

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Mesin penggerak utama yang digunakan pada kapal MT. SINAR JOGJA adalah diesel 4 tak dengan menggunakan *Turbocharger VTR321-2P.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.

Karyanto (2000), mengatakan bahwa 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.

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/kompressor 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 untung menunjang kinerja pada mesin induk.

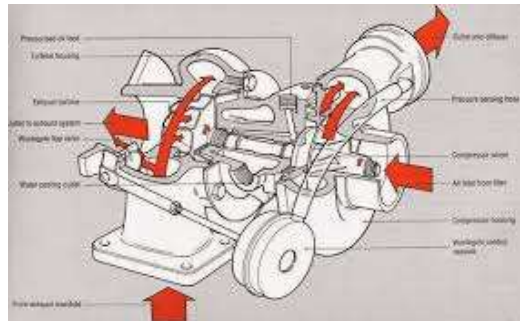
## 2.2. GAMBARAN UMUM OBJEK PENULISAN

### 2.2.1. 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 1. Langkah Kerja *Turbocharger*

( Sumber : <https://www.google.com/search?q=cara+kerja+turbocharger+kapal> [09.05.2019])

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 didinginkan 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 jg *Turbocharger* dan mesin harus benar-benar cocok. jika tidak, maka dapat menghasilkan mesin yg tidak efisien dan bahkan kerusakan.

#### 1. Tahap Kerja Mesin Utama

Ada 4 tahap kerja yaitu :

##### a. Langkah Hisap

Pada mesin Diesel, piston bergerak kebawah dan udara ditarik melalui katup masuk dalam mesin diesel udara dicampurkan dengan

solar didalam silinder. Pada mesin dengan Turbocharger, udara di kompress sebelum masuk ke dalam silinder selama menunggu klep hisap terbuka. Hal tersebut akan membuat udara berada pada tekanan yg lebih tinggi pada saat udara kadar udara yg lebih besar masuk kedalam ruang bakar sehingga bahan bakar terbakar lebih efisien

- 1) Piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) menuju Titik Mati Bawah (TMB)
- 2) Klep isap terbuka ,bahan bakar masuk ke silinder
- 3) Kruk as berputar 180 derajat
- 4) Noken as berputar 90 derajat
- 5) Tekanan negatif piston menghisap kabut udara-bahan bakar masuk ke silinder

#### b. Langkah Kompresi

Ketika Piston bergerak keatas, dan udara di kompresi menjadi tekanan tinggi sehingga menaikkan suhu udara tersebut

- 1) Piston bergerak kembali dari TMB ke TMA
- 2) Klep isap menutup ,Klep buang tetap tertutup
- 3) Bahan bakar termampatkan ke dalam pembakaran
- 4) Kruk as mencapai satu rotasi penuh (360 derajat)
- 5) Noken as mencapai 180 derajat

#### c. Langkah Usaha

Dalam tahap ini bahan bakar di injeksikan ke dalam silinder dan campuran udara dengan bahan bakar bertekanan tinggi tersebut akan terbakar secara spontan. kemudian ledakan tersebut mendorong piston bergerak kebawah.

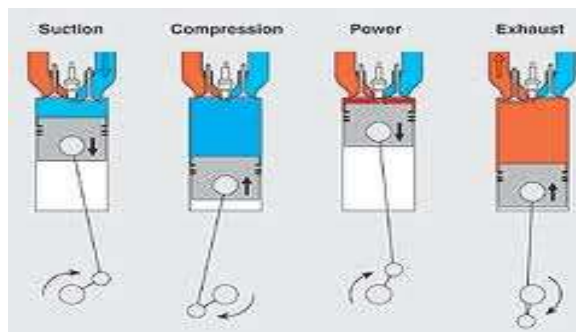
- 1) Ledakan tercipta secara sempurna di ruang bakar
- 2) Piston terlempar dari TMA menuju TMB

- 3) Klep isap menutup penuh ,sedangkan menjelang akhir langkah usaha klep buang mulai sedikit terbuka
- 4) Terjadi transformasi energi gerak bolak-balik piston menjadi energi rotasi kruk as
- 5) Putaran Kruk as mencapai 540 derajat
- 6) Putaran Noken as 270 derajat

#### d. Langkah Buang

Gas Buang dikeluarkan melalui katup pembuangan ketika piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA)

- 1) Piston bergerak dari TMB Ke TMA
- 2) Klep isap terbuka sempurna ,klep buang menutup penuh
- 3) Gas sisa hasil pembakaran didesak keluar oleh piston melalui gas buang menuju *keturbocharger*
- 4) Kruk as melakukan 2 rotasi penuh (720 derajat)
- 5) Noken as menyelesaikan 1 rotasi penuh (360 derajat)



Gambar 2. Sketsa tahap kerja mesin utama

(Sumber : [https://www.google.com/imgres?imgur\[25.32019\]](https://www.google.com/imgres?imgur[25.32019]))

## 2. 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 cylinder 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 cylinder masuk ke *Turbocharger* lalu menendang/memutar turbin pada *Turbocharger*
- g. Gas buang keluar dari *Turbocharger* lalu dibuang melalui cerobong gas buang

## 3. 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

#### 4. Sistem Pendinginan turbocharger

*Turbocharger* didinginkan oleh air tawar pendingin dari pompa gandeng mesin induk. Air pendingin dari cooler di hisap oleh pompa gandeng 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* diteruskan ke pipa keluaran pendingin mesin induk selanjutnya menuju cooler kembali untuk didinginkan.

#### 2.2.2. Keuntungan Dan Kekurangan *Turbocharger*

##### 1. Keuntungan *Turbocharger* :

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

##### a. Peningkatan kekuatan untuk rasio berat

Sebuah *turbocharger* dapat meningkatkan daya dan torsi mesin diesel sebesar 30% -40% dari versi konvensional. (Karyanto, 2000).

##### b. Mengurangi kebisingan mesin

*Turbin casing* bertindak sebagai kumpulan penyerapan kebisingan mesin gas buang. Demikian pula, bagian inlet kompresor mengurangi kebisingan yang dihasilkan oleh pulsa dalam *intake manifold*. Akibatnya, mesin *turbocharger* biasanya tenang dari pada konvensional lainnya (Maleev, 1995).

##### c. Bahan Bakar Ekonomis

Sebuah mesin turbocharger memiliki efisiensi volumetrik yang lebih tinggi dibandingkan konvensional, dengan mencapai pembakaran yang lebih lengkap, yang menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah. (Wiranto Arismunandar, 1988).

d. Pengurangan Asap

Mesin *Turbocharger* menghasilkan fase pembakaran lebih efisien dan bersih, yang mengurangi produksi asap pada mesin (<http://www.boddunan.com/>).

e. Membantu dalam meredam gas buang

*Turbocharger* dapat meredam bunyi letupan yang dihasilkan oleh gas buang yang keluar, karena pada turbocharger tersebut dilengkapi dengan alat peredam suara (*silencer*). (Maleev, 1995). 2. Kerugian Bila Menggunakan *Turbocharger*.

2. Kerugian Turbocharger :

Adapun kelemahan ataupun kerugian menggunakan *turbocharger*,

- a. Bila turbocharger mengalami gangguan maka dapat berpengaruh terhadap daya mesin.
- b. Minyak pelumas lebih boros karena digunakan juga untuk melumasi komponen-komponen yang terdapat pada turbocharger.
- c. Menambah pekerjaan bagi operator mesin, karena harus terus memperhatikan kerja dari turbocharger .
- d. Motor membutuhkan kualitas minyak tinggi dan perubahan minyak lebih sering, karena mengalami kondisi kerja yang lebih keras harus melumasi bantalan dari turbin dan kompresor sering pada suhu yang sangat tinggi. (<http://www.boddunan.com/>)

2.2.3. Komponen Dan Kelengkapan 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

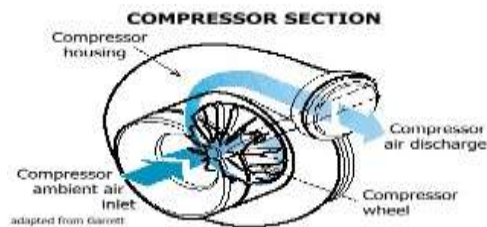


Gambar 3. Turbin kompresor

( Sumber : [https://www.google.com/url?i&source=images&cd\[25.32019\]](https://www.google.com/url?i&source=images&cd[25.32019]))

## 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 4. Aliran Kerja Bagian Kompresor

( Sumber : [https://www.google.com/search?q=turbocharger\[25.32019\]](https://www.google.com/search?q=turbocharger[25.32019]))

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 5. Bearing Turbocharger

( Sumber : [https://www.google.com/imgres?imgurl&iact\[25.32019\]](https://www.google.com/imgres?imgurl&iact[25.32019]))

### 4. Shaft

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

#### 2.2.4. 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.



Gambar 6. Intercooler

( Sumber : [https://www.google.com/imgres?imgurl=https%\[25.32019\]](https://www.google.com/imgres?imgurl=https%[25.32019]))

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. 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 media pendingin. 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.

## 2. Tipe-tipe Intercooler

Menurut Merriam-Webster, *intercooler* dibedakan menjadi 3 jenis. Intercooler jenis udara ke udara, udara ke air, dan *one shot*:

- a. *Intercooler* udara ke air banyak digunakan untuk kapal-kapal laut. Pada jenis ini air bersirkulasi untuk mendinginkan udara, pada dasarnya prinsip kerjanya sama seperti air radiator. Komponen terpenting dalam *intercooler* jenis ini adalah pompa airnya. Untuk itu biasanya pompa air disambungkan dengan dipasang seri atau pun paralel.

- b. Udara ke udara adalah jenis *intercooler* yang paling jarang digunakan pada mesin kapal tetapi banyak digunakan dalam mesin kendaraan lain saat ini. Yang perlu diperhatikan dalam *interccoler* jenis ini adalah lekukan dan perubahan ukuran harus sesedikit mungkin. Selain itu, sambungan dan selang karet harus yang berkualitas baik agar mampu menahan tekanan Turbo. Tempat pemasangan Turbo juga perlu diperhatikan, harus ditempatkan di tempat yang sebanyak mungkin mendapat aliran udara.
  - c. *Intercooler One Shot* memiliki kemampuan pendingin udara yang sangat tinggi dan cukup mendinginkan Turbo dan udaranya dalam waktu singkat.
3. Perawatan Intercooler
- a. Menghilangkan debu, Karbon dan kotoran lainnya dengan bantuan udara tekan, lalu merendam intercooler ke dalam Kimia pembersih (*chemical cleaner*) Dan di panasi hingga  $\pm 70^{\circ}\text{C}$ , diamkan dalam kondisi ini sekitar 12–16 jam setelah itu bersihkan dengan air tawar dengan cara menyemprotkannya sampai semua kotoran hilang. Setelah itu Semprotkan udara untuk menghilangkan partikel air dari intercooler dan keringkan.
  - b. Untuk menghindari korosi oleh air laut pada intercooler dipasanglah *zink anoda*, adapun perawatan *zink anoda* yaitu dengan selalu melakukan pengecekan secara berkala.
  - c. Pembaruan atau penggantian packing, packing sangat dianjurkan untuk meminimalisir terjadinya kebocoran dan untuk menjaga kekedapan