

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

##### 1. Pengertian Udara

Udara adalah campuran berbagai gas yang tidak berwarna dan tidak berbau (seperti oksigen dan nitrogen) yang memenuhi ruang di atas bumi seperti yang kita hirup apabila kita bernapas. Kehadiran udara hanya dapat dilihat dari adanya angin yang menggerakkan benda.

Hubungan antara udara terhadap mesin adalah udara berfungsi sebagai bagian dari kebutuhan pembakaran di dalam mesin diesel. Udara dari luar sistem yang dihisap dan masuk kedalam mesin dan dikompresikan dengan bahan bakar yang selanjutnya menghasilkan tenaga bagi mesin diesel tersebut.

Motor diesel adalah jenis dari mesin pembakaran dalam. Karakteristik utama pada mesin diesel yang membedakannya dari motor bakar yang lain, terletak pada metode pembakaran bahan bakarnya. Pada motor diesel penyalaan bahan bakar disemprotkan/diinjeksikan ke dalam ruang bakar yang berisi udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi. Bercampurnya bahan bakar dengan oksigen ( $O_2$ ) akan menghasilkan proses pembakaran. Udara yang masuk ke ruang bakar dimasukkan dengan tekanan dari turbocharger

##### 2. Teori Penyediaan Udara

Menurut P. Van Maanen Adapun fungsi dari *Turbocharger* adalah menghasilkan udara tekan dari *blower side* ke ruang pembakaran. *Turbocharger* juga dipasang sebagai usaha untuk mengurangi kerugian pembuangan yang cukup besar dari gas buang melewati saluran buang. Dalam

hal ini gas buang dimanfaatkan untuk menggerakkan *turbin side* untuk menggerakkan *kompresor side*.

*Kompresor side* tersebut memompa udara masuk kedalam silinder sehingga menaikkan tekanan dan jumlah udara masuk ke dalam silinder. Dengan demikian maka jumlah bahan bakar yang di masukan kedalam silinder dapat diperbanyak, sehingga daya mesin dapat diperbesar. Apabila campuran bahan bakar dengan udara tekan yang tidak seimbang maka proses pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna. Hal tersebut akan mengakibatkan terjadinya pembakaran susulan (Detonasi), hal ini jelas menambah beban mekanisme pada silinder serta panas yang dari silinder.

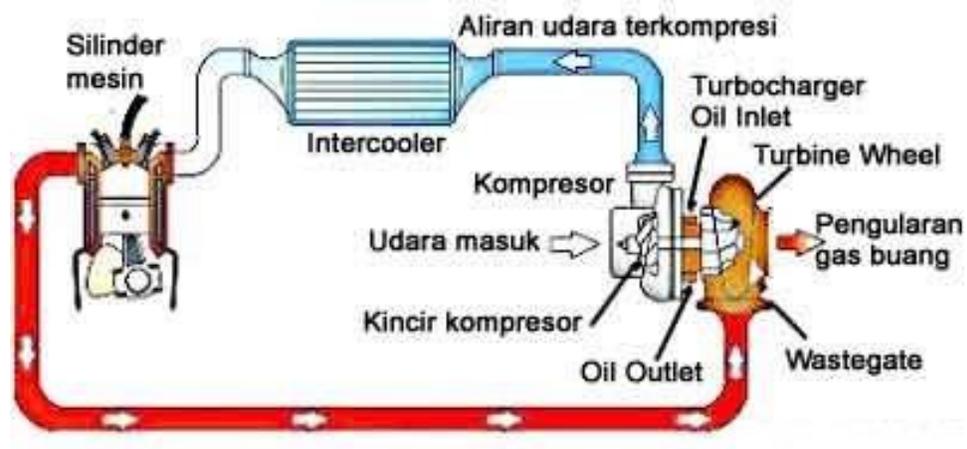
## **2.2 Pengertian Udara Pembakaran**

Pembilasan pada motor bakar adalah suatu proses pengeluaran gas buang dari dalam silinder yang digantikan oleh udara baru yang masuk ke dalam silinder. Pada mesin diesel 4 tak Untuk mengeluarkan gas buang dari dalam silinder dan mengisinya lagi dengan udara baru dilakukan oleh torak masing-masing silinder itu sendiri. Pada saat langkah isap udara baru masuk melalui klep isap, lalu udara dimampatkan untuk dilanjutkan ke langkah kompresi dan usaha, lalu setelah terjadi pembakaran udara sisa pembakaran ditekan keluar oleh torak melalui klep buang, proses tersebut terjadi berulang secara sistematis.

Pada motor diesel 4 tak terjadi juga pembilasan yaitu saat katub masuk dan katub buang terbuka bersama-sama (over lapping), dimana udara baru mendorong gas buang keluar silinder. Pembilasan pada motor 4 tak terjadi cepat sekali (pembilasan 2 tak lebih lama ), karena ruang silinder motor 4 takt lebih bersih dari pada silinder 2 tak atau karena pembukaan dan penutupan katub – katub masuk dan buang tidak diatur oleh torak, tetapi diatur oleh camshaft, sehingga motor 4 tak lebih bersih dibandingkan silinder motor 2 tak. Pembilasan pada motor 4 tak, diutamakan dengan tujuan untuk membersihkan ruang pembakaran dan untuk pendingin pembilasan dengan menggunakan pompa pembilas disebut

*supercharging*. Pada motor–motor yang modern *supercharging* ini disempurnakan dengan memakai sebuah turbin gas buang yang dipergunakan menggerakkan *blower* untuk menghasilkan udara yang bertekanan lebih dari 1 atm, sebuah alat ini disebut *turbocharger*.

Dalam mesin induk untuk mendapatkan tekanan udara yang optimal tentunya sebuah mesin induk harus dilengkapi dengan instrumen pendukung untuk mendapatkan tenaga yang optimal pula. Sehingga operasional kapal dapat berjalan dengan lancar. Dalam sistem pembilasan pada mesin induk terdapat beberapa instrumen yang mempengaruhi turunnya tekanan udara bilas diantaranya adalah *Turbocharger* dan *intercooler*.



Gambar 2.1 Sistem Pemasukan Udara Bilas  
( Sumber : [www.eprints.ums.ac.id](http://www.eprints.ums.ac.id) )

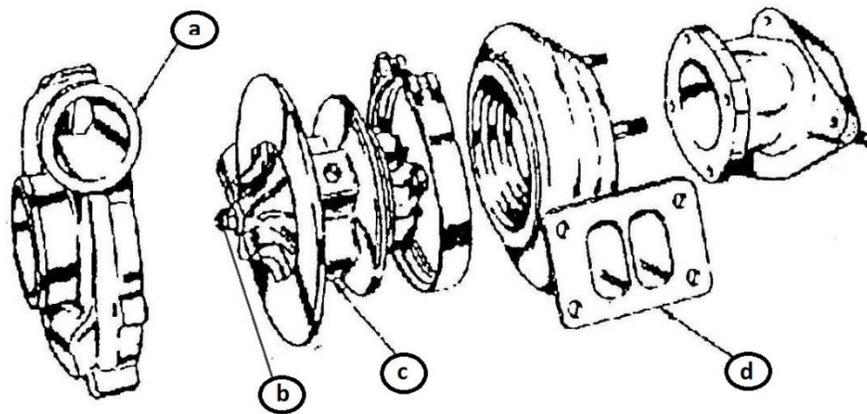
### 2.3 Turbocharge

Turbocharger adalah sebuah kompresor *sentrifugal* yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari udara sisa pembakaran *engine*. Biasanya digunakan dalam pembakaran mesin untuk meningkatkan tenaga dan

efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara bilas yang masuk ke dalam silinder mesin. merupakan suatu alat yang memanfaatkan gas buang hasil pembakaran untuk menggerakkan turbin dan dipasang seporos dengan blower yang disebut compressor. Turbocharger berputar dengan kecepatan sekitar 26.000 rpm menghasilkan udara dengan tekanan lebih untuk dimanfaatkan menaikkan tekanan udara masuk pada motor bakar.

*Turbocharger* ditemukan oleh seorang insinyur Swiss Alfred Buchi. Patennya untuk *turbocharger* diaplikasikan untuk dipakai tahun 1905. Lokomotif dan kapal bermesin diesel dengan *turbocharger* mulai terlihat tahun 1920.

Adapun bagian-bagian utama yang terdapat pada turbocharger adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Konstruksi Turbocharge  
( Sumber : [www.artikel-teknologi.com](http://www.artikel-teknologi.com) )

a. Rumah kompresor (*Blower*)

Rumah kompresor adalah tempat bagi *blower* untuk meghisap udara luar yang kemudian diteruskan menuju *intercooler*. Rumah kompresor terbuat dari bahan alumunium bersambungan dengan bagian pusat inti (*centre core*) ditopang oleh jaminan baut dan cincin pelat.

b. *Shaft Turbocharger (Turbine shaft)*

Definisi dari *shaft* atau poros ini adalah suatu stasioner yang berputar untuk menghubungkan 2 bagian atau lebih, yang disini fungsinya menghubungkan antara *turbine side* dan *compressor wheel*, biasanya terbuat dari bahan logam, stainless steel, baja, besi cor, dan sebagainya tergantung tempat atau bagian tersebut, bagian ini juga terletak pada bagian inti yang menjadikannya bagian yang sangat penting pada *turbocharger*. Biasanya bagian ini sangat perlu sebuah pelumasan.

c. Pusat Inti (*Centre core*)

Adalah bagian inti dari *turbocharger* yang memanfaatkan gaya dari gas sisa pembakaran dalam silinder untuk menggerakkan *blower* yang menyalurkan udara bertekanan kedalam ruang pembakaran, pada bagian rumah pusat inti terdapat poros turbin dan turbin serta roda kompresor (*blower*), bantalan, ring, cincin pelat, *oil deflector*. Bagian-bagian yang berputar termasuk *turbin shaft*, *Compressor wheel*, *shaft bearing*, *thrust washer* dan *oil seal ring*. Komponen-komponen ini ditunjang oleh bagian *center housing*. Bagian-bagian yang berputar pada *turbocharger* dioperasikan pada kecepatan dan temperature yang tinggi sehingga materialnya dibuat sangat selektif dengan kepresisian yang tinggi.

d. Rumah Turbin

Adalah tempat turbin menerima gaya aksial dari gas sisa pembakaran (*exhaust gas*) kemudian diteruskan lewat poros (*shaft*) menuju *blower*. Rumah turbin terbuat dari bahan *cast steel* dan bersambungan dengan bagian rumah pusat inti atau *centre core* dengan memakai cincin baja penjamin, diantaranya sambungan rumah turbin dan manifold buang dipasang gasket yang terbuat dari bahan *stainless steel* untuk menjamin sambungan tersebut. *Turbocharger* terdiri dari dua bagian yaitu sisi turbin dan sisi blower. Kerangka yang menyelubungi kedua bagian itu berbentuk lingkaran yang terbagi menjadi dua ruang terpisah yang didinginkan oleh air dan terlindung

dari panas gas buang. Kerangka sisi turbin terdapat satu atau beberapa *flens* sebagai tempat masuknya gas buang dimana bagian ini didinginkan oleh air yang berasal dari sistem pendinginan mesin induk. Gas buang yang masuk ke dalam sisi turbin akan diteruskan menuju *nozzle blade ring* dan kemudian akan diarahkan tepat pada sudu-sudu rotor, setelah itu gas buang akan melewati sudu-sudu gerak (*moving blades*) dengan kecepatan tinggi.

Gas buang yang lewat di sudu-sudu rotor menyebabkan berubahnya arah aliran gas buang yang menghasilkan perubahan daya gerak dan kemudian mendesakkan suatu gaya pada sudu-sudu turbin. Gaya ini menyebabkan rotor berputar dengan kecepatan tinggi. Gas buang meninggalkan rotor menuju ruangan yang terhubung langsung dengan saluran gas buang (*exhaust gas manifold*).

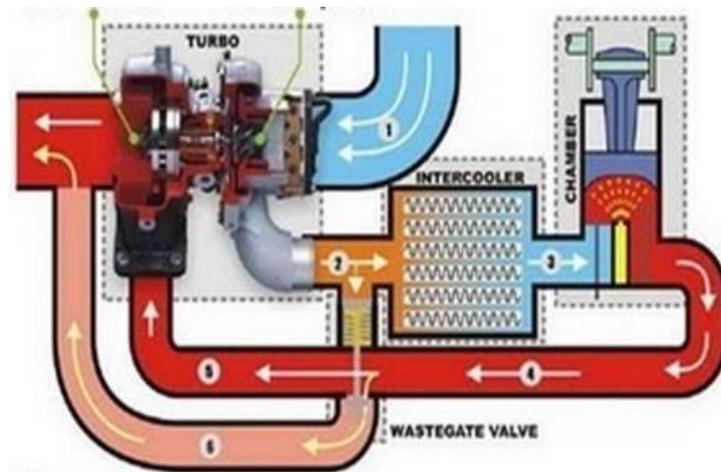
Kerangka dari sisi blower dilengkapi dengan saringan udara masuk (*air filter*), sisi blower juga dilengkapi dengan *splitter* yang berfungsi sebagai jalur aliran udara dan untuk mengurangi terjadinya kehilangan udara yang disebabkan oleh perubahan arah aliran itu sendiri.

Rotor terbuat dari sebuah poros yang berlubang dimana rotor turbin dan *impeller* udara terpasang, sering kali *impeller* dibuat menjadi dua bagian untuk memperbanyak produksi udara. Tiga *gland labyrinth* dipasang pada rotor, satu terletak di antara ujung akhir turbin dengan *seal* poros yang bertujuan untuk mencegah kebocoran gas buang. Bagian kedua dipasang di ujung dekat *blower* yang bertujuan menghindari keluarnya minyak pelumas dari *bearing*, sedangkan bagian terakhir terletak diantara rotor turbin dan *impeller*.

#### **2.4 Intercooler**

Sebelum udara masuk kedalam ruang silinder udara tersebut di dinginkan oleh *intercooler*. *Intercooler* adalah suatu pesawat yang berfungsi mendinginkan udara yang dihasilkan oleh turbocharger supaya masa jenis udara tekan naik sehingga berat kepadatan udara meningkat dan menurunkan suhu gas buang dan beban

panas yang diterima mesin induk. *Intercooler* yang kotor menyebabkan kurangnya jumlah udara murni yang masuk kedalam ruang silinder. Massa jenis udara menentukan massa bahan bakar yang dapat dibakar pada setiap langkah dalam silinder dan menentukan daya maksimal pada mesin. Jika massa udara dalam setiap langkah meningkat maka besar massa bahan bakar pada setiap silinder yang dapat dibakar juga akan meningkat. (Pounder, 1972: 32)



Gambar 2.3 Posisi Intercooler  
( Sumber : [www.panjimitiqo.wordpress.com](http://www.panjimitiqo.wordpress.com) )

Untuk mendapatkan hasil tersebut diatas maka para masinis harus selalu siap dan siaga, pintar dan memahami pengoperasian peralatan dalam tugasnya dan dalam melaksanakan tugas pengoperasian dan perawatannya tidak dengan cara diduga-duga sesuai dengan kebiasaan yang buruk dapat menyebabkan *intercooler* pada motor induk tidak bisa berfungsi dengan baik bahkan dapat menimbulkan kerusakan yang lebih fatal. Untuk dikatakan *intercooler* dapat bekerja secara sempurna, bila *intercooler* mampu bekerja dengan tekanan dan suhu yang normal pada beban penuh (*full speed*). Disini dijelaskan bahwa dimana penulis bekerja

mesin penggeraknya memakai motor diesel yang menggunakan pengisian tekan *turbocharger* yang dilengkapi dengan alat penurun panas atau pendinginan udara.

Hambatan yang terjadi dan dapat mengakibatkan turunnya tekanan udara pembakaran pada motor induk adalah:

a. Kotornya *intercooler* baik *air side* dan *sea water side*.

Pendingin udara tersumbat pada kisi-kisinya yang disebabkan oleh udara yang dihisap *Turbocharge* kurang bersih, hal ini disebabkan udara tersebut berasal dari ruang kamar mesin (*Engine Room*) yang banyak mengandung minyak atau jelaga-jelaga dari *exhaust manifold* yang bocor, baik dari mesin induk atau motor bantu.

Selanjutnya udara dihisap melalui *blower* pada turbo mesin induk dan pada sisi *blower* terpasang saringan yang terbuat dari kasa-kasa. Jika mesin induk dalam keadaan operasi lama-kelamaan pada saringan udara tersebut akan penuh dengan kotoran yang melekat pada:

- 1) Sudu-sudu *blower* dari turbo yang akan mengurangi kemampuan menghisap udara.
- 2) Pipa-pipa saluran masuk ke pendingin udara (*air cooler side*)
- 3) Kisi-kisi pendingin udara (*air cooler side*) yang berguna untuk menyerap panas yang dikandung oleh udara tekan atau udara pengisi.

Apabila kotoran-kotoran tersebut telah menempel dan masuk kedalam kisi-kisi pendingin udara (*air cooler side*) akan menimbulkan kemacetan atau buntunya saluran pada sistem udara dari *air cooler*. Bila ini berlanjut terus-menerus akan mengakibatkan udara yang masuk ke *air cooler* berkurang dan udara pengisi yang keluar dari pendingin udara suhunya naik.

Pada motor diesel penggerak utama di kapal udara yang dihasilkan oleh *turocharger* sebelum masuk ke mesin induk didinginkan terlebih dahulu di dalam *intercooler* dengan pendingin air laut hingga mencapai suhu udara 38°C. Dari *intercooler* udara masuk ke ruang udara bilas sebelum masuk ke

dalam masing–masing silinder. Perawatan *intercooler* dilakukan secara berkala yang meliputi pembersihan sisi udara dan sisi air pendingin, serta penggantian *zink. anoda* yang terpasang dipenutup *air cooler* bagian dalam.

Apabila sisi udara ini kotor maka pemasukan udara menjadi berkurang. Jumlah udara yang masuk terkadang dapat berkurang juga karena proses pendinginan kurang baik. Sehingga temperature udara yang masuk silinder terlampau tinggi yang mengakibatkan massa udara juga kurang. Sedangkan proses pembakaran yang sempurna memerlukan keseimbangan antara bahan bakar dengan udara. Jika udara yang masuk silinder berkurang maka daya mesin akan menurun.

b. Bagian Sisi Pendingin *intercooler* kotor.

*Intercooler* terdiri dari dua bagian atau dua sisi yaitu sisi aliran udara dan sisi aliran air pendingin, dimana fungsi dari sisi aliran pendingin tersebut yaitu untuk menyerap panas daripada udara yang masuk pada sisi aliran udara. Suhu udara yang masuk dan keluar dari *intercooler* dapat kita pantau dari Thermometer yang terpasang. Apabila suhu udara sudah melebihi dari batas normal maka dapat dipastikan air pendingin yang masuk *intercooler* kurang mencukupi.

c. Bagian Sisi Udara *intercooler* Kotor

Tekanan udara yang akan masuk silinder menurun dapat kita ketahui dari manometer yang terpasang pada ruang bilas atau manometer yang ada pada engine control room, pada saat itu terlihat tekanan masuk sebelum *intercooler* 2.5 kg / cm<sup>2</sup>, dan tekanan udara setelah melewati *intercooler* 1.3 kg/cm<sup>2</sup>, dari data tersebut maka menandakan bahwa sisi aliran udara air cooler sudah kotor.