

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENGERTIAN

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

prinsip kerja *turbocharger* adalah proses pembuangan gas buang didalam silinder motor dilakukan oleh piston yang mendorong gas buang hasil pembakaran sehingga gas buang didalam ruang bakar terdorong keluar melalui katup buang menuju saluran gas buang. Gas buang menekan kesuatu roda turbin sehingga menghasilkan putaran. Blower yang dipasang seporos dengan roda turbin menghasilkan putaran akibat terdorong oleh gas sisa hasil pembakaran yang keluar melalui cerobong mesin, sehingga menghasilkan tekanan udara, hembusan udara yang mengakibatkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan diatas satu atmosfer kedalam silinder.

Mahadi (2010), mengatakan bahwa prinsip kerja *turbocharger* yaitu, pada saat motor diesel dihidupkan gas buang yang mengalir keluar melalui *exhaust manifold* dan turbin gas sebelum ke udara luar. Gas buang memutar turbin sekaligus melalui poros penghubung memutar kompresor. Dengan demikian kompresor menghisap udara luar lewat saringan udara dan menekannya ke *intake manifold*. Peningkatan tekanan udara dalam *intake manifold* akan diikuti oleh kenaikan temperaturnya, sehingga untuk dapat menambah jumlah (volume) udara yang masuk, dilakukan penurunan temperature udara. Penurunan temperature akan diikuti oleh turunya tekanan, sehingga kompresor dapat menambah jumlah udara yang masuk kedalam silinder.

2.2 PENGERTIAN TURBOCHARGER

Turbocharger adalah sebuah komponen yang berupa kompresor yang digunakan dalam mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga mesin dengan meningkatkan massa oksigen yang memasuki mesin. Kunci keuntungan dari *turbocharger* adalah peningkatan tenaga mesin. Ada perbedaan dalam proses kerja antara supercharger dan turbocharger, yaitu pada penggerak impeler turbin dimana pada supercharger impeler turbin digerakkan oleh gerakan mekanik yang ditransfer dari putaran poros engkol, sedangkan pada turbocharger memanfaatkan gas buang sebagai penggerak impeler turbin.

Cara kerja dari *Turbocharger* adalah pada *Turbocharger* terdapat sebatang sumbu yang pada tiap diujungnya terdapat kipas yang keduanya terletak di ruang yang berbeda. Kipas pertama disebut turbin di tempatkan pada saluran exhaust/gas buang yang akan berputar bilamana gas buang melaluinya. Pada putaran ini akan memutar keseluruhan batang sumbu berikut kipas kedua yaitu blower/kompresor yang berada diujung lainnya. Blower diletakkan pada saluran udara masuk ke mesin dimana ketika berputar akan mendorong udara masuk kedalam mesin. Turbo akan efektif saat gas buang telah mencapai tekanan yang cukup untuk memutar turbin.

Komponen-komponen yang terdapat didalam Turbocharger yaitu :

1. Turbin
2. Bearing
3. Shaft
4. Kompresor

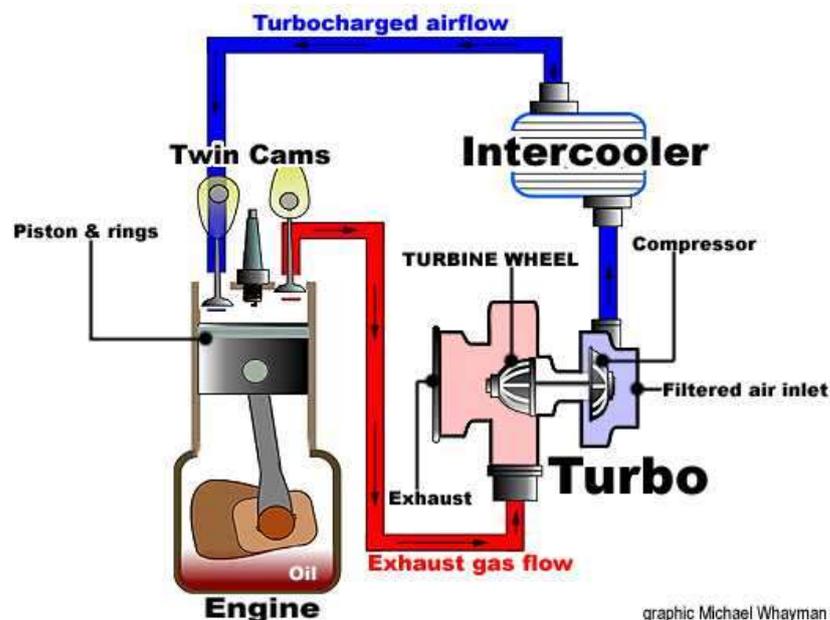
Maka dari itu perawatan terhadap Turbocharger harus dilakukan secara berencana agar Turbocharger selalu dalam keadaan yang baik untuk menunjang kinerja pada mesin induk. (Mahadi 2010).

2.3. PRINSIP KERJA TURBOCHARGER

Merupakan sebuah peralatan untuk menambah jumlah asupan udara yang masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan energi gas buang

hasil dari pembakaran. *Turbocharger* merupakan peralatan untuk mengubah sistem pemasukan udara dari konsep natural atau alami menjadi sistem induksi paksa. Jika sebelumnya udara yang akan dimasukkan ke dalam silinder hanya mengandalkan kevakuman yang dibentuk dari pergerakan piston saat bergerak dari TMA ke TMB atau saat langkah hisap, maka dengan Turbocharger udara ditekan masuk kedalam silinder menggunakan kompresor yang diputar oleh turbin yang digerakkan oleh tenaga dari gas buang hasil pembakaran. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna, maka diperlukan tambahan udara yang dialirkan ke dalam silinder sejumlah aliran bahan bakar tertentu.

Bila kepekatan udara bertambah sebelum ditambahkan ke dalam silinder, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin akan bertambah. Untuk itu mesin diesel yang dilengkapi dengan *Turbocharger* bertujuan untuk memadatkan udara masuk ke dalam silinder mesin. Sehingga daya mesin lebih besar dibandingkan mesin dengan dimensi yang sama.



Gambar 2.1. Langkah Kerja *Turbocharger*
(<https://panjimitiqo.wordpress.com>)

Dengan kata lain kerja *Turbocharger* sendiri adalah memanfaatkan gas buang dari ruang bakar untuk masuk ke turbocharger. Hal ini menyebabkan bagian lain dari *Turbocharger* berputar, yang bertugas menarik udara yang di dinginkan lewat intercooler untuk dikirim ke dalam mesin yang membantu proses pembakaran bahan bakar.

Prinsip dasar dibalik penggunaan *Turbocharger* cukup sederhana, namun sebuah *Turbocharger* adalah sebuah komponen mesin yg sangat kompleks.tidak hanya komponen-komponen dalam *Turbocharger* itu sendiri yg harus terkoordinasi secara tepat, tapi juga *Turbocharger* dan mesin harus benar-benar cocok. jika tidak, maka dapat menghasilkan mesin yg tidak efisien dan bahkan kerusakan.

1. Proses Aliran Udara Melalui Sistem Turbo

Ada tujuh tahap dari proses aliran udara untuk pembakaran melalui sistem *Turbocharger* langkah langkah tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Udara bersih bertekanan atmosfer masuk dihisap oleh *Turbocharger*
- b. Setelah itu *Turbocharger* memampatkan udara menekan menuju intercooler
- c. Intercooler menurunkan suhu udara yang melewatinya
- d. Pada saat katup isap terbuka udara yang sudah dingin dimasuk ke dalam silinder untuk pembakaran
- e. Setelah selesai pembakaran katup buang terbuka dan katup isap tertutup, gas buang akan didorong keluar dari cylinder melalui katup buang
- f. Gas buang yang keluar dari silinder masuk ke *Turbocharger* lalu menendang/memutar turbin pada *Turbocharger*
- g. Gas buang keluar dari *Turbocharger* lalu dibuang melalui cerobong gas buang

2. Sistem Pelumasan

Untuk melumasi *full-floating* bearing di dalam *center housing*, oli mesin disalurkan dari oil inlet pipe dan disirkulasikan di antara bearing-bearing. Setelah melumasi *bearing-bearing*, oli ini mengalir melalui oil outlet pipe dan kembali ke oil pan. kelangsungan penyediaan minyak untuk bantalan *turbocharger* dan kapasitas harus sedemikian rupa sehingga bantalan tidak akan rusak

3. Sistem Pendinginan turbocharger

Turbocharger didinginkan oleh air tawar pendingin dari pompa mesin induk. Air pendingin dari cooler di hisap oleh pompa mesin induk lalu di teruskan ke pipa yang sebagian besar mengalir ke *jacket cooling* mesin induk, dan juga ke *Turbocharger* untuk mendinginkan *turbocharger*, kemudian dari *Turbocharger* di teruskan ke pipa keluaran pendingin mesin induk selanjutnya menuju *cooler* kembali untuk di dinginkan.

2.4. KEUNTUNGAN DAN KEKURANGAN TURBOCHARGER

1. Keuntungan *Turbocharger* :

Beberapa keuntungan dalam pemasangan *Turbocharger* pada mesin penggerak utama di antaranya yaitu:

a. Lebih Responsif

Dengan pemasangan *Turbocharger* dapat melipat gandakan tenaga dari suatu mesin penggerak utama, karena menghasilkan tekanan udara masuk yang lebih besar akan memberikan keuntungan yg signifikan pada mesin-mesin diesel yang menggunakan *Turbocharger*

b. Lebih Ekonomis

Turbocharger lebih ekonomis karena energi yang digunakan adalah energi yang sudah ter-konsumsi atau didaur ulang energi yg dihasilkan oleh mesin itu sendiri, memanfaatkannya untuk menjadikan tenaga mesin

tersebut lebih besar dengan menciptakan friksi. sebagai dampaknya, mesin dengan turbocharge menjadikan penggunaan bahan bakar yang lebih irit.

c. Lebih Ramah Lingkungan

Karena *Turbocharger* mengirimkan lebih banyak udara ke silinder atau ruang bakar, maka pembakaran bahan bakar berlangsung lebih mudah, dan lebih bersih. Mesin Diesel modern dengan *Turbocharger* menghasilkan Emisi NO_x dan CO₂ yg lebih rendah 50%.

d. Menghasilkan daya yang lebih besar

Turbocharger akan membuat tekanan ke silinder sehingga campuran udara dan bahan bakar akan lebih homogen dan lebih cepat terbakar. memberikan torsi yg lebih besar, sehingga performa mesin menjadi lebih baik dan memberikan kelebihan dalam menggunakan mesin diesel.

2. Kekurangan *Turbocharger*

Beberapa kekurangan dalam pemasangan *Turbocharger* pada mesin penggerak utama diantaranya yaitu:

a. Membutuhkan perawatan ekstra terutama pelumasan

Turbocharger lebih membutuhkan perawatan ekstra dalam pelumasan untuk kelancaran putaran poros dan karena putaran yang sangat tinggi dapat menghasilkan panas yang berlebih bahkan tidak terkontrol, hal tersebut dapat mengakibatkan keausan terhadap bearing dan bagian bagian penting yang lain dari *Turbocharger*.

b. Lebih berisik

Pemasangan *Turbocharger* membuat kamar mesin lebih bising karena *Turbocharger* mengeluarkan suara berdenging yang dihasilkan dari putaran turbin pada *Turbocharger* yang tinggi.

2.5. KOMPONEN DARI TURBOCHARGER

1. Turbin

Turbin adalah sebuah komponen mekanik yang berfungsi untuk mengkonversikan energi panas *fluida* yang melewatinya menjadi energi mekanis putaran poros turbin. Setiap turbin selalu melibatkan *fluida* yang mengandung energi panas yang mengalir melewati sudu-sudu turbin. Setiap sudu turbin berdesain membentuk *nozzle-nozzle* sehingga disaat *fluida* melewatinya, *fluida* akan terekspansi diikuti dengan perubahan energi panas menjadi mekanis.



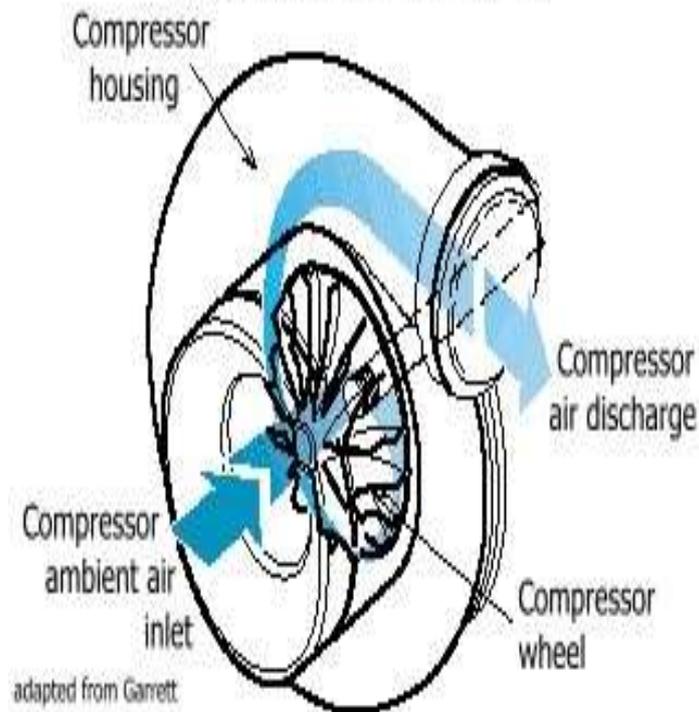
Gambar 2.2. Turbin kompresor

(sumber : dokumentasi pribadi penulis Kapal TB. Orient Victory 1)

2. Kompresor

Kompresor pada *Turbocharge* berfungsi untuk mengubah energi mekanis putaran poros *Turbocharger* menjadi energi kinetik aliran udara. Kompresor berada pada satu poros dengan

turbin, sehingga pada saat gas buang mesin mulai memutar turbin, kompresor juga akan ikut berputar dengan kecepatan putaran yang sama. Energi mekanis yang dihasilkan turbin akan langsung digunakan sebagai tenaga penggerak kompresor.



Gambar 2.3. Aliran Kerja Bagian Kompresor
(<http://stealth316.3sg.org/2-3s-compflowmaps.htm>)

Kompresor *turbocharger* tipe sentrifugal dan tersusun atas dua bagian utama yakni sudu-sudu rotor dan *casing*. Pada saat impeller rotor kompresor mulai berputar dengan kecepatan tinggi, udara akan mulai terhisap dan masuk ke silinder. kecepatan aliran udara akan turun dan tekanan statiknya akan meningkat ini akan diikuti dengan kenaikan temperatur juga. Selanjutnya, udara ini dialirkan untuk menuju ke intercooler.

3. Bearing

Selama turbin dan kompresor berputar pada kecepatan yang tinggi, bearing digunakan untuk menjamin penyerapan getaran dari poros. Bearing ini dilumasi oleh oli mesin dan berputar bebas antara poros untuk mencegah keausan sewaktu bekerja pada kecepatan tinggi. Kebocoran minyak pelumas dicegah oleh dua ring seal atau oleh mechanical seal dan ring seal yang dipasang pada poros.



Gambar 2.4. Bearing Turbocharger

(<https://www.indiamart.com/proddetail/bearing-housing-.html>)

4. Shaft

Fungsi dari *shaft* adalah untuk menyambung dari turbin ke kompresor sehingga kompresor dapat berputar saat turbin berputar/beroperasi.

2.6. KELENGKAPAN TURBOCHARGER

Disamping komponen-komponen yang membentuk suatu turbocharger, sebagai suatu alat tentu turbocharger juga ditopang oleh alat kelengkapan lainnya. Dalam rangka untuk memaksimalkan peran dari

turbocharger. Tentunya alat-alat kelengkapan ini sangat diperlukan *turbocharger*. Kelengkapan pada *turbocharger* adalah sebagai berikut :

1. Intercooler

Intercooler pada mesin diesel adalah sebuah alat pendingin udara yang berguna untuk mendinginkan udara yang berasal dari perangkat *turbocharger* di dalam mesin diesel tersebut. Udara yang disuplai *turbocharger* ke mesin merupakan udara yang berasal dari gas buang dan memiliki suhu yang sangat panas. Oleh karena itu, fungsi *intercooler* pada mesin diesel merupakan salah satu hal yang cukup penting. Selain mendinginkan udara, *intercooler* juga berfungsi untuk memadatkan udara pada mesin sehingga mesin memiliki tenaga yang lebih besar. *Intercooler* biasanya terletak pada bagian yang mudah terkena angin atau udara agar mendukung fungsi pendinginan bekerja secara maksimal. Pada saat udara didorong masuk oleh *turbocharger*, maka tekanan udara tersebut juga meningkat. Selain itu suhu dari udara yang dipompa oleh *turbocharger* juga meningkat dan akan memperburuk mesin jika udara yang disuplai merupakan udara yang panas. Jika hal tersebut sampai terjadi maka temperature ruang bakar akan meningkat dan dapat terjadi terlalu panas serta akan membuat udara memuai sehingga kepadatan udara berkurang. Hal tersebut dapat mempengaruhi kinerja terutama tenaga mesin karena pembakaran tidak terjadi secara sempurna.



Gambar 2.5. Intercooler

(sumber : dokumen pribadi penulis Kapal TB. Orient Victory 1)

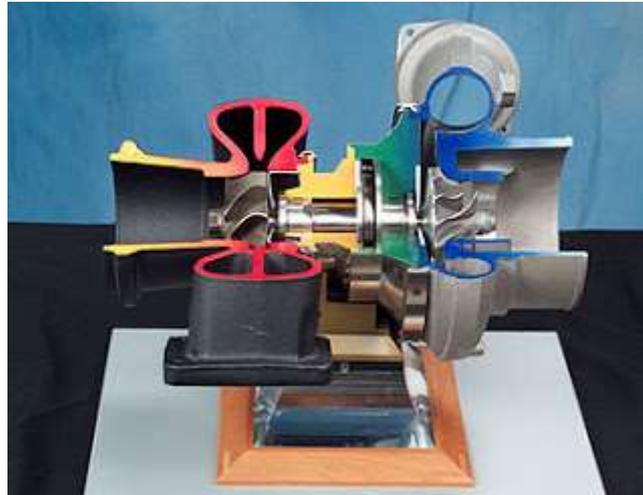
Untuk menghindari hal tersebut, *intercooler* menjadi solusi yang cukup ampuh. *Intercooler* bekerja sebagai penyeimbang serta pelepas panas yang bekerja mirip seperti radiator. air radiator melainkan dengan menggunakan media air laut. Intercooler merupakan sebuah pesawat bantu yang umumnya menggunakan air sebagai mediapendingin. Udara terkompresi masuk ke sisi tubing kecil yang tersusun atas plat-plat tipis aluminium dan pipa-pipa kecil. Air pendingin mengalir dengan bantuan pompa pendingin melewati pipa-pipa kecil dan menyerap panas udara terkompresi melalui permukaan pipa.

3. Rumah turbin (*turbin housing*)

Terbuat dari bahan *cast steel* dan bersambungan dengan bagian rumah pusat inti (*centre core*) dengan memakai cincin baja penjamin. Diantara rumah turbin dan *manifold* buang dipasang gasket yang terbuat dari bahan stainless steel untuk menjamin sambungan tersebut.

Konstruksi *turbocharger* terdiri dari sebuah turbin gas dan sebuah kompresor, keduanya dipasang satu poros. Turbin gas berfungsi sebagai

pemutar kompresor dengan memanfaatkan energi panas gas buang.
Konstruksi *turbocharger* seperti terlihat pada gambar berikut ini .



Gambar 2.6 : Konstruksi *Turbocharger*
(<http://rihardtanjung.blogspot.com.html>)