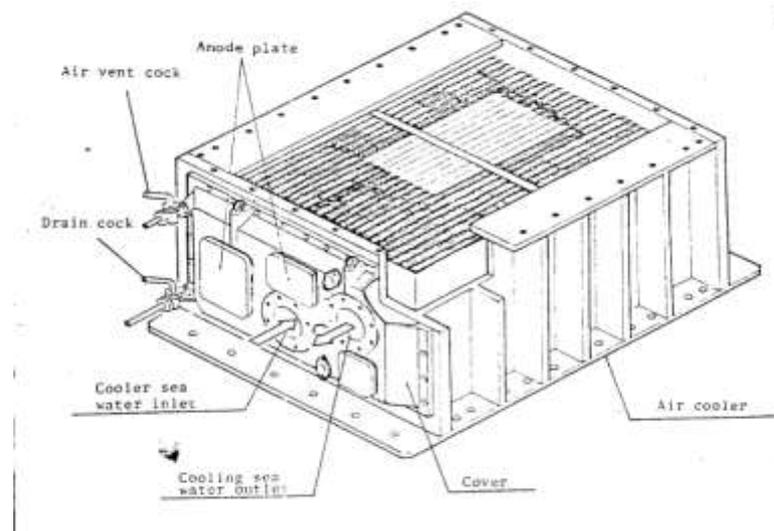


BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Intercooler*

Intercooler adalah suatu pesawat yang berfungsi mendinginkan udara yang dihasilkan oleh turbocharger blower supaya masa jenis udara tekan naik sehingga berat atau kepadatan udara meningkat dan menurunkan suhu gas buang dan beban panas yang diterima mesin induk. Pada *intercooler* untuk mendinginkan udara dari *turbocharger* blower adalah menggunakan air laut yang berasal dari *Sea water cooling*. Air laut sebagai bahan pendingin digunakan secara tidak langsung. Sedangkan menurut Andi setia ginting (2017) Sebuah intercooler adalah alat mekanik yang digunakan untuk mendinginkan sebuah fluida, termasuk cairan maupun gas, antara tahapan pada proses pemanasan multi-tahap, biasanya berupa alat penukar panas yang membuang limbah panas dalam kompresor gas. Digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk kompresor udara, pendingin ruangan, lemari es, dan gas turbin. Dan menurut fastnlow (2018) Intercooler adalah sebuah alat atau komponen yang memiliki bentuk mirip dengan radiator mobil, hanya saja memiliki fungsi yang berbeda, jika radiator ini fungsinya adalah untuk mendinginkan air, sedangkan untuk intercooler sendiri fungsinya adalah untuk mendinginkan udara yang dihasilkan oleh mesin turbo sebelum dimasukkan kedalam ruang bakar.



Gambar 1: Bagian Bagian *Intercooler* Mesin Induk

Sumber : <https://panjimitiqo.wordpress.com/2011/05/09/mengenal-dan-merawat-mesin-turbo-intercooler-wastegate-valve/>

2.2 Peranan *Intercooler* Pada Mesin Induk

Dalam pesawat ini perannya sangatlah penting buat mesin induk dikapal, *intercooler* dikapal sebagai pendingin udara bilas yang sudah diproses oleh *turbo charger* yang akan dimanfaatkan sebagai tambahan tenaga mesin, pada umumnya bentuk dari *intercooler* sangatlah simple yang berbentuk seperti kisi-kisi atau sama dengan radiator mobil. Bentuk atau susunan kisi-kisi itu mempunyai fungsi agar udara bilas yang masuk kedalam *intercooler* berjalan secara pelan-pelan agar pendinginan udara bilas bisa maksimal, udara bilas yang masuk kedalam *intercooler* didinginkan oleh air laut sebelum kembali lagi dihisap oleh *inletvalve* sebagai tenaga tambahan mesin utama.

2.3 Macam-macam *Intercooler*

1. *Intercooler* jenis udara ke udara

Yang di maksud dengan system udara ke udara yaitu sisten penbilasan uadardi bilas di belokan sejauh mungkin dalam ruang silinder. Akibat belokanya jalan udara tersebut terdapat sudut mati sehinga ada sebagian tertentu yang tidak melewati udara bilas. Kelemahn lainnya adalah lubang

bilas dan lubang buang di buat pada satu sisi sehingga pembagian panas kurang merata. Perbedaan panas menimbulkan tegangan dalam silinder sehingga kerusakan silinder lebih cepat maka Gerakan udara bilas yang masuk dalam silinder bergerak membalik kesisi yang sama.

2. *Intercooler* jenis udara ke air

Pada system ini intercooler udara yang mengalir lurus dari lubang udara bilas di bawah ke lubang buang di atas. Keuntungan dari pembilasan memanjang yaitu :

- a. Udara pembilasn bergerak 1 kali langkah torak sedangkan tipe lainnya 2 kali langkah torak.
- b. Udara pembilasan mengalir dari bawah ke atas sehingga pembilasan mencapai lebih dari 90% karena tidak adanya sudut-sudut mati.

3. *Intercooler One Shot*

Jalanya udara pada pembilasan satu arah adalah menyilang terhadap sumbu piston. Udara bilas di harapkan dapat mencapi puncak ruang silinder tetapi ada kemungkinan udara bilas tersebut keluar melalui lubang buang yang hamper berhadapn dengan lubang bias. Untuk mengatasi haal itu puncak piston di buat miring atau saluran masuknya di buat miring ke atas. Ke untungan system ini yaitu adanya udara tambahan sehingga daya motor lebih besar. Pengisian tambahan tersebut terjadi setelah lubang tertutup oleh piston

2.4 Cara kerja *Intercooler* Mesin Induk

Intercooler di kapal berfungsi sebagai alat yang mendinginkan udara bilas yang akan dimanfaatkan sebagai tambahan tenaga mesin.

Cara kinerja *Intercooler* Mesin Utama:

1. Udara luar dihisap oleh *turbo charge blower*
2. Selanjutnya udara didinginkan oleh *Intercooler* dengan media pendingin *sea water*
3. Udara masuk kedalam *scavenging* air

4. Dari *scavenging* air udara masuk kelubang *liner* bagian bawah. Pada saat piston di Titik Mati Bawah (T.M.B)
5. Selanjutnya udara masuk diruang pembakaran pada saat langkah usaha tolak
6. Setelah merubah proses sebagian udara dimanfaatkan sebagai pembilasan sehingga pembakarannya lebih sempurna

2.5 Aliran Udara Yang Melewati *Intercooler* Mesin Induk

Aliran udara yang akan masuk kedalam silinder sangat berpengaruh pada proses pembakaran dalam (*internal combustion*) karena dalam proses pembakaran pada motor diesel, suhu dan kepadatan udara sangat mempengaruhi besarnya tenaga dan juga hasil dari pembakaran pada motor diesel tersebut. Aliran udara yang melewati *intercooler* akan mempunyai suhu yang rendah dan mempunyai kepadatan udara yang lebih tinggi. Jumlah berat udara yang masuk dalam silinder akan lebih banyak, sehingga pembakaran yang terjadi didalam silinder akan lebih sempurna dan tenaga yang dihasilkan akan lebih besar sesuai yang diinginkan.

Apabila udara yang melewati *intercooler* yang dihisap oleh turbo charger mempunyai suhu udara yang tinggi, maka akan terjadi kerenggangan terhadap udara dan jumlah berat udara yang akan masuk ke dalam silinder sedikit sehingga pembakaran yang akan dihasilkan oleh motor diesel kurang sempurna dan tenaga yang dihasilkan oleh motor diesel juga berkurang.

Sebaliknya, apabila udara yang melewati *intercooler* yang dihisap oleh *turbocharger* mempunyai suhu yang terlalu rendah atau mempunyai kepadatan yang terlalu tinggi sangat berdampak negatif bagi pembakaran dalam (*internal combustion*) mesin diesel tersebut. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya keretakan pada dinding-dinding silinder liner karena adanya perubahan zat yang tidak seimbang antara mesin diesel dengan suhu udara yang terlalu rendah dan kepadatan udara yang masuk dalam selinder.

Oleh karena itu uliran udara yang melewati *intercooler* yang di gunakan untuk proses pembakaran dalam(*internal combustion*) pada mesin diesel harus diperhatikan. Dalam hal ini suhu dan kepadatan udara yang akan masuk kedalam silinder mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses pembakaran dalam (*internal combustion*) pada motor diesel tersebut.

2.6 Aliran Pendinginan Intercooler Mesin Induk

Media pendinginan *intercooler* adalah menggunakan air laut dengan system pendinginan terbuka , yaitu dimana air laut masuk melalui *sea chest* lalu bersirkulasi sebagai pendinginan kemudian akan kembali lagi ke laut melalui *over board*, adapun urutan-urutan pendingin air laut :

1. Air laut masuk melalui *sea chest*. Kemudian air laut di hisap oleh pompa CSW (*Cooling Sea Water*).

Kapasitas sea water	Pompa Sea water,	105	m3/h
Head pompa.....	2,5	bar	
Temperatur kerja normal	0	-	320C
Temperatur kerja maksimum	500C		

Kapasitas ini diberikan toleransi sebesar 10%. Beda tekanan pompa ditentukan berdasar total tekanan yang hilang saatmelalui sistem cooling water
2. Masuk ke dalam *Intercooler* untuk didinginkan udara yang masuk
3. Dari *Intercooler* air mengalir ke *Fresh Water Cooler*.
4. Masuk ke dalam *Reduction Gear* Untuk mendinginkan oil pelumasan.
5. Dari *Reduction Gear* air laut mengalir ke *LO cooler*.
6. Dari *LO cooler* barulah air laut kembali lagi kelaut melalui *over board*.

2.7 Gangguan Pada *Intercooler* Mesin Induk

Gangguan yang mungkin terjadi apabila kondisi *Intercooler* tidak optimal yaitu :

1. Pembakaran tidak sempurna

Kemungkinan adanya *supply* udara untuk *internal combustion engine* tidak mencukupi. Ini disebabkan karena air laut yang masuk ke *Intercooler* tidak maksimal dalam mendinginkan udara, hal tersebut dikarenakan pada pipa air laut pendingin terjadi penyumbatan oleh kotoran dan terjadi kebocoran pada pipa air laut pendingin akibat dari adanya korosi. Cara mengatasinya adalah dengan mengganti pipa tersebut dengan yang baru.

2. Suhu gas buang tinggi

Hal ini mungkin dikarenakan suhu udara bilas tinggi, hal ini bisa juga dikarenakan udara yang keluar setelah melewati *intercooler* masih belum di dinginkan secara optimal sehingga terjadi kerenggangan udara dalam proses pembakaran dalam.

3. Terjadi Surging (bergetar) pada *turbo charger*

Adanya getaran yang mungkin disebabkan aliran udara bilas dari kompresor *turbocharge* tidak lancar / back pressure, hal ini dapat di karenakan udara yang akan melewati *intercooler* terjadi hambatan sehingga udara yang melewatinya tidak bisa lancar masuk ke dalam udara bilas.

4. Air pendingin yang masuk ke *Intercooler* bocor

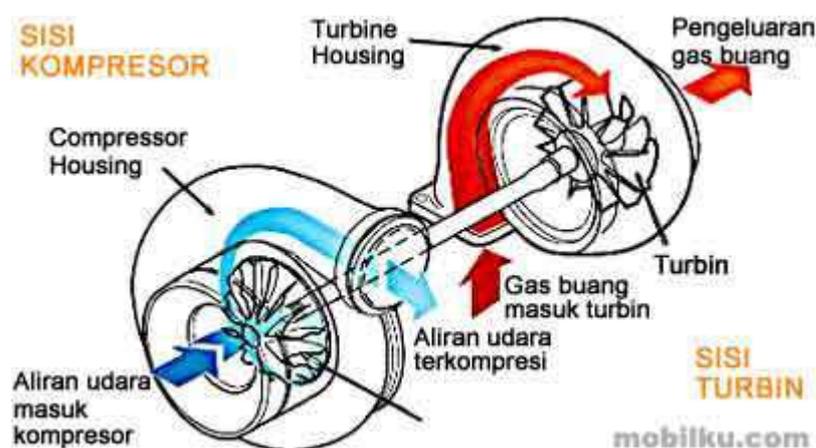
Biasanya disebabkan karena korosi, hingga di adakan perbaikan dan penggantian pipa yang baru apabila terjadi kebocoran pada pipa tersebut.

5. Packing pada *body Intercooler* rusak

Disebabkan karena *packing* sudah lama, dan harus diganti dengan yang baru. Agar tidak terjadi kebocoran pada *intercooler* tersebut.

2.8 Turbo charger Adalah Alat Yang Berhubungan Dengan Intercooler

Turbo charger menjadi alternatif terbaik untuk meningkatkan daya yang bisa dihasilkan mesin, tanpa harus menambah bobot. Selain itu, ukurannya yang kompak dan proses pemasangannya yang sederhana, membuat turbo juga populer *di aftermarket*. Prinsip kerja turbo, mengkompresi udara ke mesin untuk meningkatkan jumlah molekul oksigen yang masuk ke silinder. Tingginya molekul oksigen yang masuk mendorong tambahan pasokan bahan bakar. Dengan demikian, lebih banyak bahan bakar yang dibakar, hingga daya yang diproduksi meningkat.



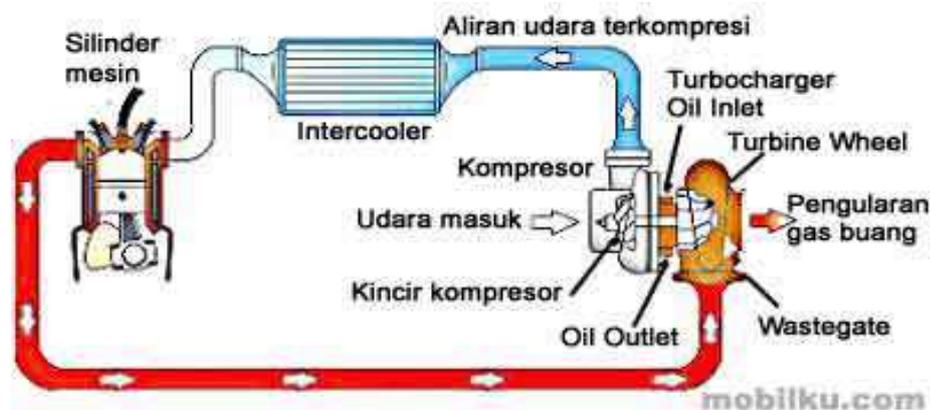
Gambar2: Sisi Kompresor Udara Bias

Sumber : <http://www.superstreetonline.com/how-to/engine/130-0909-turbocharge-understanding-guide/>

Tekanan udara yang dikompresi bisa meningkat hingga 8 psi (*pounds per square inch*) dibandingkan tekanan normal. Bila tekanan normal di permukaan laut sebesar 14.7 psi, maka udara yang dikompresi mempunyai tekanan hingga 50% lebih tinggi. Namun tidak berarti power yang dihasilkan meningkat 50%. Karena ada sebagian daya yang hilang/inefisiensi. Peningkatan daya optimal turbo bisa 30 - 40 persen lebih banyak. Untuk melakukan kompresi, turbo memanfaatkan aliran gas buang dari mesin untuk

memutar turbin, yang meneruskan putaran ke kompresor udara. Turbin ini bisa berputar hingga 150,000 putaran tiap menit (rpm) atau 30 kali putaran mesin mobil pada umumnya. Temperatur perangkat ini juga bisa melesat naik, ketika bersentuhan dengan gas buang. Dengan kondisi kerja seperti itu, turbo membutuhkan material berkualitas tinggi dengan pengerjaan super presisi.

Perangkat turbo dipasang pada *exhaust manifold*, sedangkan kompresor udara diletakkan diantara air filter dan *intake manifold*. Udara yang dikompresi, suhunya naik dan ketika suhu naik, udara akan memuai lagi. Akibatnya, meskipun tekanan udara yang masuk ruang bakar tinggi, tapi jumlah molekul udara yang dibutuhkan untuk pembakaran menjadi berkurang. Oleh karena itu, maka ditambahkan perangkat intercooler yang berfungsi menurunkan suhu udara kompresi.



Gambar 3: Aliran Udara Bilas Pada Turbo

Sumber : <http://www.superstreetonline.com/how-to/engine/130-0909-turbocharge-understanding-guide/>

Di sisi lain penggunaan turbo juga menimbulkan kerugian pada mesin. Pemasangan turbin membuat aliran gas buang menjadi tidak lancar. Mesin juga harus mengeluarkan tenaga ekstra untuk melawan tekanan balik dari saluran gas buang. Selain itu gejala *knocking*/nglitik juga sering ditemui Ini

disebabkan karena udara kompresi yang bersuhu tinggi ketika masuk ke ruang bakar yang bertekanan tinggi, bisa memicu pembakaran sebelum injektor memercikkan api. Oleh karena itu, kapal dengan perangkat turbo sering kali membutuhkan bahan bakar dengan oktan tinggi, guna menghindari gejala knocking. Kini mesin-mesin modern yang dilengkapi turbo, sudah dilengkapi semacam *adjuster* yang bisa menyesuaikan kompresi udara secara presisi sesuai kebutuhan mesin.

Masalah lain yang sering ditemui kapal dengan perangkat turbo adalah turbo lag. Kondisi ini terjadi karena turbo tidak bisa seketika menghadirkan tambahan daya saat gas ditekan (turbo baru bekerja pada putaran tertentu). Baru beberapa detik kemudian tambahan daya bekerja, Cara untuk meminimalkan efek ini adalah memangkas bobot komponen yang berputar. Ini membuat turbin dan kompresor lebih mudah berakselerasi untuk melakukan kompresi. Cara lainnya, dengan menggunakan material baru seperti *ceramic turbine blades*. Material baru ini lebih ringan dari baja, hingga lebih mudah berputar Efek ini nyaris tidak terasa pada mesin dengan teknologi turbo modern.

Kebanyakan turbo charger memiliki *wastegate*, semacam katup pengaman yang memungkinkan gas buang menerobos keluar tanpa melewati turbin. Katup ini bekerja berdasarkan sensor tekanan. Bila tekanan udara terlalu tinggi, berarti turbin berputar terlalu cepat, maka exhaust dibuang lewat wastegate, hingga rotasi turbin melambat. Karena turbo bekerja pada kondisi temperatur, kecepatan dan tekanan tinggi, maka performa optimum bisa didapat jika alat ini dioperasikan dan dirawat dengan benar. Kerusakan yang sering terjadi biasanya akibat buruknya lubrikasi, atau masuknya partikel abrasif pada oli. Sebab lain adalah lolosnya partikel berukuran besar pada aliran udara yang tersedot masuk. Juga benda-benda yang tersembur keluar dari *exhaust*, seperti kerak karbon, serpihan komponen mesin, dll berperan menimbulkan kerusakan.

Agar turbo bekerja sempurna, maka:

1. Turbo harus dirawat sesuai rentang waktu yang direkomendasikan.
2. Gunakan selalu oli yang direkomendasi produsen..
3. Periksa setiap kebocoran oli, suara-suara aneh dan getaran yang tidak wajar.
4. Power kurang, suara keras, asap biru atau hitam, kemungkinan mengindikasikan masalah pada mesin, bukan turbo.
5. Panaskan mesin beberapa saat, tunggu temperatur oli mesin mencapai suhu kerja optimal sebelum menggenjot pedal gas dalam-dalam untuk mengaktifkan turbo.
6. Jangan memainkan pedal gas, karena kemungkinan lubrikan komponen turbo belum sempurna. Sebaliknya, biarkan mesin *idle* beberapa saat sebelum mesin dimatikan. Bila mesin dimatikan seketika, maka pasokan oli mesin ke turbo otomatis terhenti, sementara turbo masih berputar dengan kecepatan tinggi. Ini bisa menciderai bearing. Pada mesin-mesin dengan teknologi turbo terbaru, ritual seperti itu tidak perlu lagi.

Fungsi *intercooler* dalam Turbo adalah sebagai penurunan suhu mesin yang sangat tinggi setelah diambil dari katup buang. Ada sejumlah keuntungan yang dirasakan oleh para penggunanya. Pertama, turunnya suhu udara menyebabkan molekul udara menjadi lebih padat. Semakin padat molekul udara didalam saluran masuk semakin besar pula tenaga yang dihasilkan mesin tersebut. Selain itu, temperatur lebih rendah juga mengurangi gejala gelitik (*knocking*). Sesuai kebutuhan dan perkembangannya. *Intercooler* didesain berbagai bentuk. Pertimbangan desainnya lebih di utamakan untuk mengoptimalkan pendinginan udara tanpa perlu banyak mengurangi tekanan turbo (*Turbo Pressure*).