

BAB II

2.1. Tinjauan Pustaka

Kompresor udara di dalam kamar mesin sebuah kapal merupakan salah satu dari beberapa pesawat bantu yang ada di kapal. Fungsi kompresor adalah pesawat bantu yang berfungsi untuk mendapatkan udara kerja yang ditampung dalam tabung udara yang mempunyai tekanan lebih dari 1 ATM ($20 - 30 \text{ kg/cm}^2$). (Anonim, 2013)

Kompresor udara yaitu mesin untuk memampatkan udara. Secara umum biasanya mengisap udara dari atmosfer, yang secara fisika merupakan campuran beberapa gas dengan susunan 78 persen Nitrogen, 21 persen Oksigen dan 1 persen Campuran Argon, Carbon Dioksida, Uap Air, Minyak, dan lainnya. Namun ada juga kompresor yang mengisap udara dengan tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer dan biasa disebut penguat (*booster*). (Muhamadsubhan, 2010)

Kompresor keberadaanya sangat penting di atas kapal terutama disaat kapal berolah gerak, kompresor harus selalu dalam keadaan baik dan selalu siap untuk digunakan setiap saat sehingga dibutuhkan perawatan dan pengoperasian yang benar. Selain itu kompresor juga digunakan untuk *supplay* semua sistem yang menggunakan pneumatic control, seperti *pneumatic control*, *pneumatic control main engine* dan lain sebagainya. (Umar, Husein. 2004)

2.2. Jenis-jenis Kompresor

1. Ditinjau dari cara penempatan (kompresi) udara.
 - a. Jenis turbo menaikkan tekanan dan kecepatan gas dengan gaya sentrifugal yang di timbulkan oleh impeller atau dengan gaya angkat (lift) yang ditimbulkan oleh sudu.
 - b. Jenis perpindahan adalah kompresor yang menaikkan tekanan dengan memperkecil atau memampatkan volume gas yang diisap ke dalam silinder atau stator oleh torak atau sudu.
1. Menurut Fungsinya
 - a. Kompresor udara utama (main air compressor)

Kompresor udara utama adalah kompresor udara yang digunakan untuk menghasilkan udara bertekanan yang tinggi untuk mengisi botol angin utama (main air receiver) dan digerakkan oleh tenaga listrik electro motor.

b. Kompresor udara darurat (Emergency air compressor)

Kompresor udara darurat adalah kompresor udara yang diunakan untuk mengisi botol angin bantu (auxiliary air receiver) dan digerakan oleh tenaga independen secara mekanik dan digunakan saat mesin dalam kondisi black out. Sementara botol angin utama dan bantu kosong.

2. Klasifikasi kopresor menurut konstruksinya

a. Klasifikasi berdasarkan jumlah tingkat kompresi.

- (1) Kompresor satu tingkat.
- (2) Kompresor dua tingkat.
- (3) Kompresor banyak tingkat.

b. Klasifikasi berdasarkan penempatannya

- (1) Permanen/ stationary.
- (2) Dapat dipindah-pindah/ portable.

c. Klasifikasi berdasarakan cara pelumasannya

- (1) Pelumasan minyak.
- (2) Pelumasan tanpa minyak

d. Klasifikaso berdasarakan langkah kerja

- (1) Kompresor kerja tunggal/ single acting.
- (2) Kompresor kerja ganda/ double acting.

e. Klasifikasi berdasarakan susunan silinder “khusus kompresor torak”.

- (1) Mendatar.
- (2) Tegak.
- (3) Bentuk L.
- (4) Bentuk V .
- (5) Bentuk W.
- (6) Bentuk bintang.
- (7) Lawan imbang/ balans oposed.

f. Klasifikasi berdasarakan cara pendinginan

- (1) Pendinginan air.
- (2) Pendinginan udara.

g. Klasifikasi berdasarakan transmisi penggerak

- (1) Sabuk V
- (2) Roda gigi

2.3. Bagian-bagian Kompresor Udara

Dalam hal ini, penulis melakukan praktek lapangan tentang kompresor baik utama maupun bantu. Bagian-bagian dari kompresor udara dua tingkat adalah:

1. Torak / *piston*

Torak dibuat dari paduan ringan, dibagian atas dan bawah terdapat 3(tiga) buah alur. Alur tersebut nanti dipasang cincin torak (*piston ring*).

Besarnya cincin torak (*piston ring*) dan ukuran-ukuran cincin torak harus tepat pada alur pegasnya. Di bawah alur pegas terdapat 2 (dua) buah lubang untuk pena torak (*piston pin*) dengan pena torak ini dipasang batang torak (*connecting rod*).

2. Batang torak / *connecting rod*

Batang torak digunakan untuk menghubungkan torak (*piston*) dengan poros engkol (*crankshaft*) yang digunakan sebagai penggerak dari keduanya.

3. Poros engkol / *crank shaft*

Poros yang berada di tengah-tengah badan (*casing*) yang memutar batang torak dinamakan poros engkol (*crankshaft*). Salah satu ujung badan (*casing*) benar-benar terdapat ruangan bebas dari bocoran-bocoran udara luar, maka antara badang / rangka dengan poros engkol dipasang shaft seal (*packing poros*). Jika tidak memakai shaft seal maka minyak lubas atau gas dari casing bocor keluar lebih-lebih pada waktu poros engkol berputar cepat.

4. Silinder

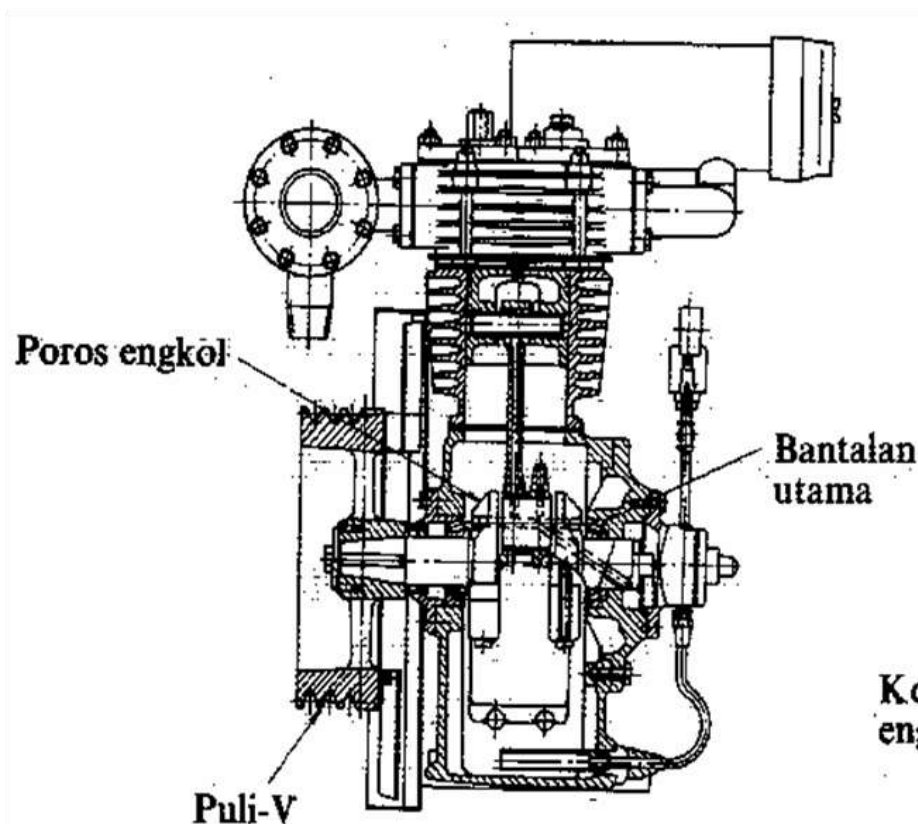
Digunakan sebagai tempat torak (*piston*) bergerak naik turun. Untuk mendapatkan kerapatan antara silinder dan torak, agar gerakan torak (*piston*) menghasilkan

penghisapan dan penekanan (kompresi) digunakan cincin torak (*ring piston*). Pemasangan cincin torak tidak boleh dalam 1 (satu) garis alur torak tetapi harus berselang-seling.

5. Silinder head

Digunakan sebagai tempat kedudukan mekanisme katub, katub tekanan tinggi dan katub tekanan rendah. Ruang bakar dan sebagai tutup blok silinder.

Bila kompresor dapat berjalan dengan baik, berarti di dalam unit kompresor yaitu: torak, batang penggerak, poros engkol dan silinder dapat berjalan sesuai fungsinya masing-masing.



Gambar 2.1
Bagian-
Bagian
Kompresor
Udara Dua
Tingkat

(Politeknik
Ilmu
Pelayaran,
Pesawat
bantu)

Kc
en

2.4. Perlengkapan Kompresor Udara

Pada kompresor udara utama dan bantu (cadangan) mempergunakan alat-alat lain agar kompresor udara dapat bekerja dengan aman dan tidak ada gangguan pada waktu kapal berlayar.

1. Alat-alat perlengkapan

a. Katup keamanan

Katup keamanan adalah katup yang digunakan untuk mengeluarkan tekanan lebih sudah diijinkan sehingga dapat menghindari terjadinya ledakan.



Gambar 2.2 Katup Keamanan. (Muhamad Subhan, 2010)

b. Katup cerat

Katup cerat adalah katup yang digunakan untuk mengeluarkan air dan kotoran-kotoran lain dari kompresor.

c. Gelas penduga minyak lumas

Gelas penduga minyak lumas adalah alat yang digunakan untuk mengetahui / melihat tinggi rendahnya minyak lumas di dalam system carter.

d. Saringan / Filter

Saringan atau filter adalah alat yang digunakan untuk menyaring udara agar tidak membawa kotoran.

e. Manometer

Manometer adalah alat yang digunakan untuk mengetahui tekanan kerja dan tekanan yang diijinkan 30 kg / cm^2 .



Gambar 2.3 Manometer. (KM, Indah Virgo)

f. Thermometer

Thermometer adalah alat yang digunakan untuk mengetahui suhu kompresor saat bekerja dengan suhu 80°C .

g. Pipa-pipa udara dan air

2. Alat-alat bantu kompresor yang lain adalah :

a. Tabung udara (botol angin) dengan tekanan maximum 30 kg/cm^2 .

b. Motor listrik sebagai tenaga penggerak.

c. Pemakaian dari pada alat-alat bantu tersebut juga perlu diperhatikan cara pemakaiannya, karena alat bantu tersebut sangat membantu jalannya kompresor udara.

2.5. Cara Kerja Kompresor Udara Jenis Torak dengan Dua Tingkat Tekanan

Cara kerja dari kompresor udara dua tingkat adalah sebagai berikut :

1. Udara di luar dihisap oleh torak tekanan rendah melalui saringan (filter) dan masuk ke dalam silinder melalui katup isap tekanan rendah.
2. Setelah dikompresi di dalam silinder udara keluar melalui katup tekanan rendah kemudian udara didinginkan pada intercooler dan kemudian udara masuk ke dalam silinder tekanan tinggi melalui katup isap tekanan tinggi.
3. Setelah dikompresikan udara keluar menuju tabung udara (botol angin) melalui katup tekanan tinggi.

Kebanyakan kompresor-kompresor udara berukuran kecil ($7-8 \text{ kg/cm}^2$) mempergunakan udara sebagai bahan pendingin silinder dan intercooler, dengan membuat dinding luar silinder berbentuk sayap-sayap dan demikian pula pipa-pipa intercoolernya menggunakan pipa sayap-sayap (*finned-tube*) yang aliran udaranya didapatkan dari kipas yang dipasang pada sambungan poros engkol.

Sedangkan kompresor udara ukuran menengah dan besar ($20-30 \text{ kg/cm}^2$), mesin penggerak akan berhenti dengan sendirinya apabila tekanan udara di dalam bejana melebihi batas tekanan maksimal 30 kg/cm^2 dan hidup kembali secara otomatis ketika udara yang berada didalam tangki bertekanan 20 kg/cm^2 sehingga kinerja kompresor lebih efisien dan menghemat daya listrik.

Sebagian bahan pendingin yang dipergunakan dalam kapal kebanyakan dipakai air laut, demikian dengan bahan pendingin untuk intercoolernya. Dan selama kompresor udara bekerja perlu adanya pendinginan, supaya kompresor tidak banyak mengalami kerusakan. Maka bagian tertentu diberi *zink anode* untuk menghindari korosi. Kompresor udara perlu adanya pendinginan yang berfungsi untuk :

- a) Memperkecil suhu udara
- b) Memperbesar rendemen volumetric
- c) Memperkecil kenaikan suhu pada kompresor

Adapun penjelasan tentang kompresor dengan dua tingkat tekanan adalah sebagai berikut :

- (1). Tingkat tekanan rendah

Udara dari luar dihisap melalui suction filter disaring agar kotoran- kotoran yang ikut terbawa atau udara luar tidak ikut kedalam komponen, selanjutnya piston bergerak mengisap dan menekan. Proses berawal ketika piston bergerak turun kebawah sehingga terjadi langkah isap dan katup isap terbuka jika tekanan didalam silinder lebih kecil dari tekanan udara luar sehingga udara masuk kedalam silinder dan katup tekan tertutup. Selanjutnya pada piston bergerak keatas terjadi langkah tekan (rendah) dengan katup tekan terbuka jika tekanan didalam silinder lebih besar dari tekanan katup tersebut, dan katup isap tertutup. Setelah mengalami pemampatan dalam silinder, udara akan panas. Oleh sebab itu setelah mengalami tingkat tekanan rendah yang pertama ditekan menuju piston yang kedua setelah terlebih dahulu didinginkan dalam cooler tingkat tekanan rendah yang pertama agar udara tidak panas yang merugikan untuk proses penekanan.

(2). Tingkat Tekanan Tinggi

Selanjutnya piston kedua bekerja seperti proses yang pertama, akan tetapi disini yang membedakan adalah tekanan udara didalam silinder lebih besar dari tekanan yang pertama dan ukuran diameter piston lebih kecil, hal ini di maksudkan untuk mendapatkan tingkat tekanan yang lebih tinggi sehingga katup tekan tinggi terbuka karena kita tahu bahwa volume yang sama besar (udara) ditekan pada ruang yang lebih kecil akan menghasilkan tekanan yang lebih besar. Setelah mengalami tekanan pada tingkat kedua udara mendapatkan pendinginan pada cooler. Pendinginan pada tingkat kedua ini dimaksudkan agar udara yang masuk kedalam tabung (bejana) tidak mengalami pemuaiian yang berlebihan, proses ini berjalan secara berulang-ulang sehingga udara bertekanan bisa di produksi dari kompresor ini.

2.6. Konstruksi Kompresor Udara Dua Tingkat

Kompresor udara secara garis besar terdiri dari perangkat pemampat, penggerak dan peralatan bantu / peralatan keselamatan.

1. Perangkat pemampat

a. Silinder dan kepala silinder

Silinder merupakan suatu bejana kedap udara dimana torak begerak bolak balik untuk menghisap dan mamampatkan udara. Tutup silinder (kepala silinder) terbagi

dua ruangan, satu sebagai sisi isap dan yang lain sebagai sisi tekan. Sisi isap dilengkapi dengan katup isap dan sisi tekan terdapat katup tekan. Silinder terbuat dari baja tuang dengan kekuatan dan ketebalan yang sudah ditentukan. Pelapis silinder terbuat dari baja dilapisi Mildsteel dengan konsentrasi mildsteel sekitar 0,03 %

b. Torak dan cincin torak

Cincin torak terpasang pada alur torak yang berfungsi mencegah kebocoran antara permukaan torak dan silinder. Jumlahnya tergantung dari perbedaan tekanan antara sisi atas dan bawah, biasanya pemakaian 2 sampai 4 buah cincin. Cincin penyapu minyak digunakan untuk menyeka minyak yang terpercik pada dinding silinder.

Torak terbuat dari campuran baja tuang dan *High carbon steel* sehingga mempunyai kekuatan dan kekakuan yang tahan terhadap suhu dan panas yang tinggi. Campuran High carbon steel dalam torak mempunyai konsentrasi sekitar 1-2 %.

c. Katup

Terdiri dari katup isap dan katup tekan, dimana pembukaan dan penutupan sebagai akibat dari perbedaan tekanan yang terjadi antara bagian dalam dan bagian luar silinder. Katup terdapat dalam berbagai bentuk konstruksi, yang sering dipakai saat ini adalah jenis katup cincin, katup pita (*reed*), katup kanal dan katup kepak (*flapper*).

d. Poros engkol dan batang penggerak

Poros engkol dan batang penggerak digunakan untuk mengubah gerak berputar menjadi gerak bolak-balik. Poros engkol ditumpu oleh bantalan utama dan batang penggerak dipasang pada pena engkol yang letaknya simetris terhadap sumbu putar.

Batang penggerak terbuat dari campuran baja tuang dan Medium carbon steel dengan kekuatan yang telah ditentukan. Campuran Medium carbon steel didalam batang penggerak mempunyai konsentrasi sekitar 1-1,5 %.

e. Kotak engkol

Kotak engkol berfungsi menopang bantalan utama poros engkol, penampung minyak, dengan demikian konstruksi harus kokoh, tertutup penuh dan kekakuan

yang tinggi. Kotak engkol terbuat dari besi tuang yang dicetak dan memiliki konstruksi yang kuat dan presisi terhadap poros engkol dan silinder. Kotak engkol harus tahan terhadap suhu dan panas tinggi yang ditimbulkan oleh gerakan dari poros engkol dan torak didalam silinder.

2. Perangkat penggerak

Perangkat penggerak yang dipakai di atas kapal antara lain :

- a. Tenaga penggerak dengan menggunakan motor listrik
- b. Tenaga penggerak dengan menggunakan motor diesel

Meskipun dengan tenaga penggerak berbeda tetapi fungsi dari keduanya sama dan tidak mempengaruhi jalannya kapal

3. Peralatan bantu dan peralatan keselamatan

Agar kompresor udara dapat bekerja dengan sempurna maka perlu dilengkapi dengan peralatan bantu dan peralatan keselamatan. Peralatan yang penting tersebut adalah :

a. Peralatan Bantu

(1) Saringan udara

Berguna untuk menyaring udara yang akan dihisap oleh kompresor. Saringan yang banyak dipakai saat ini adalah tabung-tabung penyaring yang ditempatkan dalam kotak berlubang-lubang dicelupkan dalam genangan minyak.

(2) Bejana udara

Digunakan untuk menyimpan udara tekan agar apabila terdapat kebutuhan udara tekan yang berubah jumlahnya dapat dilayani dengan lancar.

(3) Intercooler

Kompresor juga dilengkapi dengan peralatan bantu lain, yaitu *intercooler* yang berfungsi untuk mendinginkan udara di dalam kompresor.

b. Peralatan Keselamatan

(1) Katup keselamatan

Terpasang pada pipa keluar dari setiap tingkat kompresor. Katup akan membuka jika tekanan melebihi 1,2 kali tekanan normal di kompresor untuk membuang udara. Dan harus menutup kembali jika tekanan sudah maksimum dan sangat dekat dengan tekanan normal.

(2) Peralatan keselamatan lain

Kompresor juga dilengkapi alat keselamatan lain, yaitu manometer, *drain cock*, *unloader device*, *fusible plug*, *bursting disc*, alat penunjuk tekanan (tekanan udara dari tekanan minyak), alat petunjuk temperatur (temperatur udara, temperatur air pendingin, temperatur minyak) dan pengaliran air.

2.7. Pelumasan dan Pendinginan Kompresor Udara

1. Pelumasan

Pelumasan dipakai untuk melumasi bagian-bagian yang bergesekan di dalam kompresor. Selain itu fungsi pelumas yang penting untuk mencegah keausan dan untuk mendinginkan bagian-bagian yang saling bergesek.

Pada suhu rendah, kompresor udara tidak boleh menimbulkan kotoran-kotoran atau endapan. Pada suhu tinggi minyak pelumas juga tahan terhadap tekanan tinggi.

Fungsi Minyak Pelumas yaitu :

- a. Mengurangi gesekan yang terjadi
- b. Mengurangi getaran-getaran yang terjadi
- c. Memperhalus suara mesin
- d. Menambah kekuatan mesin di dalam sistem
- e. Sebagai media pendingin

2. Pendinginan

Pendinginan adalah penurunan suhu pada bagian-bagian kompresor di bawah suhu yang diperbolehkan.

a. Tujuan pendinginan kompresor udara adalah :

- (1) Untuk mempertinggi efisiensi proses kompresi udara
- (2) Untuk memperbesar masa

- (3) Agar suhu-suhu bagian kompresor masih di bawah batas yang diperbolehkan
- b. Media pendingin pada kompresor udara, berdasarkan media pendingin yang dipakai, pendingin dibedakan menjadi dua yaitu:
- (1) Media pendingin dengan udara
Udara sebagai media pendingin dialirkan ke dalam pendingin dengan bantuan kipas angin.
 - (2) Media pendingin dengan air
Air sebagai media pendingin dipompa ke dalam bagian yang didinginkan untuk mendinginkan bagian tersebut sehingga menjadi suatu sirkulasi.

2.8. Gambaran Umum Obyek Penulisan

1. Sejarah Singkat KM. INDAH VIRGO

KM. Indah Virgo, merupakan kapal barang milik PT. BINTAN MEGAH ABADI. Kapal ini memiliki GRT 1016 M/T dan NRT 321 M/T dengan panjang keseluruhan 65,50 meter dan lebar 10,50 meter, dengan rute pelayaran Sunda Kelapa, Jakarta-Sribaintan, Tanjung Pinang.

Selanjutnya data tentang spesifikasi kapal :

SHIP PARTICULARS

Nama Kapal	: KM. INDAH VIRGO
Tanda Panggilan	: Y D C O
Bendera	: Indonesia
IMO Number	: 8904783
Daerah Operasi	: TRAMPER
Type Kapal	: Cargo Container
Ukuran	: Isi kotor : GT. 1016 M/T
Isi bersih	: NT 321 M/T

Panjang Kapal : LOA : 65,50 M
LBP : 61,68 M
Lebar Kapal : 10,50 M
Dalam Kapal : 6 M
Jumlah Palka : 1 Palka
Dereck/ Crane : Jumlah : 2 buah crane
Kapasitas angkat : Max15ton/13 ton
Mesin Induk : HANSHIN LH 28G - 1000 HP
Pemakaian Bahan Bakar : Jenis : Solar
Jumlah putaran : 1800 RPM
Pemakaian bahan bakar : 200 Ltr/Jam

Mesin Bantu I : YANMAR -160 HP
Jumlah Putaran : 1800 RPM
Pemakaian Bahan Bakar : 25 Ltr/Jam

Mesin Bantu II : MITSUIDEUTZ 160 HP
Jumlah Putaran : 1800 RPM
Pemakaian Bahan Bakar : 25 Ltr/Jam

Mesin Crane I : MITSUBISHI/6DBI0C 200 HP
Jumlah Putaran : 1600 RPM
Pemakaian Bahan Bakar : 15 Ltr/Jam

Mesin Crane II : MITSUBISHI 118 HP
Jumlah Putaran : 1500 RPM
Pemakaian Bahan Bakar : 15 Ltr/Jam

Kecepatan Kapal : 6 Knot

Bahan Bakar : Solar

Kapasitas Tanki Bahan Bakar: a. Tanki 1 Kapasitas : 17.500 Ltr

b. Tanki 2 Kpasitas : 17.500 Ltr

Tanki Harian : a. Mesin Induk Kapasitas : 1000 Ltr

b. Mesin Bantu Kapasitas : 6000 Ltr