hisap. Setelah itu, udara masuk ke dalam pompa kemudian piston turun ke bawah untuk memampatkan udara tersebut sehingga volume nya menjadi kecil atau udara tersebut mengalir ke tempat yang tekanan nya lebih rendah.