BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Sistem Pendinginan Mesin

1. Maksud dan Tujuan Sistem Pendinginan

Sistem pendinginan pada mesin induk dibuat agar mesin induk dapat bekerja pada temperatur yang normal setelah mesin hidup , dan menjaga agar, mesin induk dapat bekerja pada temperature kerja yang baik.

Sistem pendinginan mesin menggunakan prinsip pemindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi. Panas diserap secara konduksi dari metal disekeliling silinder, dari katup dari kepala silinder menuju cairan pendingin. Permukaan logam dengan cairan pendingin. Permukaan logam dengan cairan pendingin terjadi perpindahan panas secara konveksi dan dialam cairan pendingin terjadi sentuhan dan perpindahan panas, sehingga air menjadi panas dalam kantong-kantong air pendingin, yang terletak didalam blok silinder.

Hampir sepertiga panas pembakaran didalam mesin karena gesekan komponen komponen mesin yang bergesekan diserap oleh sistem pendinginan. Karena itu komponen sistem pendingin harus mempunyai kapasitas yang memadai dan harus dalam kondisi kerja yang baik. Temperatur dalam ruang pembakaran mesin mencapai 1.927^{o}C atau 3.526^{o}F saat terjadi pembakaran. Begitu pula komponen mesin yang bersentuhan langsung dengan gas pembakaran. Tidak kalah juga saluran-saluran pada sistem pembuangan mesin. Semua komponen tersebut harus dipelihara agar dapat bekerja sesuai fungsinya. Untuk mencapai temperatur yang aman dari komponen tersebut perlu sistem pendinginan yang dapat mengambil panas dari sekeliling ataupun dari dalam komponen itu.

Temperatur rata-rata dari komponen mesin induk relatif tinggi jika dibandingkan dengan air mendidih. Piston bertemperatur sekitar 260°C (500°F) klep buang bertemperatur 520°C (968°F). Temperatur tersebut Merupakan temperatur yang tinggi untuk membuat air menjadi mendidih.

"*overheating"* yaitu mesin bekerja pada temperatur melebihi temperatur kerja dan sangat bahaya terhadap komponen-komponen mesin. Sebagai cairan pendingin digunakab air. (*Nuruzzaman 2003)*

2. Pendinginan Silinder

Bagian atas silinder merupakan bagian atas yang terpanas dan sebagian panas gas pembakaran itu dipindahkan secara langsung ke fluida pendinginya. Sedangakan untuk bagian bawah silinder, perpindahan panas ke fluida pendingin terjadi secara tak langsung, jadi melalui torak dan cincin torak. Jika pendinginan tidak dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya, maka temperature dari setiap bagian silinder akan naik. Keadaan tersebut akan mengakibatkan kerusakan dinding ruang bakar karena terjadinya tegangan termal atau kerusakan katup-katup, puncak torak dan kemacetan cincin torak. Di samping itu, minyak pelumas akan menguap dan terbakaar sehingga terjadi keausan cepat pada torak dan dinding silinder, tetapi juga mengakibatkan gangguan kerja mesin.

Mesin kapal mempergunakan air tawar sebagai fluida pendingin, pada umumnya dipakai air yang telah dilunakkan untuk mencegah terjadinya korosi serta endapan-endapan jika udara atmosfir dapat bertemperatur dibawah 0°C, maka air pendingin baisanya dicampur dengan "ethylene glycol" ke dalam air pendingin akan menurunkan titik beku dari fluida pendingin tersebut. Apabila air pendingin sampai membeku, maka volume air akan bertambah sehingga dapat merusak saluran-saluran air pendingin. Maka dalam keadaan dimana dapat diperoleh ethylene glycol, sebaiknya air dikeluarkan dari mesin seandainya ada kemungkinan terjadi pembekuan.

Ethylene glycol tersebut diatas juga bertitik didih tinggi, sehingga perbedaan temperature antara air pendingin didalam radiator dengan udara atmosfir dapat diperbesar dan ukuran radiator dapat diperkecil. Inilah sebabnya mengapa ethylene glycol ditambahkan krpada air pendingin motor bahan bakar torak untuk pesawat terbang. Namun demikian, cara tersebut aiatas bukanlah satu-satunya usaha untuk memperkecil ukuran radiator. Penambahan tekanan didalam sistem pendingin air, yang berarti mempertinggi titik didih air, juga merupakan ukuran radiator yang lebih kecil. Sistem tersebut terakhir digunakan pada mesin-mesin kendaraan.

Tujuan utama dari pendingin adalah sebagai berikut :

a. Mencegah terbakarnya lapisan pelumas pada dinding silinder
b. Mereduksi tegangan-tegangan thermis pada bagian-bagian silinder torak, cincin torak dan katup-katup.
c. Menaikan efisiensi thermal dan pendingin itu memungkinkan sebagai pelumasan motor.

3. Perpindahan Panas (Kalor)

Ada tiga cara perpindahan panas yaitu : secara konduksi, konveksi dan radiasi.

a. Konduksi

Merupakan bagian yang penting dalam membawa panas melalui dinding logam dan lapisan tipis dan gas serta air yang berhenti danbersinggungan dengan dinding (perpindahan panas melalui medium).

b. Konveksi

Bila cairan mempunyai suhu berbeda, kepadatan sebagian dai suhu tinggi menjadi lebih kecil dari pada yang bersuhu rendah disekitarnya, dan cairan bagian suhu yang tinggi naik dan mengalir panas dipindahkan dengan gerakan ini disebut konveksi.

c. Radiasi

Sebuah unsur meradiasikan energi panas sendiri dalam bentuk gelombang magnet listrik sesuai dengan suhu benda tersebut mempunyai sifat meresap, radiasi panas dan penyimpanannya sebagai energi panas. Pemindahan panas dihasilkan oleh radiasi panas dan penyerapan disebut pemindahan panas radiasi.

Dari hasil pembakaran bahan bakar dalam silinder dapat mencapai temperatur ±2500°C. Karena proses itu terjadi berulang-ulang maka dinding silinder, kepala silinder, torak, katup dan beberapa bagian lain akan menjadi panaas.

4. Macam-macam Media Pendinginan

Pada sistem pendinginan motor dapat dilakukan dengan beberapa media pendingin, yaitu dengan media pendingin air, udara, dan minyak.

a. Media Pendingin Air Tawar

Air merupakan media pendingin yang baik karena air dapat mengambil 1 kkal pada tiap kg dan tiap derajat celcius. Sedangkan volume dari 1 kg air hanya 1 dm^3.

1) Media pendingin air tawar

Media pendingin dengan menggunakan air tawar ini digunakan pada sistem pendinginan tak langsung. Proses pendinginannya dilakukan dengan proses pendinginan air tawar terlebih dahulu yang terletak di tangki penampung air tawar dengan menggunakan air laut. Setelah temperature air tawar pada tangki penampung menurun selanjutnya air tawar disirkulasikan ke bagian-bagian mesin yang

memerlukan pendinginan, terutama ke bagian yang bergerak yang memiliki resiko kerusakan besar.

Untuk menjaga agar proses pendinginan pada motor dapat berjalan dengan lancer maka perlu diperhatikan sirkulasi pendinginan tersebut. Biasanya akan terdapat karat yang terjadi akibat dari endapan-endapan mineral yang terkandung di dalam air. Apabila ini dibiarkan terus-menerus, maka seiring berjalannya waktu maka karat tersebut akan menyebabkan tersumbatnya sirkulasi air pendingin.

2) Media pendingin air laut

Media pendingin dengan menggunakan air laut ini digunakan pada sistem pendinginan secara langsung (terbuka). Proses pendinginannya dengan mensirkulasikan air laut secara langsung ke bagian-bagian mesin yang memerlukan pendinginan. Pada sistem pendinginan jenis ini diperlukan bahan pencegah pembentukan korosi terutama pada bagian di dalam blok silinder yang sering disebut zinc anode.

b. Media Pendingin Udara

Udara adalah bahan pendingin yang buruk karena dalam 1kg udara atau kira-kira 0,77 m^3 udara hanya dapat menerima 1 kJ tiap derajat celcius. Panas jenis udara ± 1 kJ / kg derajat celcius. Oleh karena itu bahan pendingin ini hanya dapat dipergunakan jika :

1) Udara tersedia dalam jumlah yang besar
2) Jumlah panas yang harus dikeluarkan adalah terbatas, seperti pada motor yang kecil.

Pada umumnya semua mesin dengan pendinginan udara, silinder-silindernya dilengkapi dengan rusuk-rusuk pendingin. Rusuk-rusuk pendingin ini memperbesar luas permukaan yang dapat menyerahkan panas kepada udara pendingin.

c. Media Pendingin Minyak

Minyak lumas juga dapat dipakai sebagai pendingin, akan tetapi minyak tersebut hanya dapat mengambil 0,4 kkal pada tiap kg dan tiap derajat celcius. Sehingga kita harus menyediakan minyak yang cukup banyak agar adapat mengeluarkan panas yang besarnya sama dengan media pendingin air.

Pada mesin diesel, pengguanan minyak lumas hanya untuk melumasi bagian yang bergesekan seperti gesekan pada torak, poros engkol, bantalan, dan lain-lain. Bila ditinjau dari segi penyerapan panas, maka media pendingin minyak lumas memiliki lebih kecil dan rendah dibanding media pendingin air. Minyak pelumas digunakan sebagai media pendinginan permukaan yang panas dengan cara di

semprotkan atau dialirkan pada bagian tersebut. Selain itu juga dapat digunakan untuk melumasi bagian-bagian yang saling bergesekan agar tidak cepat aus.

5. Komponen Sistem Pendingin Air Tawar

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.

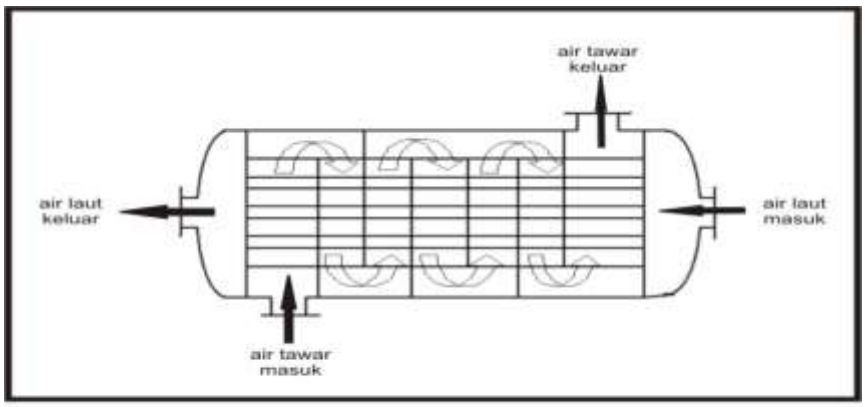
Beberapa komponen-komponen tambahan tersebut antara lain sebagai berikut :

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 mesin diesel yang digunakan di kapal-kapal, alat pendingin air tawar biasanya berbentuk cangkang dan tabung (shell and tube) dengan air laut sebagai media pendinginnya.



Gambar 1. *Heat Exchanger* tipe tabung *(Shell and Tube)*

3) Pompa Sirkulasi Air Tawar

Pompa ini berfungsi untuk menghisap dan menekan air taar 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.

6. Sistem Sirkulasi Pendinginan

a. Sistem Sirkulasi Gravitasi

Sistem ini biasanya disebut sistem sirkulasi thermosipon, dibuat tanpa menggunakan pompa, ruang pendingin penuh dengan air, sehingga air lebih tinggi dari mulut air yang diatas.

Berdasarkan perbedaan massa jenis air, dimana massa jenis air yang panas lebih kecil dari pada massa jenis air yang dingin, maka pada sistem gravitasi ini partikel air yang panas cenderung untuk naik, sedangkan partikel air yang dingin cenderung untuk tenggelam, dengan demikian akan terjadi sirkulasi air secara alami bila air disatu titik mengalami pemanasan dan titik lain mengalami pendinginan. Sistem ini kurang efektif karena sirkulasi air berlangsung kurang cepat sehingga kecepatan aliran tidak sesuai dengan kecepatan putar motor.

b. Sistem Sirkulasi Tekan

Sistem ini menggunakan pompa yang berfungsi untuk mengalirkan air pendingin. Pompa ini akan menekan air melalui pelapis silinder dan berkeliling ke tempat penampung air, sehingga akan terjadi sirkulasi yang lebih cepat bila dibandingkan dengan sirkulasi thermosiphon, dan proses pendinginan akan berjalan dengan cepat pula.

7. Bagian-Bagian yang Didinginkan pada Sistem Pendinginan

Sistem pendinginn pada motor bakar akan mengalami pemindahan panas melalui air pendingin, ini sangat besar pengaruhnya terhadap panas yang berguna pada pembakaran pada silinder.

Panas pada motor induk sebagian besar dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder. Pembakaran akan berlangsung dalam ruang bakar sehingga apabila proses pembakaran berlangsung maka bagian silinder akan menjadi panas sekali. Sedangkan untuk bagian bawah silinder, perpindahan panas ke media pendingin tidak secara langsung melainkan melalui torak dan cincin torak. Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka bagian-bagian yang perlu didinginkan adalah sebagai berikut :

a. Silinder
b. Kepala silinder
c. Katup
d. Bantalan-bantalan
e. Tempat-tempat yang timbul panas karena gesekan adalah kepala silinder dan dinding silindernya.

8. Gangguan yang Sering Terjadi Pada Sistem Pendingin Air Tawar

Beberapa gangguan yang sering terjadi pada engine/mesin :

a. Tersumbatnya pipa-pipa dan saluran-saluran pendinginan (pada mantel-mantel air) oleh kerak-kerak
b. Kotornya plat-plat cooler oleh kerak
c. Menurunnya kapasitas pendinginan disebabkan performasi engine yang tidak bisa terimbangi oleh performasi pompa pensirkulasi airnya. Mungkin hal ini untuk engine yang berkali-kali overhaul sementara pompanya tetap lama.
d. Kekososngan air pendingin di tangki air tawar
e. Air tawar ditangki cepat habis
f. Air di tangki air tawar cepat kotor

9. Pemeliharaan / Perawatan Sistem Pendingin

a. Menurut Wiranto Arismunandar dan Kuchi Tsuda, 2004, Tentang Motor Diesel Putaran Tinggi. PT Pradnya Pramita, Jakarta

Pemeliharaan sistem pendinginan dapat dilakukan dengan mengikuti prosedur sesuai dengan buku petunjuk dari pabrik pembuatan mesin itu sendiri. Menurut Wiranto Arismunandadan Kuchi Tsuda (1983), pemeliharaan sistem pendinginan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Periksa isi air pendingin apakah masih ada atau tidak.
2) Supaya proses pendinginan dapat berlangsung dengan baik, bersihkan mesin dari kerak atau kotoran setiap 250 jam atau dua kali dalam setahun dengan membuka keran pembuangan dan masukkan air yang bersih.

Sistem pendinginan yang tidak terkontrol dengan baik dapat menganggu kelancaran operasional mesin, menurunkan performa dan bisa membuat fatal pada mesin. *Over heating* juga bisa muncul karena kurangnya perhatian pada sistem pendinginan mesin disamping sebab-sebab lainnya yang menstimulasinya. Memperhatikan pembacaan skala dari level air pendingin pada panel control merupakan tindakan preventif perawatan mesin bersama-sama pemilihan air pendingin yang bermutu baik.

b. Menurut Maimun, 2004, Tentang Managemen Perawatan Mesin di Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta

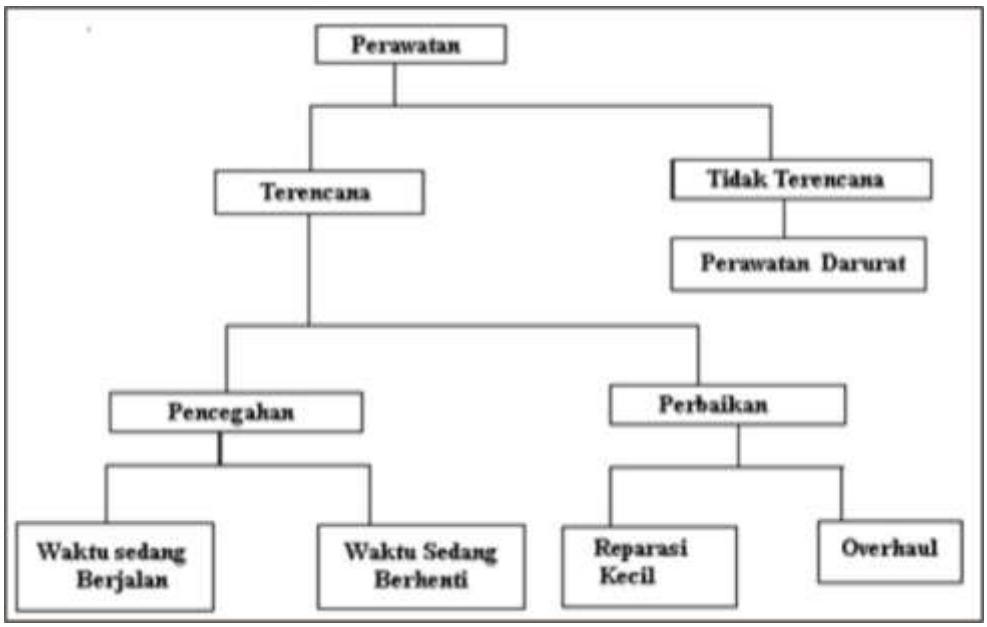
Menurut Maimun (2004), pemeliharaan pada sistem air pendinginan, bagian yang perlu dicek atau diperiksa :

1) Pompa air pendingin, pemeliharaan yang perlu dilakukan adalah :
   a) Periksa mekanika seal. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih 2000-3000 jam atau tiap 2 bulan
   b) Bongkar, periksa dan ukur bagian besar. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan kurang lebih 4000-5000 jam atau tiap tahun.
2) Katup termostatik, pemeliharaan yang dilakukan :

   Bongkar dan periksa. Pada bagian ini pemeliharaan yang dilakukan selama kurang lebih 2000 jam atau setengah tahun.
3) Zinc anti corrosive, perawatan yang dilakukan :

   Bongkar dan tukar bagian-bagian pendingin air laut. Pada bagian ini pemelihara yang di lakukan selama kurang lebih tiga bulan sekali.

Suatu program perawatan pelaksanaan dapat dilihat pada skema berikut ini :



Gambar 2. Skema jenis perawatan