

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Udara Pejalan Mesin Induk (*Main Engine of Starting Air System*)

Mesin induk diatas kapal, baik diesel 4-tak maupun 2-tak digunakan udara untuk *start engine*, Udara ini diproduksi dari kompresor udara dan ditampung di bejana udara (*air reservoir*). Tekanan kerja untuk udara pejalan ini dimulai dari tekanan 25 - 30 bar. Menurut SOLAS, Bahwa untuk mesin digerakkan langsung tanpa *reduction gear* (*gear box*) harus dapat distart 12 kali tanpa mengisi lagi, Sedangkan untuk mesin - mesin dengan *gear box* dapat distart 6 kali (H. Nurdin, Mesin Induk, 2002).

Sistem start dibagi menjadi 2 kategori, Yaitu Direct dan Indirect, Direct yaitu starting dilakukan dengan perlakuan langsung terhadap ruang bakar /piston dengan mensuplai tekanan udara keruang bakar sehingga piston akan bergerak. Sedangkan untuk Indirect yaitu starting engine yang dilakukan dengan perlakuan terhadap crankshaftnya atau flywheelnya yaitu dengan memutar flywheel menggunakan motor (Anthoni Corder, *Air Starting System*, 2001). Sistem *starting* yang digunakan pada *main engine* di kapal sering menggunakan media udara bertekanan yang disuplai kedalam silinder karena kebanyakan mesin yang digunakan berukuran besar. Penginjeksian udara bertekanan ini dilakukan dengan urutan yang sesuai untuk arah putaran yang disyaratkan (Dr. Gunawan Hanafi, 2001).

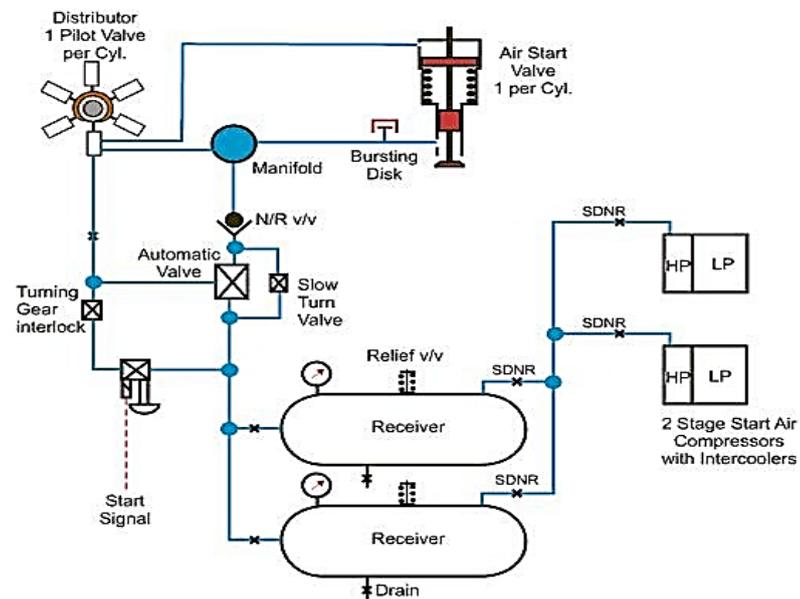
Suplai udara bertekanan di simpan dalam tabung udara (*bottles*) yang siap digunakan setiap saat. Sistem *starting* umumnya dilengkapi dengan katup pembaglik (*interlocks valve*) untuk mencegah *start* jika segala sesuatunya tidak dalam kondisi kerja. Udara bertekanan di produksi oleh kompresor dan disimpan pada tabung (*air receiver*). Udara bertekanan lalu di suplai oleh pipa menuju *automatic valve* dan kemudian ke katup udara *start* silinder. Pembukaan katup *start* akan memberikan udara bertekanan ke dalam silinder. Pembukaan katup silinder dan *automatic valve* dikontrol oleh *pilot airtsystem*.

Start pada *engine*. Jika lengan ini dioperasikan, suplai *pilot air* mampu membuka *automatic valve*. *Pilot air* untuk arah operasi yang sesuai juga disuplai ke distributor udara. Alat ini umumnya digerakkan dengan *cam shaft* dan memberi *pilot air* ke silinder kontrol dari katup *start*. *Pilot air* lalu disuplai dalam urutan yang sesuai dengan operasi mesin. Katup udara pejalan dipertahankan tertutup oleh pegas jika tidak digunakan dan dibuka oleh *pilot air* yang langsung memberi udara bertekanan ke dalam silinder. Sebuah *interlock* didalam *automatic valve* yang menghentikan pembukaan katup jika *turning gear engine* menempel. Katup ini mencegah udara balik yang telah dikompresikan oleh mesin kedalam sistem. Dan berikut ini merupakan pengelompokan dari sistem udara pejalan antara lain :

1. *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 :

- a. 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.
- b. Kapasitas total udara start dalam tabung harus dapat diisi dari tekanan atmosfer sampai tekanan kerja 30 bar dalam waktu 1 jam.
- c. Tabung udara disediakan dua dengan ukuran yang sama dan dapat digunakan secara independen.
- d. 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.
- e. Jika sistem udara pejalan digunakan untuk *starting auxiliary engine*, mensuplai peralatan *pneumatic*, Peralatan *manoeuvering*, Atau *tyfon*.



Gambar 1 Sistem Udara Pejalan Mesin Induk

(Agus. 2011. Sistem Udara Pejalan. Tersedia:

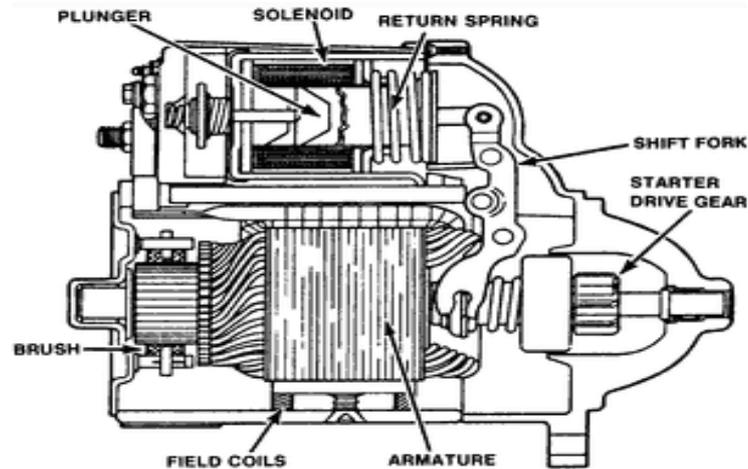
https://dlscrib.com/download/enginestarting_5aa91ed2e2b6f5ae278c2ebc_pd)

2. 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 :

- 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 batrai harus mampu untuk *starting main engine* dalam kondisi dingin. Total kapasitas baterai harus cukup untuk operasi selama 30 menit tanpa pengisian.
- 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. Jikahanya satu *auxiliary engine distart* dengan listrik satu baterai cukup.

- c. Baterai *start* hanya boleh digunakan untuk *starting* (pemanas mula jika perlu) dan untuk memonitor peralatan yang ada pada mesin.



Gambar 2 *Electric Stater*

(Cross Lanes. (2010). *Electric Stater*. Tersedia:

<https://www.mgexp.com/forum/mgb-and-gt-forum.1/what-does-the-starter-solenoid-do.1581099/>)

3. 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 dan dipasang dengan *non-RV* pada *outlet*.
- 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. *Tyfans* 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.

4. Katup Udara (*Air Valve*)

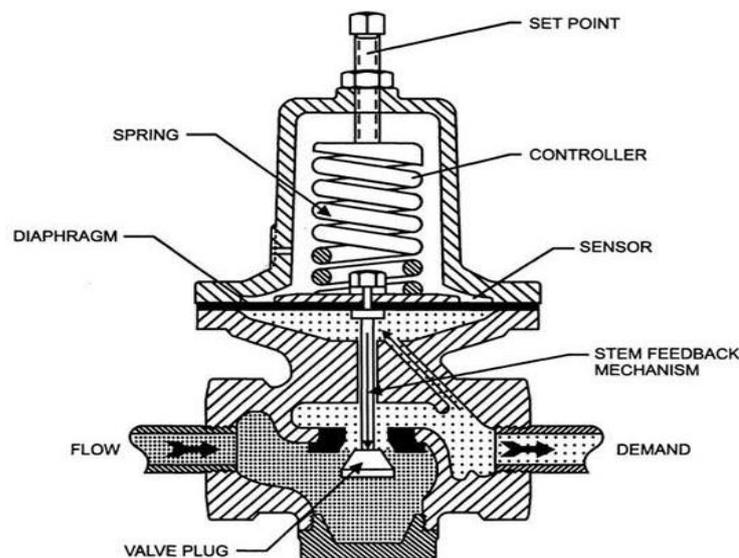
Menurut Anthoni Corder katub udara merupakan bagian penting dalam *air starting system* supaya udara dapat di transfer tanpa adanya kebocoran, macam-macam katup udara adalah sebagai berikut :

a. Main starting valve

Main starting valve berfungsi sebagai katup penyalur untuk pembagi ke masing-masing kepala silinder dan penyalur udara untuk pejalan.

b. Reducing valve

Berfungsi untuk menurunkan tekanan dari 30 bar menjadi 7 bar untuk membuka refresing gear sebagai udara control dan untuk mengontrol di governor.

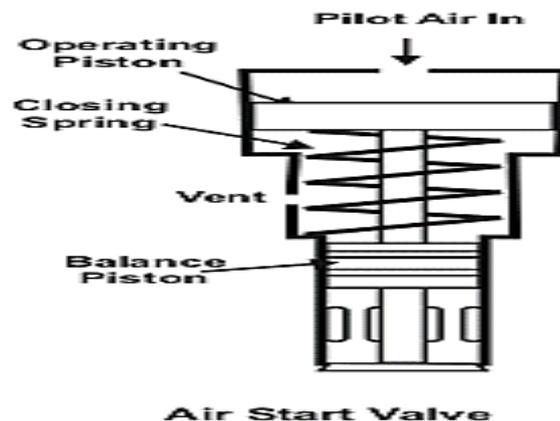


Gambar 3 *Reducing station*
(AMCMADIA. 2018. *Reducing station valve*. Tersedia:

<http://emcmedia.co/pressure-reducing-valve-location/pressure-reducing-valve-location-typical-steam-pressure-reducing-valve-station-pressure-reducing-valve-in-house/>)

c. Air starting valve

Air starting valve berfungsi untuk menyalurkan udara *start* kedalam *cylinder liner* terdiri dari katup utama, *Piston*, *Bushing* dan *spring* yang merupakan komponen utama dari *starting valve*. Katup utama akan membuka jika udara kontrol menekan piston sehingga katup terbuka dan udara bertekanan 30 bar masuk ke ruang bakar menekan piston. Hal tersebut berlangsung berurutan sesuai dengan urutan *firing order* sampai terjadi pembakaran di ruang bakar. Setelah terjadi pembakaran di ruang bakar maka *starting air control valve* akan berhenti bekerja dan semua *starting valve* akan menutup. Berfungsi sebagai katup penyalur untuk pembagi ke masing-masing kepala silinder dan penyalur udara untuk menjalankan mesin.



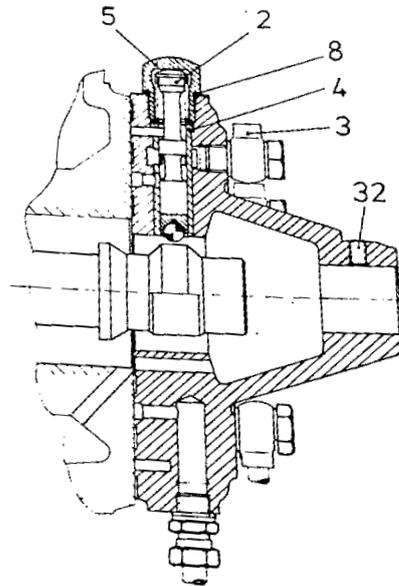
Gambar 4 *Air Starting Valve*

(Open cube. 2012. *Air Starting Valve*. Tersedia:

http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/Other_info/air_start_valve.htm)

d. Distributor valve

Distributor valve berfungsi sebagai pembagi pada katup udara pejalan (*air starting valve*) yang bekerja menggunakan *plunger* dan menentukan katup *starting valve* mana yang harus dibuka untuk menghidupkan mesin.



Gambar 5 *Distributor Valve*

(India. 2011. *Air Distributor System*. Tersedia:

<https://www.indiastudychannel.com/resources/144751-Types-And-Working-Of-Starting-System-Diesel-Engines.as>)

2.2 Prinsip Kerja Sistem Udara Pejalan

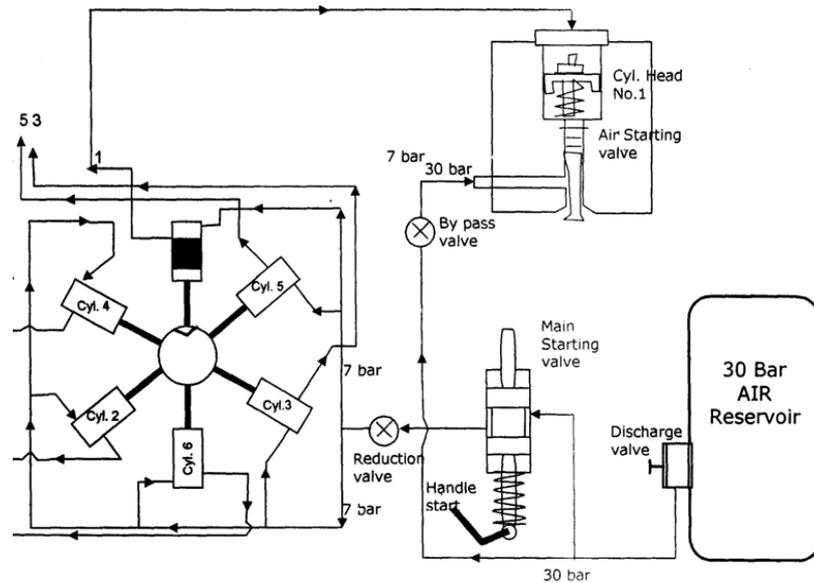
Mesin utama yang digunakan untuk *start* dilakukan oleh udara bertekanan dari tabung udara tekan, Yang kemudian dimasukkan ke silinder dalam rangkaian yang sesuai untuk arah yang dibutuhkan. Cara kerja dari sistem ini adalah dengan memampatkan udara yang disuplai oleh kompresor ke tabung udara tekan. Udara bertekanan lalu disuplai oleh pipa menuju *automatic valve* dan kemudian ke katup udara *start* silinder. Pembukaan katup *start* akan memberikan udara bertekanan ke dalam silinder. Pembukaan katup silinder dan *automatic valve* dikontrol oleh *pilot air sistem*. *Pilot air* ini diberi dari pipa besar dan menerus ke katup pengontrol yang dioperasikan dengan lengan udara pejalan pada mesin. Jika lengan ini dioperasikan, Suplai *pilot air* mampu membuka *automatic valve*.

Alat pada mesin ini digerakkan dengan *camshaft* dan memberi *pilot air* ke silinder kontrol dari katup pejalan. *Pilot air* lalu

disuplai dalam urutan yang sesuai dengan operasi mesin. Katup udara pejalan dipertahankan tertutup oleh pegas jika tidak digunakan dan dibuka oleh *pilot air* yang langsung memberi udara bertekanan ke dalam silinder. Sebuah *interlock* didalam *automatic valve* yang menghentikan pembukaan katup jika *turning gear engine* menempel. Katup ini mencegah udara balik yang telah dikompresikan oleh mesin ke dalam sistem (J.H Jusak, 2001).

Adapun penjelasan yang singkat dari prinsip kerja udara pejalan untuk *start engine* baik pada saat kapal berangkat ataupun saat olah gerak, Dilaksanakan sebagai berikut :

1. Udara dari bejana udara minimal 20 kg/cm² (20 bar) karena bila tekanan udara dibawahnya, maka udara tersebut tidak mampu menekan piston kebawah.
2. Katup tekan di bejana udara dibuka penuh, maka udara akan keluar ke *main starting valve*. Setelah udara tersebut direduksi tekanannya hingga ± 10 bar.
3. Bila *handle start* ditekan kebawah, maka udara keluar dari sistem sebagian masuk dulu ke *distributor valve* dan sebagian lagi ke *cylinder head air starting valve*. Udara start ini diatur oleh *distributor valve* dengan tekanan 10 bar mana yang bekerja pada proses *expansi* (hanya ada 1 silinder yang bekerja) melalui *plunyer* yang dihubungkan dengan *firing ordernya* (misalnya motor diesel 4 tak adalah 1-3-5-6-4-2).
4. *Distributor valve* mengatur *plunyer* yang bekerja dan udara ini langsung menggerakkan piston melalui *air starting valve di cylinder head*. Udara supli ini diperoleh dari bejana udara. Jadi udara tersebut melaksanakan kerja parallel, disamping mengatur ke *distributor valve* sekaligus untuk udara pejalan mendorong piston kebawah pada tekanan minimal 7 bar sesuai tekanan .



Gambar 6 Engine Starting system

(India. 2011. *Air Distributor System*. Tersedia:

<https://www.indiastudychannel.com/resources/144751-Types-And-Working-Of-Starting-System-Diesel-Engines.asp>)

5. Udara pejalan dengan tekanan 30 bar disuplai oleh *starting air compressor* menuju ke *starting air receiver* dan dari *starting air receiver* menuju ke *air inlet* pada mesin. Melalui *reduction station* udara ditekan atau dimampatkan pada tekanan 7 bar yang disuplai ke mesin sebagai mengontrol udara untuk sistem manuver, Dan untuk *exhaust valve air spring*, melalui kontrol pemasukan udara.