

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian pendingin

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar didalam *cylinder*. Didalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain : *fresh water cooler*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *strainer* pada air laut dan *sea chest*. Dari keempat komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap motor induk. Air pendingin dalam fungsinya sangat vital dalam menjaga kelancaran pengoperasian mesin induk. Berikut diagram pengoperasian pendingin mesin induk :

2. Macam-Macam Sistem Pendingin Mesin Induk

Sistem pendingin pada motor diesel, dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka. Sistem pendinginan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kelelahan bahan, karena pemanasan berlebihan yang dapat mengakibatkan turunnya kinerja pada mesin itu. Tidak adanya perawatan terhadap air pendingin mesin induk dan pesawat bantu lainnya dapat berakibat fatal dan serius. Guna menjaga lancarnya air yang keluar dari sistem pendingin, maka perlu dilakukan

perhatian yang serius misalnya : bagian mesin yang didinginkan, pipa pendingin, pompa air laut, *sea chest* dan sebagainya.

Sistem pendingin mesin induk ada 2 (dua) macam yaitu :

1. Sistem pendingin terbuka.

Sistem pendinginan terbuka adalah sistem media air laut sebagai media pendinginnya setelah melakukan fungsi pendinginan, selanjutnya air laut tersebut langsung dibuang ke luar, umumnya media pendingin yang dipakai adalah air laut, sistem media terbuka ini mempunyai dampak negatif terhadap material yang bersentuhan langsung dengan air laut, akan mudah berkarat, kotor, penyempitan saluran pipa-pipa yang dapat mempengaruhi pendinginan pada mesin induk.

Air laut langsung digunakan dalam sistem mesin sebagai media pendingin untuk penyerapan panas. Pendingin air laut sistemnya hanya lewat untuk menyerap panas dan akan terbangun kembali ke laut maka dikatakan sistem pendinginan terbuka. Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari katup melalui filter dengan pompa air laut, kemudian air laut disirkulasikan ke seluruh bagian-bagian mesin induk yang membutuhkan pendinginan melalui pendingin minyak pelumas dan pendingin udara untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder dan katup pelepas gas kemudian air laut dibuang keluar kapal.

Keuntungan dari sistem pendingin air laut (sistem terbuka) yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil

dibandingkan dengan sistem pendinginan air tawar (tertutup). Selain itu dapat menghemat pemakaian peralatan, karena pada sistem ini tidak memerlukan tangki air dan tidak memerlukan banyak pompa untuk mensirkulasikan air pendingin. Sedangkan kerugian dari sistem pendinginan air laut ini adalah pada instalasi perpipaannya mudah sekali terjadi pengerakan (karat) karena air laut ini bersifat korosif serta air pendingin sangat terpengaruh dengan temperatur air laut.

a. Komponen sistem pendingin langsung (terbuka)

Beberapa komponen yang sering dipakai dalam sistem pendinginan langsung (pendinginan terbuka) diantaranya sebagai berikut :

1) Saringan

Saringan ini berfungsi untuk menyaring kotoran

2) Pompa

Pompa air laut berfungsi untuk menghisap air laut dan menekan air kedalam sistem, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan. Pada umumnya motor dikapal menggunakan pompa air laut jenis sentrifugal, yang digerakkan dengan perantara puli (*belt*), sehingga poros pompa akan berputar dengan arah yang sama. Motor jenis ini biasanya menggunakan jenis pompa torak dan pemasangan pompa tidak boleh lebih tinggi dari tangki persediaan air, tetapi pompa harus lebih rendah dari permukaan air di dalam tangki, sehingga air laut

dapat masuk ke ujung pipa hisap. Ada dua jenis pompa yang dapat digunakan untuk mensirkulasikan air pendingin yaitu jenis pompa torak atau plunyer dan pompa sentrifugal.

a) Pompa Torak (*Plunyer*)

Jenis pompa plunyer dan pompa torak pada umumnya dipakai memompa air, plunyer dengan batangnya dihubungkan dengan tuas-tuas atau engkol digerakan langsung oleh mesin penggerak. Antara plunyer dan silinder supaya rapat diberi paking bus. Ketel dipakai supaya jalannya aliran air keluar dari saluran dapat tenang dan teratur.

b) Pompa Sentrifugal

Pompa ini bekerja berdasarkan prinsip gaya sentrifugal, yaitu bahwa benda yang bergerak secara melengkung akan mengalami gaya yang arahnya keluar dari titik pusat lintasan yang melengkung tadi. Besarnya gaya sentrifugal yang timbul tergantung massa benda, kecepatan gerak benda, dan jari-jari lengkung lintasannya.

2. Sistem pendinginan tertutup

Sistem pendingin tertutup adalah sebuah sistem dengan media pendinginnya menggunakan air tawar yang digunakan secara terus-menerus bersirkulasi untuk mendinginkan Motor/Mesin tersebut. Jadi sebelum dimasukan kembali ke dalam Motor/Mesin, air tawar pendingin

tersebut dimasukan ke dalam alat pemindah panas yang disebut *fresh water cooler* untuk menurunkan media air tawar tersebut pada suhu antara 50°C - 60°C . Sedangkan alat pemindah panas yang dipergunakan untuk menyerapnya, panas air tawar adalah media air laut yang setelah mendinginkan air tawar langsung di buang ke laut.

Air tawar digunakan dalam rangkaian sistem tertutup untuk mendinginkan mesin yang ada di kamar mesin. Air tawar kembali dari *cooler* setelah pendinginan mesin yang selanjutnya didinginkan oleh air laut pada pendingin air laut. Pada sistem pendingin tertutup ini air tawar yang telah mendinginkan mesin akan disirkulasikan secara terus menerus. Apabila media pendingin air tawar berkurang didalam sistem, maka akan ada penambahan secara *gravity* dari *expantion tank* yang berada dilantai atas, atau posisinya lebih tinggi dari mesin induk. Pada waktu kapal sedang berlayar dan mesin induk sedang beroperasi maka air tawar ini dialirkan ke tiap-tiap *cylinder* dan keluar menuju *cooler* dengan suhu 70°C - 80°C , di *fresh water cooler* air tawar didinginkan ole air laut dan suhu turun sampai 50°C - 60°C . Air tawar ini diisap lagi oleh pompa, seterusnya kembali lagi digunakan untuk mendinginkan mesin induk. Karena pendinginan air tawar terus menerus bersirkulasi, maka dinamakan pendinginan tertutup, maka apabila motor induk sedang berjalan normal masinis yang bertugas harus melakuakn pengecekan

pada *expansion tank*, sehingga bila ada sistem pendingin yang tidak normal (terjadi kebocoran) dapat segera diketahui.

Sistem pendinginan tertutup menggunakan dua media pendingin yang digunakan adalah air tawar dan air laut, Air tawar digunakan untuk mendinginkan bagian-bagian mesin sedangkan air laut untuk mendinginkan air tawar melewati pesawat *cooler*. Setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar tersirkulasi secara terus menerus mendinginkan mesin secara merata.

a. Komponen Sistem Pendinginan Tidak Langsung (tertutup)

Pada prinsipnya komponen-komponen yang terdapat pada sistem pendinginan tak langsung sama dengan komponen yang terdapat pada sistem pendinginan langsung, hanya saja ada beberapa komponen tambahan yang digunakan karena disesuaikan dengan jenis media yang digunakan untuk proses pendinginan yaitu : air laut dan air tawar.

Beberapa komponen-komponen tambahan tersebut antara lain sebagai berikut :

1) Tangki Persediaan Air Tawar (Tangki Ekspansi)

Air dalam sistem pendinginan akan berekspansi apabila suhunya naik sehingga akan terjadi kelebihan air, dan kelebihan air ini akan di tempatkan pada tempat yang tertinggi di saluran air pendingin

supaya tekanan pada sistem selalu tetap dan mencegah kantong uap/udara pada sistem pendingin.

2) Alat Penukar Panas (Heat Exchanger)

Alat ini berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang bersirkulasi dalam sistem pendinginan. Pada motor diesel yang digunakan di kapal-kapal, alat pendingin air tawar biasanya berbentuk cangkang dan tabung (shell and tube) dengan air laut sebagai media pendinginnya.

3) Pompa Sirkulasi Air Tawar

Pompa ini berfungsi untuk menghisap dan menekan air tawar agar bersirkulasi dalam sistem pendinginan. Pompa yang biasanya digunakan adalah pompa sentrifugal.

4) Pipa Saluran Air Pendingin

Setiap saluran air pendingin menggunakan pipa saluran yang terbuat dari baja, pipa saluran ini menerima tekanan dari pipa aliran air pendingin, tekanan yang diterima tergantung dari luas penampang pipa.

3. Peralatan Sistem Pendingin Mesin Induk dan Fungsinya.

Untuk memperlancar pengoperasian mesin induk diatas kapal, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah pendingin sebagaimana dalam pembahasan ini bahwa media pendingin yang dipakai untuk mendinginkan motor induk di atas kapal adalah air tawar. Maka untuk

kelancaran proses pendinginan diperlukan peralatan atau komponen pendukung seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

a. Pompa sirkulasi air tawar

Pompa ini berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin di dalam sistem, atau suatu pesawat yang bisa memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat lain berdasarkan perbedaan tekanan. Sebagian besar motor diesel menggunakan pompa *sentrifugal* untuk sirkulasi air tawar pendingin pada motor induk di atas kapal, dimana pompa tersebut digerakkan dengan motor listrik.

b. Instalasi pipa pipa

Instalasi pipa diatas kapal adalah suatu alat yang ditempati air pendingin untuk bersirkulasi di dalam pipa tersebut. Pada setiap pipa membiarkan tahanan tertentu kepada aliran air yang disalurkan untuk itu bentuk pipa dan ukuran pipa akan mempengaruhi kenaikan tahanan aliran. Tahanan aliran air juga dapat meningkat pada setiap belokan dan katup yang dilalui oleh air tersebut.

c. Tangki ekspansi

Tangki ekspansi berfungsi sebagai tangki penampungan air tawar (*fresh water*) dan untuk menambah bila ada kekurangan di dalam sistem. Tangki ini ditempatkan pada tempat yang lebih tinggi dari saluran pipa. Sehingga bisa memelihara tekanan konstan dalam sistem dan mencegah adanya udara atau uap didalamnya. Tangki ekspansi ini

dibuat dari baja galvanis yang baik untuk mencegah terjadinya karat (korosi), dan ukurannya tergantung pada kapasitas air. Juga sistem keseluruhan, termasuk ruang air dalam *jacket* pendingin motor induk.

d. *Fresh water Cooler*

Berfungsi mendinginkan air pendingin yang telah menyerap panas dari dalam mesin dengan menggunakan media air laut. Di kapal tempat penulis jenis penukar kalornya menggunakan jenis *heat exchanger type tube*. Pada jenis ini air laut yang akan menyerap panas pada air tawar pendingin akan mengalir di dalam pipa-pipa yang berbeda.

e. Pengukur suhu (*Thermometer*)

Alat ini berfungsi untuk mengukur suhu air pendingin yang masuk dan keluar dari motor induk. Umumnya suhu air pendingin diukur dengan *thermometer* jenis – jenis air raksa gelas biasa yang dibungkus dengan plat logam untuk melindungi kaca agar tidak mudah pecah.

4. Tujuan Pendinginan

Tujuan pendinginan adalah untuk :

- Menjaga agar mesin mampu bekerja terus menerus.
- Mencapai tenaga yang optimal.
- Mengurangi terjadinya kerusakan mesin.
- Mempertahankan temperatur agar bekerja dalam kondisi normal.
- Daya tahan mesin atau bahan material lebih lama.

Apabila dinding silinder tidak didinginkan pada saat operasi, maka dinding silinder yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Timbulnya masalah-masalah pada sistem pendinginan mesin induk akibat dari tekanan pompa tidak normal, disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap media pendingin, dan air pendingin serta peralatan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan normal. Dengan demikian suhu (*temperature*) air pendingin sering melewati batas maksimum, walaupun dalam putaran mesin minimum (rendah). Air pendingin dalam fungsinya sangat penting dalam menjaga kelancaran pengoperasian motor induk untuk mempertahankan suhu pendinginan, sehingga sesuai dengan yang telah ditetapkan dalam buku petunjuk dari buku manual.

Perlunya pendinginan pada motor induk ketika sedang bekerja, sering mengalami gangguan, sehingga pendinginan tidak normal yang mengakibatkan meningkatnya suhu air tawar. Hal ini disebabkan oleh adanya kebocoran pada *cylinder head*, sehingga air yang ada di tangki ekspansi berkurang. Demikian juga suhu air pendingin harus dijaga sesuai dengan nilai marginalnya. Hal tersebut untuk mencegah terlampauinya titik embun dari gas pembakaran yang mendukung CO_2 , sehingga akan berubah dengan terbentuknya asam belerang pada ruang pembakaran, katup-katup, *nozzle* pada bagian jalur-jalur silinder ini disebabkan sifatnya yang mudah mengikat senyawa dengan unsur lain kedalamnya, air pendingin

tersebut juga sebagai kendala yang bisa menimbulkan kerak-kerak yang dapat mengurangi pendinginan pada mesin induk.

Selain itu agar kondisi motor induk dapat bekerja dengan normal, hal-hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan komponen-komponen sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi komponen dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kinerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan dirawat oleh seluruh *crew* mesin.

B. Definisi Operasional

Pada dasarnya perawatan pada setiap permesinan dikapal mempunyai tujuan yang sama, yaitu antara lain:

1. Memperpanjang usia pakai
2. Memberi kenyamanan awak kapal dalam menjalankan tugasnya.
3. Mencegah kerusakan yang berakibat fatal.
4. Menghemat biaya operasional kapal.

Perawatan sebaiknya mempunyai pola yang terencana dan teratur, artinya harus memilih waktu yang tepat dan jenis perawatan apa yang perlu kita lakukan terhadap mesin induk tersebut. Pola perawatan dapat berupa, perawatan pada waktu mesin induk tidak beroperasi. Selain itu perlu juga mempertimbangkan suku cadang yang tersedia.

Ada dua jenis perawatan yang dilakukan dikapal yaitu perawatan yang berencana dan perawatan *insidental*. Perawatan berencana dapat dibedakan

menjadi 2 (dua) yaitu perawatan pencegahan dan perawatan korektif.apabila kita cermati berbagai jenis perawatan tersebut diatas sebenarnya telah ada didalam *Instruction Manual Book* yang dibuat oleh pabrik yang memproduksi setiap permesinan kapal.

Prosedur perawatan yang direkomendasikan instruksi manual untuk mesin induk MITSUBISHI TYPE 6UEC 52 LS, antara lain tersebut dibawah ini :

a. Pemeriksaan rutin.

Pemeriksaan ini dilakukan setiap hari ketika melaksanakan jaga dikamar mesin secara teratur. Hal-hal yang perlu diperiksa diantaranya :

1. Temperatur pendingin air tawar
2. Temperatur air laut
3. Temperatur *fresh water jacket*

b. Perawatan *fresh water cooler*

Agar pengoprasian mesin induk selalu dalam kondisi normal, perlu adanya perawatan dan pembersihan dengan jarak waktu yang teratur. Perawatan dan pembersihan pertama kali sebaiknya dilakukan setiap bulan. Periksa bagian *plat heat exchanger* pada *fresh water cooler* apakah terdapat adanya kerak atau kotoran dan kerusakan seal pada *plat heat exchanger*.

Perawatan dan pembersihan dilakukan sesuai dengan *manual book* dan sesuai dengan kondisi temperatur pendingin air tawar mesin induk.

Namun dianjurkan untuk dilakukan dengan jarak waktu setaip 2-3 bulan karena perawatan atau pembersihan yang terlalu lama dapat menyebabkan kurang maksimalnya pendinginan pada mesin induk karena kotoran yang ada di *plat heat exchanger* dapat menyebabkan gangguan berkurangnya pendinginan pada mesin induk.

e. *Overhaul*

Hal ini dilakukan jika terjadi meningkatnya suhu pendingin air tawar pada mesin induk. Lakukan pembersihan *plat heat exchanger* atau penggantian suku cadang jika diperlukan. Dianjurkan overhaul secara menyeluruh untuk pemeriksaan dilakukan sedikitnya setiap 2 tahun (paling lama). Bagian – bagian utama yang perlu mendapatkan perhatian untuk diperiksa yaitu : *gasket, heat transfer plate*.

C. Kerangka Berpikir

Sebagai prinsip dari PMS (*Planning Maintenance System*). Prosedur untuk merawat mesin induk guna mempersiapkan mesin induk agar selalu prima dan siap pakai, sehingga dapat digunakan dengan optimal pada saat proses olah gerak dan berlayar. Tetapi di kapal MT. Princess naomi PMS tidak berjalan dengan baik salah satunya faktor karena *running hour* mesin yang terkadang terlewat karena proses bongkar muat atau berlayar yang belum selesai, sehingga PMS pun tertunda.

Sehingga penulis dapat menyajikan kerangka pemikiran sebagai berikut :

