

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Suatu proses yang dapat mempengaruhi meningkatnya suhu air pendingin disebabkan dari permukaan gas dalam ruang bakar dan silinder sebagian diserap oleh air pendingin yang bersirkulasi melalui dinding silinder dan ruang bakar, ini dapat terjadi karena adanya air pendingin (*water jacket*). Panas yang diserap oleh air pendingin selanjutnya akan menaikkan temperatur air pendingin tersebut. Air pendingin pada *water jacket* cenderung akan mendidih dan menguap. Hal tersebut sangat merugikan, oleh karena itu untuk menghindarinya air tersebut disirkulasikan. Air yang memiliki temperatur yang masih dingin dialirkan mengganti air yang memiliki temperatur lebih panas. (Maleev, 1982 : 381).

Sistem pendinginan adalah suatu sistem yang menggunakan prinsip perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi. Perpindahan kalor (*heat transfer*) ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. (Holman,1997), perpindahan kalor dibagi menjadi :

1. Perpindahan kalor *konduksi*

Perpindahan kalor konduksi proses perpindahan kalor tanpa disertai dengan perpindahan partikelnya. Di dalam benda-benda padat maka perpindahan tenaga timbul karena atom-atom pada temperatur yang

lebih tinggi, sehingga atom-atom tersebut dapat memindahkan tenaga kepada atom-atom yang lebih lesu yang berada di dekatnya dengan kerja mikroskopik, yakni kalor. (Reynold dan Perkins, 1983)

2. Perpindahan Kalor *Radiasi*

Perpindahan kalor radiasi adalah perpindahan energi oleh penjararan (rambatan) foton yang tak terorganisir. Setiap benda yang terus memancarkan foton-foton secara serampangan di dalam arah dan waktu, dan tenaga netto yang dipindahkan oleh foton-foton ini diperhitungkan sebagai kalor. (Reynold dan Perkins, 1983)

3. Perpindahan Kalor *Konveksi*

Proses perpindahan kalor melalui suatu zat yang disertai dengan perpindahan bagian-bagian yang dilaluinya disebut konveksi atau aliran. (*convection heat transfer*). (Stoecker dan Jones, 1982)

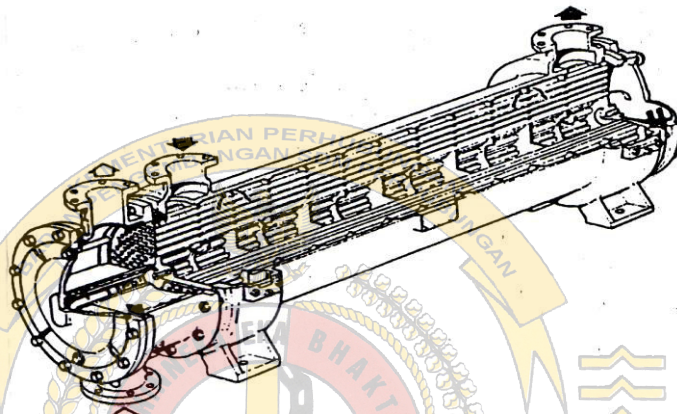
Menurut Tim penyusun PIP Semarang, dalam bukunya “Pesawat Bantu” (2000:54). Untuk mendapatkan hasil kerja yang maksimal pada permesinan diatas kapal, Untuk itu diperlukan suatu alat atau pesawat yang disebut cooler (pendingin) yang berfungsi untuk menurunkan suhu suatu cairan atau udara dari suhu tinggi ke suhu yang lebih rendah dengan bantuan bahan pendingin yaitu air atau udara. Dari kegunaannya cooler dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu :

1. *Cooler* Induk.

Cooler induk adalah cooler yang berfungsi untuk mendinginkan air tawar pendingin mesin induk.

2. Cooler Induk Minyak Lumas.

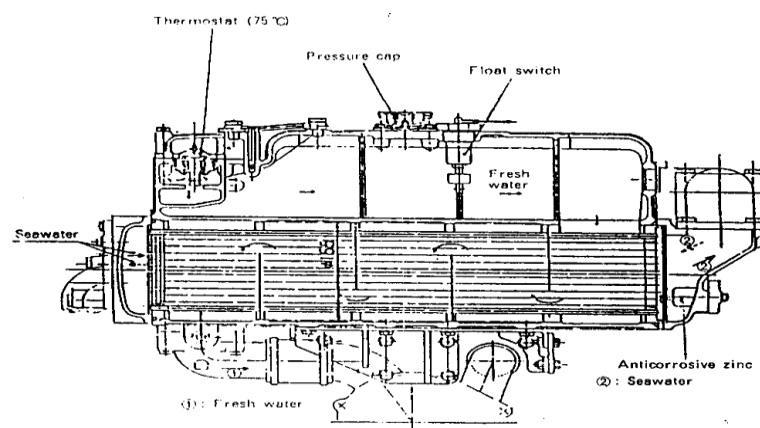
Cooler induk minyak lumas adalah *cooler* yang menurut fungsinya untuk mendinginkan minyak lumas pendingin mesin induk. Kedua *cooler* ini mempunyai bentuk yang sama, baik *cooler* air maupun *cooler* minyak lumas.



Gambar.2.1 *Cooler Lubricating Oil*

3. Cooler Bantu.

Cooler Bantu berfungsi untuk mendinginkan air tawar pendingin motor-motor bantu, minyak lumas motor bantu ataupun pada pesawat bantu yang lain diatas kapal.



(Fresh water cooler)
Gambar. 2.2 *Cooler Bantu*

Sedangkan dilihat dari bentuknya atau modelnya, *cooler* dapat dibedakan menjadi dua bentuk, yaitu :

1. *Cooler* model *SHEEL AND TUBE*

Cooler model ini terdiri dari pipa-pipa yang diatur sedemikian rupa yang dimasukkan kedalam suatu rumah yang mempunyai hubungan dengan cairan panas yang didinginkan. Di setiap ujung pipa-pipa yang diatur tersebut, ditahan oleh tube sheel disetiap ujungnya dan sederetan sekat-sekat yang dipasangkan saling berbalik untuk mengarahkan jalannya media yang didinginkan agar mengalir berbelok-belok, kemudian dari lubang-lubang pipa yang diatur tersebut, akan mengalir media pendingin yaitu air tawar atau air laut. Untuk gambar cooler model ini terdapat pada halaman lampiran.

2. *Cooler* model *PLAT*

Cooler model plat ini terdiri dari sederetan plat yang mempunyai alur yang teratur, kemudian disusun menjadi suatu bentuk dan dikencangkan dengan baut pengikat. Setiap plat dengan seal spesial yang diletakkan dalam alur kelilingnya, klem kedua ujungnya, sehingga antara cairan yang didinginkan dengan cairan media pendingin tidak bercampur menjadi satu, akan tetapi menjadi terpisah dengan adanya seal spesial tersebut. Gambar model ini dapat dilihat pada halaman lampiran.

Menurut P. Van Maanen, "Motor diesel kapal" jilid I, (1997:8.23). Jadi apabila dibandingkan dengan cooler jenis stern dan tube, cooler jenis

ini mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Konstruksi yang padat / kompak

Permukaan yang memindahkan panas ditempatkan kedalam suatu volume yang kecil, sedangkan akibat plat yang tipis serta putaran intensif dari cairan akan mengakibatkan pemindahan panas perM³ lebih besar. Untuk demonstrasi dari permukaan pemindah panas tidak memerlukan ruangan extra seperti pada cooler model pipa.

b. Perbaikan/ perbaikan lebih praktis.

Paket plat yang diikat menjadi satu dengan baut penghubung, dapat dibuka dengan cepat, sehingga apabila ada plat yang rusak dapat diganti dengan cepat tanpa memerlukan pengelasan.

c. Fleksibilitas.

Pemindah panas plat terdiri dari empat pipa cabang dipasang pada salah satu dari plat lurus dengan lubang-lubang plat susunan dimana cairan lewat.

d. Material.

Semua plat pemindah panas harus dibuat dari unsur titanium, yang memiliki ketahanan yang besar terhadap pengaruh korosi dan erosi, sehingga mempermudah perawatannya, tidak seperti halnya cooler pipa yang lebih mudah terkena korosi serta menimbulkan kerak dibagian dalamnya.

Menurut Endrodi. MM. ATT.I, dalam bukunya “MOTOR DIESEL PENGGERAK UTAMA” hal 15. Agar motor diesel dapat bekerja terus-menerus dengan aman dan awet, maka panas yang diterima oleh komponen-komponen motor diesel misalnya dibagian silinder liner, silinder kepala, dan klep gas buang harus dipindahkan/ dialihkan kepada zat pendingin. Ada beberapa pilihan untuk zat pendingin, tetapi dengan berbagai pertimbangan untuk motor diesel kapal dipilih air tawar sebagai media pendinginnya. Dengan kata lain selama motor bekerja memerlukan pendinginan.

Selain panas yang ditimbulkan oleh hasil pembakaran bahan bakar, panas juga ditimbulkan akibat gesekan antara 2 logam, antara lain poros terhadap metalnya, ring-ring torak terhadap liner, kepala silang terhadap peluncurnya, logam-logam tersebut pada suhu tinggi akan meleleh. Oleh karena itu panas yang terkandung harus dapat dialihkan ke media pendingin, seperti pendingin tertutup menggunakan air tawar atau secara langsung memekai air laut.

Menurut P. Van Maanen, jilid I (1997;8.1). dalam ruang pembakaran sebuah motor diesel akan terjadi suhu 1800°K atau lebih pada waktu pembakaran. Selama awal pembungan gas, setelah terjadi ekspansi dalam silinder, suhu gas pembakaran masih akan mencapai suhu 1000°K .

Dinding ruang pembakaran (tutup silinder, bagian atas torak, bagian atas lapisan silinder), katup buang dan sekitarnya, termasuk diantara pintu buang menjadi sangat panas. Untuk mencegah pengurangan dari kekuatan material dan perubahan bentuk secara thermis dari bagian motor, maka bagian-bagian

tersebut harus didinginkan menggunakan media air tawar. Khusus pada bagian silinder terdapat lapisan pelumasan harus tetap terjaga kondisinya karena pada bagian tersebut memerlukan pendinginan air tawar.

Van Maanen, jilid I (1997;8.2). ada beberapa hal yang perlu diperhatikan tentang sistem pendinginan yaitu :

1. Bahan pendinginan

Sebagai bahan pendingin untuk mesin diesel digunakan bahan seperti air laut, air tawar, minyak pelumas dan udara.

a. Air laut

Bahan pendingin ini mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan dari bahan pendingin ini adalah :

- 1) Mudah didapatkan sehingga setelah digunakan dapat langsung dibuang.
- 2) Mempunyai sifat yang menguntungkan yaitu panas yang dihasilkan tidak terlalu besar.
- 3) Tidak memerlukan tempat penyimpanan.

Bahan pendingin yang tidak sempurna disebabkan, karena :

- 1). Mengandung prosentase mineral yang sangat tinggi sehingga bila terkena panas akan menjadi berkristal dan membentuk kerak yang sangat keras.
- 2). Mengandung kadar klorit yang tinggi sehingga mengakibatkan korosi yang cepat dan keras. Dengan kelebihan dan kekurangan diatas kebanyakan kapal menggunakan media air laut sebagai

bahan pendingin secara tidak langsung atau disebut pendinginan terbuka, maksudnya adalah bahan pendingin air laut ini digunakan untuk mendinginkan bahan pendingin yang lain seperti air tawar, namun tidak menutup secara kemungkinan air laut digunakan sebagai bahan pendingin langsung. Bila pendingin itu dipakai, maka disinilah letak hal yang membahayakan dari konstruksi, yaitu selain menimbulkan cepatnya korosi atau proses kropsnya material. Juga bila terjadi kebocoran maka air laut akan tercampur dengan objek sehingga mengganggu proses pendinginan dan akan mempercepat kerusakan pada permesinan

b. Air tawar.

Bahan pendingin air tawar dikapal sangat mahal sekali harganya, tetapi lebih baik jika dibandingkan dengan air laut, karena sifat air laut yang mengakibatkan korosi dan kerak, maka air tawar lebih baik karena selain resiko lebih kecil juga biasa digunakan sebagai bahan pendingin untuk semua mesin. Zat asam yang larut dalam air laut dapat mengakibatkan korosi, kerak dalam sistem pendinginan, udara sangat diperlukan dan sangat penting bahwa air tawar tersebut yang dirubah bentuknya. Sehingga tidak menimbulkan kerak, karena bentuk kerak akan menurunkan daya pindah panas dan terjadinya endapan atau lumpur yang menyebabkan penyumbatan, sehingga akan menghambat proses sirkulasi air pendingin tersebut.

c. Minyak pelumas

Sebagai bahan pendingin, minyak lumas digunakan langsung pada obyek yang bergesekan seperti pada crankcase, minyak lumas langsung mendinginkan bagian-bagian didalamnya, seperti poros engkol, batang gerak, dan bagian-bagian lain yang bergerak.

Sifat minyak lumas sebagai bahan pendingin kurang menguntungkan dibandingkan dengan air. Hal tersebut ternyata dari perbandingan kepekatan dan panas jenis kedua bahan tersebut :

	Satuan	Air	Minyak
pelumas			
Kepekatan	kg/m ³	1000	910
Panas jenis	kJ/kg.K	4,2	1,95
kenaikan suhu	kJ	4200	1775

Selain itu kenaikan suhu minyak pelumas dalam torak tidak boleh terlalu tinggi mengingat kemungkinan oksidasi cepat dari minyak pelumas dengan pengendapan zat yang terjadi pada bagian yang didinginkan.

d. Udara

Sebagai bahan pendingin, seperti halnya untuk silinder dan tutup silinder pada motopr kecil, udara tidak digunakan pada motor diesel dikapal. Sebagai akibat massa jenis yang sangat rendah dan panas jenis panas dari udara, maka diperlukan pemindahan volume yang sangat

besar sekali, sehingga ventilator yang digunakan harus memiliki daya penggerak yang besar.

2. Tipe Pada Sistem Pendinginan

Menurut Endrodi MM, hal 15. Sistem pendinginan yang digunakan diatas kapal ada dua tipe, yaitu :

a. Sistem pendinginan terbuka

Sistem pendinginan terbuka adalah sistem media air laut sebagai media pendinginnya. Selanjutnya air laut tersebut langsung dibuang ke luar, umumnya media pendingin yang di pakai adalah air laut,

Keuntungannya :

- 1). Sistem cukup sederhana, tidak perlu tanki ekspansi, cooler sehingga biaya lebih murah
- 2). Media pendingin/ air laut selalu tersedia.

Disamping itu mempunyai kekurangan, yaitu :

- 1). Pada suhu lebih dari 50°C akan terjadi kerak-kerak garam yang akan mempersempit pipa.
- 2) Resiko terhadap proses korosi sangar besar sehingga mesin akan cepat rusak.
- 3). Resiko berlayar didaerah dingin maka pengaturan suhu air masuk mesin sulit diatur, karena suhu air laut terlalu rendah, sehingga silinder liner dapat retak, Karena perbedaan suhu yang sangat tinggi antara didalam silinder liner dan suhu air laut diluar silinder liner.

b. Sistem pendinginan tertutup

Pendinginan tertutup yang dimaksud adalah mesin diesel didinginkan dengan media air tawar dan selanjutnya air tawar yang keluar dari silinder kepala didinginkan melalui cooler air tawar dengan pendingin air laut.

Keuntungannya :

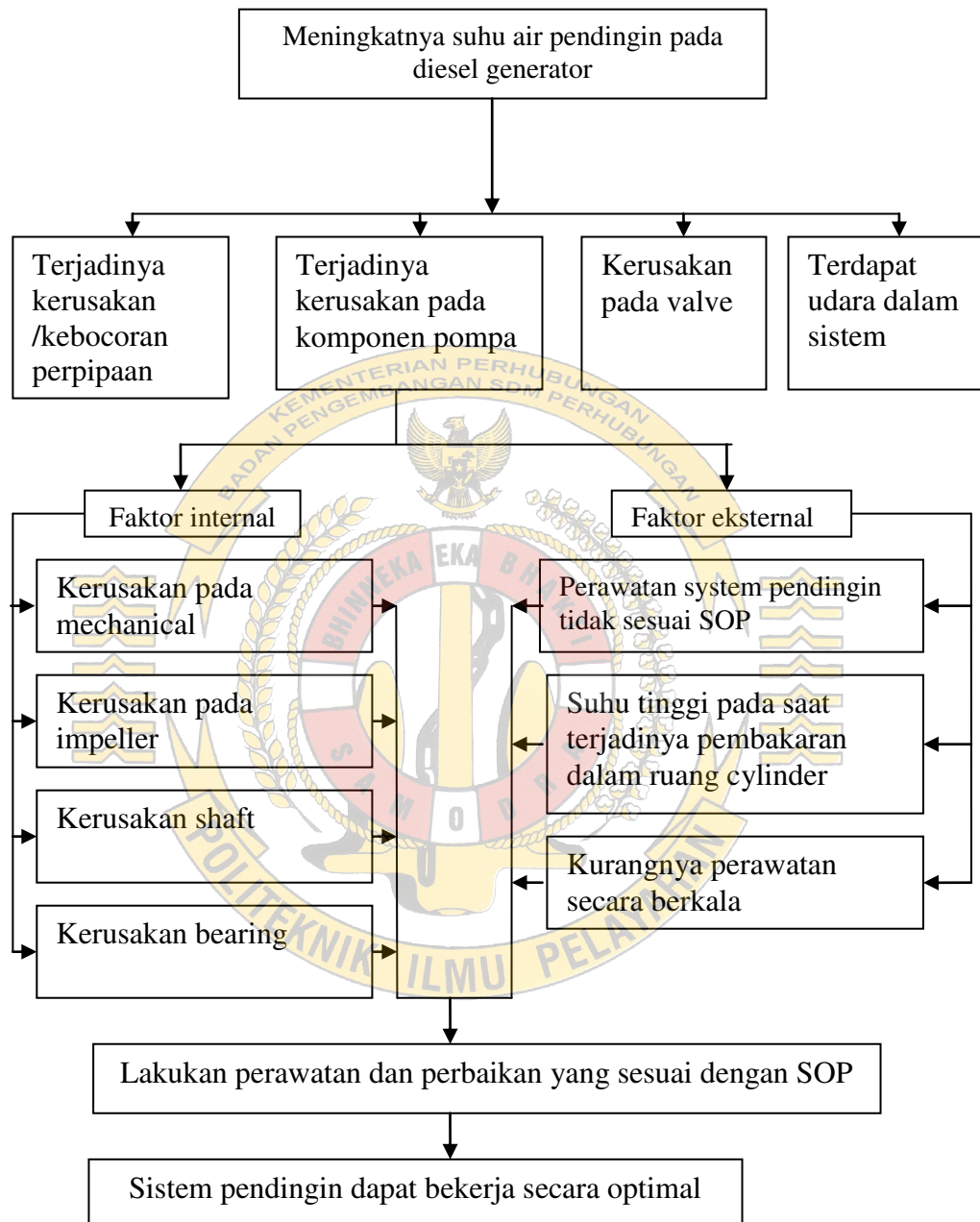
- 1). Dengan media air tawar, maka resiko terhadap korosi dapat dicegah / dihindari.
- 2) Pengaturan suhu masuk dan suhu keluar dari air pendinginan lebih mudah diatur lewat cooler.

Disamping itu mempunyai kekurangan, yaitu :

- 1). Ketergantungan terhadap persediaan air tawar pendingin.
- 2) Sistem penataan pipa menjadi lebih mahal, karena adanya cooler, tanki ekspansi dan pipa-pipanya.

Pada *fresh water cooler* terhadap valve air laut atau sea chest yang terletak dibawah dan diatas. Sea chest atas dibuka saat kapal memasuki area pelabuhan, alur sungai karena dikhawatirkan adanya lumpur yang akan terhisap oleh pompa air laut pendingin. Sedangkan sea chest bawah dibuka saat kapal sedang berlayar dilaut bebas dengan maksud isapan pompa akan lebih kuat dan kapasitas pompa akan lebih maksimum .

B. Kerangka pikir penelitian



Tabel 2.1 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir adalah suatu visualisasi atau gambaran dari Permasalahan yang akan penulis bahas, yang masih dalam bentuk kerangka atau dasar yang kemudian akan di bahas lebih luas lagi tiap-tiap bagiannya. Kerangka pemikiran di atas merupakan bentuk dasar gambaran dari permasalahan pada Sistem Pendingin di kapal tempat Penulis melaksanakan prala.

C. Definisi Operasional

Pemakaian istilah-istilah dalam bahasa Indonesia maupun bahasa asing akan sering ditemui pada pembahasan skripsi. Agar tidak terjadi kesalahpahaman dalam mempelajarinya maka di bawah ini akan dijelaskan pengertian dari istilah-istilah tersebut :

1. Heat Exchanger adalah proses perpindahan panas melalui benda atau material
2. Diesel Generator adalah mesin yang terdiri dari motor penggerak dan alternator yang berguna untuk menghasilkan listrik
3. Cooling adalah suatu proses agar terjadinya sistem pendinginan
4. Konduksi adalah proses perpindahan kalor tanpa disertai dengan perpindahan partikelnya.
5. Konveksi adalah Proses perpindahan kalor melalui suatu zat yang disertai dengan perpindahan bagian-bagian yang dilaluinya disebut konveksi atau aliran.

6. Radiasi atau pancaran adalah perpindahan kalor dalam bentuk gelombang elektromagnetik.

