



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 3 Tahun 2024 Page 11586-11597

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Perawatan Penukar Panas / Heat Exchanger Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Pendingin pada Kapal Niaga

Suwarso^{1✉}, Yuni Mariah^{2*}, Nuradi³, Sunarto Atti⁴

Akademi Maritim Djadajat

Email: yunimariah71@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah: 1. Membantu masinis kapal mengerti dan memahami bagaimana mengetahui penyebab terganggunya system pendinginan mesin diatas kapal sehingga dapat berkerja secara optimal dan tidak mengalami gangguan selama beroperasi. 2. Menjelaskan tindakan yang harus dimengerti dan dilakukan dalam pengelolaan peralatan pendukung system pendingin mesin diatas kapal sehingga dapat menghasilkan daya guna yang baik. 3. Melakukan perawatan system penukar panas sesuai Manual Book dan cara perbaikannya. Penelitian ini mempergunakan metode survey dengan meminta pendapat responden, data, sampel, pengumpulan data dengan cara wawancara atau daftar pertanyaan, dalam pengumpulan data juga dilakukan melalui study dokumen yaitu Instrucion Book/ Manual Book yang tersedia diatas kapal yang dibuat oleh Makernya, buku-buku petunjuk perawatan, buku-buku Panduan dari Pelatihan, buku-buku yang berhubungan dengan ketel uap/boiler dan pengalaman penulis sebagai Masinis diatas kapal.

Kata Kunci: *Kapabilitas Organisasional, tehnologi engineering dan maintenance*

Abstrack

The purpose of this research is: 1. To help the ship's machinist to understand and understand how to find out the cause of the interruption of the engine cooling system on the ship so that it can work optimally and not experience interruptions during operation. 2. Explain the actions that must be understood and carried out in the management of the equipment supporting the engine cooling system on board so that it can produce good efficiency. 3. Carry out the maintenance of the heat exchanger system according to the Manual Book and how to repair it. This research uses the survey method by asking for respondents' opinions, data, samples, data collection through interviews or questionnaires, in data collection is also done through the study of documents namely the Instrucion Book/ Manual Book available on board the ship made by the Maker, instruction books maintenance, Guide books from Training, books related to steam kettles/boilers and the author's experience as a Ship's Engineer.

Keywords: *Organizational Capability, engineering and maintenance technology*

PENDAHULUAN

Kapal merupakan suatu alat transportasi laut yang digunakan untuk mengangkut barang atau orang dari suatu pelabuhan ke pelabuhan lainnya, dalam keadaan selamat, aman, dan tepat waktu. Sebagai penunjang kelancaran beroperasinya kapal tersebut maka salah satu faktor penting dalam pengoperasiannya mempergunakan media air laut sebagai pendingin mesin-mesin kapal. Hal ini dikarenakan berlimpahnya air laut yang dapat dipergunakan untuk mendinginkan mesin setiap saat dengan mempergunakan media penukar panas/heat exchanger untuk menurunkan suhu air tawar, minyak lumas ataupun uap bekas/exhaust steam. Pesawat penukar panas tersebut ada bermacam macam jenis yang dipergunakan dikapal, namun fungsi kerjanya sama saja. Heat exchanger harus dibersihkan secara berkala agar kerja pesawat tersebut maksimal, tidak menghambat kinerja dari mesin–mesin yang didinginkan. Pesawat tersebut dapat berupa cooler atau condensor.

Namun dalam kondisi operaional yang sebenarnya, pesawat penukar panas tersebut sering mengalami gangguan akibat dari tersumbatnya *tube*/pipa – pipanya, bocornya bagian pipa-pipa atau plat-plat dan packing untuk mencegah kebocoran serta bagian lainnya akibat kurangnya perawatan dan pemahaman yang benar. Penyebab utama dari hasil penelitian selama ini adalah disebabkan karena umur kapal yang sudah tua, tidak tersedianya suku cadang dan beroperasinya kapal secara maraton menyebabkan tidak waktu untuk perawatan. Kerusakan pada system penukar panas dapat berdampak banyak terhadap semua peralatan yang mempergunakannya. Misalkan untuk pendingin minyak lumas akan berdampak tercampurnya minyak lumas dengan air laut menyebabkan kerusakan pada bagian-bagian mesin yang memerlukan pelumasan. Juga didalam system

pipa-pipa pendingin akan menyebabkan korosi dan timbulnya kerak/scale yang menghambat perpindahan panas. Seperti diketahui air laut mengandung bahan-bahan penyebab korosi, endapan kerak dan terlarutnya garam NaCl yang berlebihan. Faktor lain penyebab dari kegagalan tersebut adalah tidak dirawat secara benar mengikuti Buku Petunjuknya (*Instruction Book*). Kerusakan atau kegagalan tersebut menyebabkan delay kapal, kerugian Perusahaan untuk membayar biaya Pelabuhan, gaji Karyawan, makanan, bahan bakar, kerugian moril dan air tawar.

Untuk menjaga agar kapal selalu dalam kondisi yang siap pakai, maka sangat penting untuk merawat alat penukar panas / *heat exchanger* beserta alat pendukungnya agar kapal selalu siap untuk dioperasikan. Dalam hal ini perawatan dapat dilakukan dengan memenuhi persyaratan-persyaratan yang mengacu kepada Standard Nasional atau Internasional. Hal inilah yang melatar belakangi penulis memilih judul "Perawatan Alat Penukar Panas / Heat Exchanger Pada Kapal Niaga".

METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian adapun maksud dan tujuan dari pembuatan penelitian ini agar, 1. System penukar panas dikapal agar dapat bekerja secara optimal, 2. Mengurangi waktu tertundanya kapal (*delay*) dikapal, 3. Mengurangi dampak kerugian yang ditanggung Perusahaan Pelayaran akibat kerusakan ketel uap tersebut. Penelitian dilakukan dikapal Tanker milik Pertamina. Metode Penelitian Penelitian Lapangan (Field Research) untuk memperoleh data Primer melalui riset lapangan dengan pengamatan langsung pada obyek yang diteliti. Usaha mendapatkan data dengan cara datang langsung ke lokasi penelitian dengan menggunakan cara-cara sebagai berikut :

1. Instruction Book dari pesawat-pesawat yang berada diatas kapal yang sudah disediakan pabrik pembuatnya (Maker) pada saat penyerahan kapal baru.
2. Dari buku-buku petunjuk Perawatan Perbaikan yang disediakan Dinas Armada Pelayaran.
3. Buku-buku panduan pada saat mengikuti Pelatihan-Pelatihan dan Kursus.
4. Buku-buku yang berhubungan dengan teori sistem pendingin kapal.
5. Pengalaman.

Penulis melakukan langsung serangkaian pekerjaan mulai dari perawatan maupun analisa dan perbaikan dari pesawat tersebut.

Tehnik Analisa Data yang digunakan peneliti yaitu deskriptif, analisis melalui :

1. Mengamati, melihat, menganalisa dan menyimpulkan dari kasus-kasus kerusakan pada system penukar panas yang sering dialami.
2. Menganalisa penyebab terjadinya kasus-kasus tersebut.
3. Menerapkan pengetahuan-pengetahuan guna menanggulangi terjadinya kasus-kasus tersebut.
4. Diskusi dengan pakar-pakar yang menguasai dalam menangani pesawat tersebut.

Dengan demikian maka apabila petunjuk-petunjuk tersebut dilaksanakan dengan benar oleh operator boiler / ketel, maka pesawat tersebut dapat dioperasikan dengan aman dan dalam jangka waktu yang lama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Selama ini sering kali terjadi gangguan pada system air pendingin pada penukar panas. Umumnya kesalahan tersebut karena banyaknya kotoran atau saluran dalam system pipa yang kurang lancar aliran air lautnya. Gangguan tersebut bermula dari mulai masuknya air laut kedalam system pendingin sampai keluar keover board kembali.

Pada umumnya teragunnya pada system penukar panas disebabkan oleh :

- A. Berkurangnya aliran laut melalui Seachest.
- B. Kotoranya saringan air laut disebabkan sampah dan biota laut.
- C. Pompa pendingin air laut / Sea water cooling pump dan pipa yang bocor.
- D. Kerusakan/kebocoran pada pipa-pipa didalam system penukar panas/tube, kelonggaran pada bagian ujung pipa dengan rumah cooler atau rusaknya plat-plat pada system pendingin dan packing-packingnya.

A. Sea chest :

Air laut masuk pertama kali melalui sea chest. Walaupun pada lubang sea chest telah dilengkapi kisi kisi/grade untuk mencegah kotoran masuk, tetapi banyak kotoran atau sampah yang dapat menutup masuknya air pendingin. Juga tumbuhnya biota laut yang berkoloni akan menyumbat saluran masuk. Perawatan dan pencegahan kasus tersebut dilakukan dengan membersihkan kotoran dan koloni biota laut. Juga pemasangan pesawat MGPS akan mencegah tumbuhnya biota laut. Banyak kapal-kapal niaga yang tidak dilengkapi system MGPS sehingga sering mengganggu system pendingin mesin.

B. Saringan air laut.

Saringan air laut adalah salah dari bagian system pendingin yang paling banyak mengalami gangguan. Banyaknya kotoran, sampah, biota laut yang menempel pada

saringan akan menurunkan volume air masuk yang berakibat terganggunya panas dari mesin. Kapal yang berlayar dilaut dangkal, sungai atau pelabuhan yang diperkirakan banyak mengandung sampah, maka high seachest harus dipakai untuk mengurangi dampak kotoran yang menempel. Untuk system saringan ini, maka crew bagian mesin harus sering membersihkan kotoran yang menempel.

C. Pompa dan pipa pipa

Untuk pompa air tawar atau air laut umumnya mempergunakan pompa centrifugal. Kendala dari pompa adalah apabila banyak kotoran yang terbawa akan menutup lubang-lubang impeller sehingga hasil dari pompa menurun. Packing-packing yang bocor, pipa-pipa bocor akan menurunkan hasil kerja dari pompa. Untuk bagian dalam, maka yang harus selalu dirawat adalah mouth ring, impeller dan packing jangan sampai rusak atau aus. Mouth ring yang aus akan berakibat mengalirnya kembali air kesaluran isap. Mouth ring yang aus, impeller yang rusak harus segera diganti sesuai dengan perawatan pada manual book nya .

D. Heat exchsnger.

Heat exchanger/penukar panas harus dirawat sesuai manual booknya. Untuk kapal motor Umsini, perawatan yang sesuai dengan manual booknya adalah sebagai berikut :

Setiap 125 jam kerja :

Heat exchanger/cooler harus diperiksa adanya kebocoran. Apabila perlu mur-mur diperiksa dan diikat kembali kemungkinan terjadi kelonggaran. Apabila penukar panas system plat periksa tiap lembar platnya kemungkinan ada kebocoran. Apabila tetap bocor, maka plat yang rusak dapat diambil sehingga kurang 1 dari awalnya.

Setiap 1500 jam :

Pemeriksaan kebocoran dengan membersihkan bagian-bagian cooler sehingga mudah memeriksa adanya kebocoran.

Setiap 1500 jam :

Buka tutup cooler dibersihkan dengan hati-hati, tutup cooler dicat kembali dengan cat anti karat, periksa anoda, apabila perlu diganti baru, packing dan zink anoda tidak boleh dicat. Pipa-pipa dibersihkan sikat kawat yang lembut, agar kotoran-kotoran yang menempel didalam pipa menjadi bersih.

Bersihkan rumah pipa / tube nest, bersihkan sela-sela antara pipa agar kotoran-kotoran yang menempel bersih. Bersihkan dengan campuran pembersih agar kotoran cepat terbuang selanjutnya dibilas dengan air tawar agar bahan kimia menjadi bersih.

Selesai dirakit kembali dan diadakan uji hydrostatic test sesuai rekomendasi dari

pabriknya baik untuk shell and tube cooler atau cooler plate type.

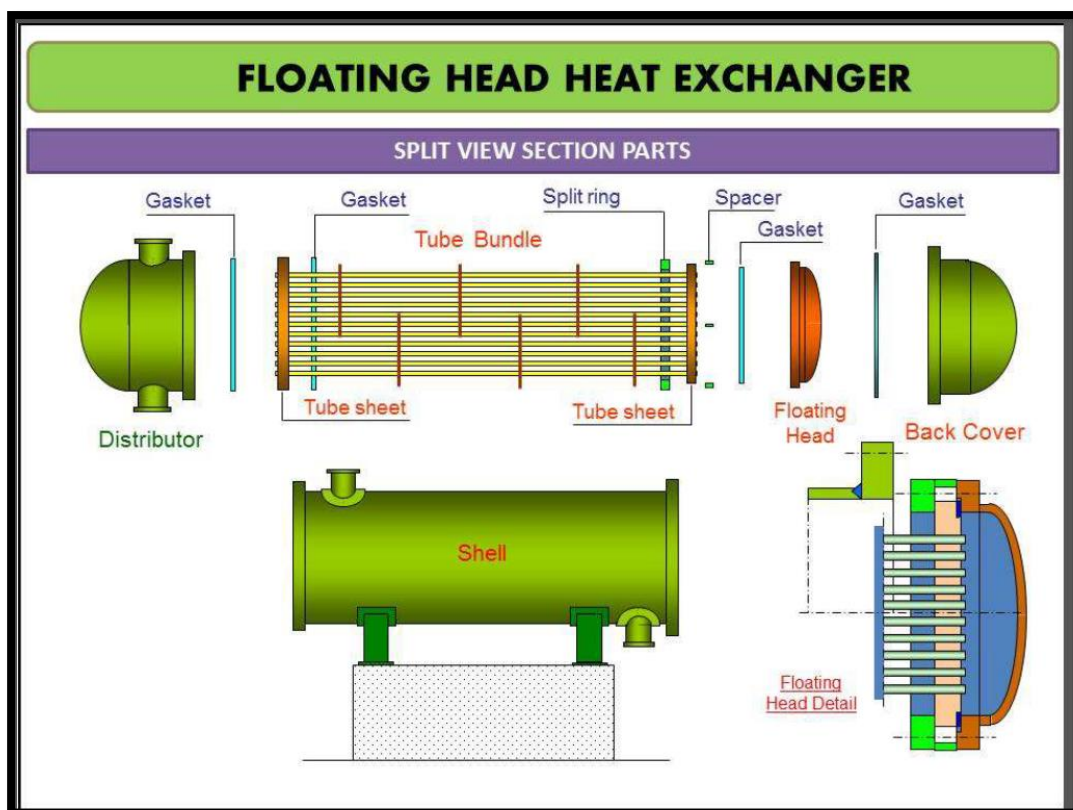
Setiap 2500 jam :

Bersihkan pipa-pipanya, plat-platnya dengan bahan kimia anti korosi dan diadakan uji hydrostatis test sesuai rekomendasi pembuatnya.

Dalam kasus KM umsini, terjadi kebocoran pada cooler minyak lumas generator dan Low Temperature cooler untuk mesin induk.

Kebocoran pada cooler minyak lumas generator.

Walaupun kemungkinan perawatan telah dilakukan oleh Anak Buah Kapal, tetapi melihat umur kapal yang sudah beroperasi mulai tahun 1984, maka kemungkinan kelelahan bahan atau kesalahan pada saat perawatan, dapat menyebabkan retak atau bocornya pipa cooler. Dapat dilihat pada sketsa cooler type shell and tube.



Ini adalah sketsa type shell and tube setelah diurai. Tetapi pada saat perawatan normal operasional, maka jarang dilakukan hal seperti diatas. Umumnya cukup membuka tutup / cover muka belakang, dibersihkan tutupnya, dicat ulang, ganti zink anoda dan packingnya. Untuk pipa-pipa dibersihkan dengan brush / kawat yang sudah tersedia. Karena umur kapal yang begitu lama, kemungkinan peralatan perawatan tersebut sudah rusak, hilang dan tidak tersedia suku cadangnya. Jalan paling mudah adalah membersihkan pipa-pipa dengan rotan, dengan resiko gesekan-gesekan terhadap pipa kuningannya dapat menyebabkan luka. Atau kalau pada suatu saat lubang tersumbat, rotan tidak mampu kemungkinan memakai besi panjang yang

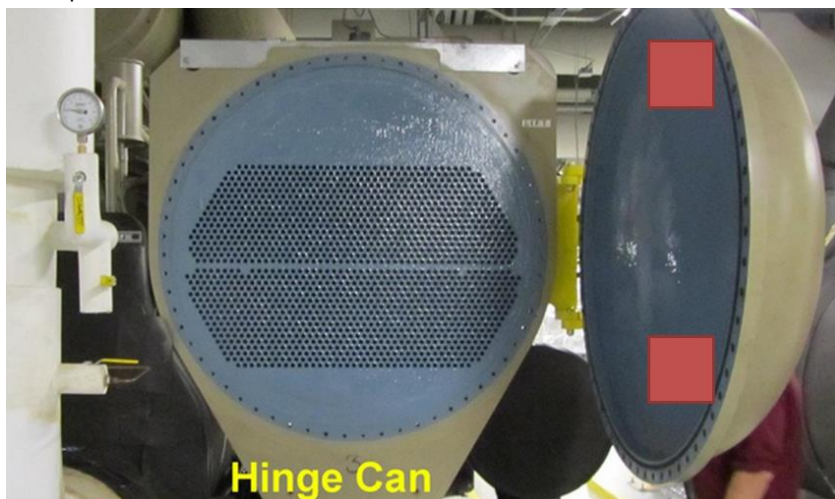
menyebabkan kebocoran secara tidak disadari. Kemungkinan kebocoran dapat terjadi pada pipa dan dudukannya, sehingga pipa-pipa harus di roll ulang agar kedap kembali. Bagaimana kasus kebocoran pada salah satu pipa atau pada ujung pipa dan rumahnya dapat terdeteksi?

Didalam kasus ini karena air laut terbawa minyak lumas, maka tempat penampungan minyak didalam generator / carter akan cenderung naik bertambah sedangkan minyak lumas tidak ditambah. Warna minyak juga berubah karena bercampur air, minyak lumas akan berbusa. Dari sini penanggung jawab generator harus segera bertindak untuk mencegah kerusakan generator tadi. Tindakan yang dilakukan dengan cara mematikan generator tersebut dan mencari penyebab kebocoran. Sudah dipastikan bahwa kebocoran disebabkan dari cooler air laut.

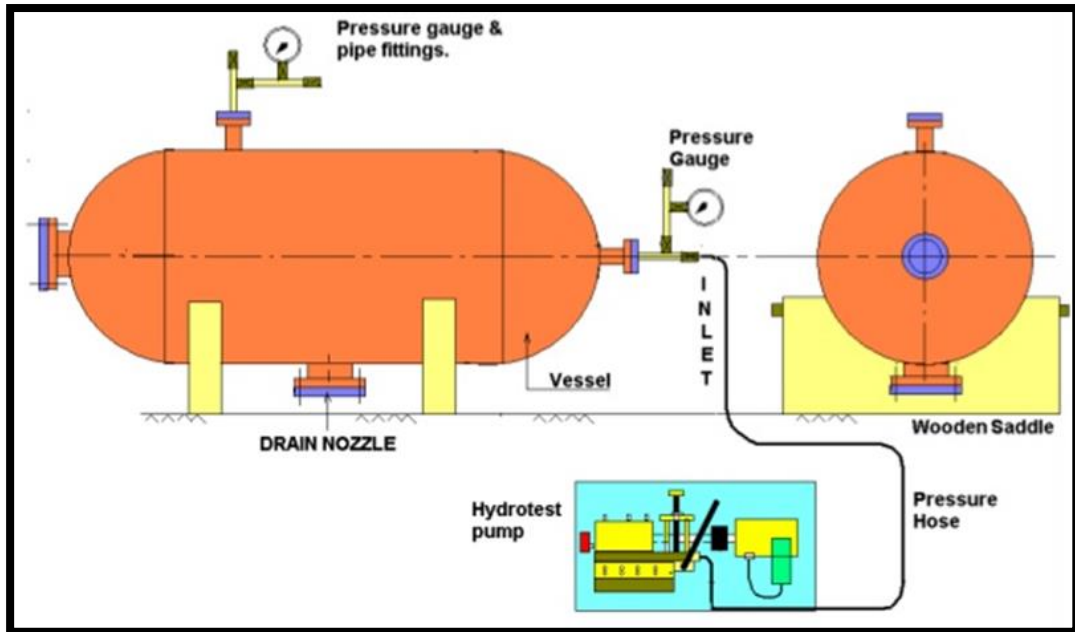
Cara perbaikan :

Tutup / cover cooler bagian muka dan belakang dibuka agar kelihatan dari pipa mana nanti yang bocor.

Tutup cover terbuka



Selanjutnya semua pipa yang berhubungan dengan media yang didinginkan di blenk / ditutup dengan plat yang dibuat sesuai dengan diameter pipanya, dipasang packing dan baut mur diikat agar kedap tidak ada kebocoran. Cooler diisi dengan air sampai penuh dengan ditambah bahan kimia untuk memudahkan mengetahui kebocoran. Semua pipa yang berhubungan dengan media yang didinginkan diikat kedap. Pasang pipa yang sudah disesuaikan dan dipasang pada cooler dan pompa hidrolik.



Pompa hidrolik dinaikkan tekanannya secara perlahan lahan, tekanan dapat dilihat pada manometer. Tekanan yang diinginkan harus mengikuti manual booknya, misalnya 1,15 tekanan kerja. Apabila tekanan sudah tercapai, ditahan beberapa lama dan diperiksa dari pipa-pipa yang telah dibuka tutupnya tadi. Lebih sempurna pemeriksaan dengan memakai sinar ultra violet, dimana yang bocor akan kelihatan berwarna hijau. Sudah yakin dan ditemukan pipa yang bocor, maka pipa dapat disumbat dengan plug pada bagian muka dan belakang pipa. Pipa yang disumbat jumlahnya tidak melebihi 10 % dari jumlah pipa cooler tersebut. Kebocoran yang diketahui pada bagian ujung pipa dan rumah cooler harus dilakukan perbaikan dengan di roll.

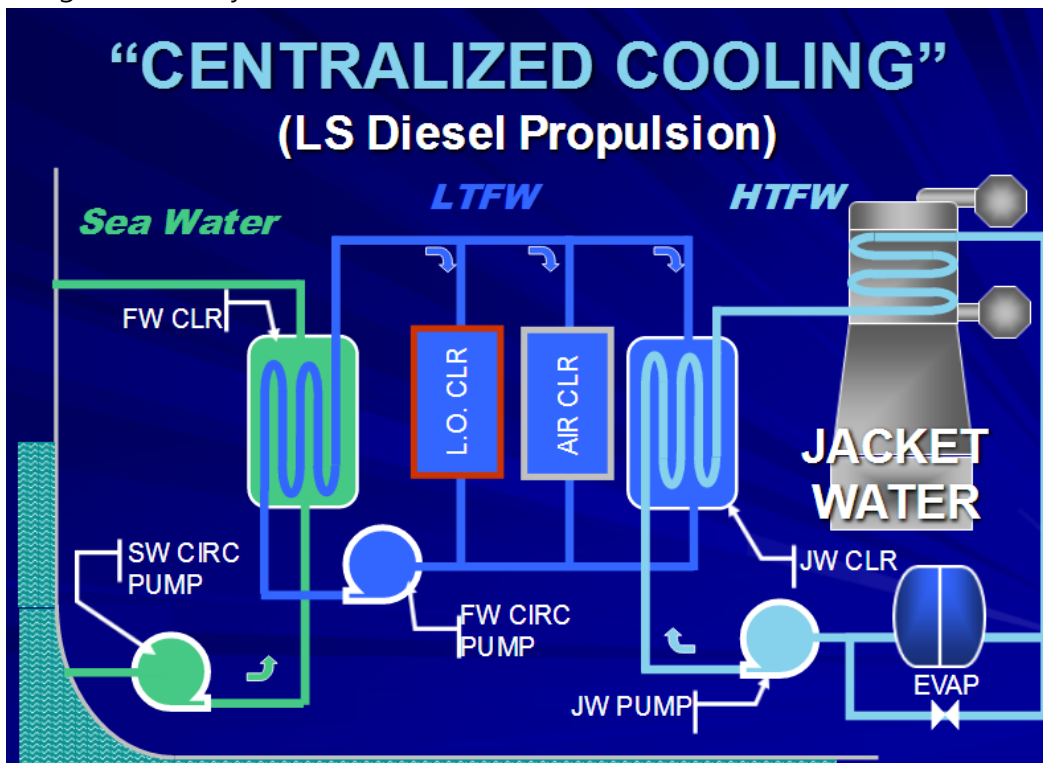
Mengeroll pipa yang bocor/rembes

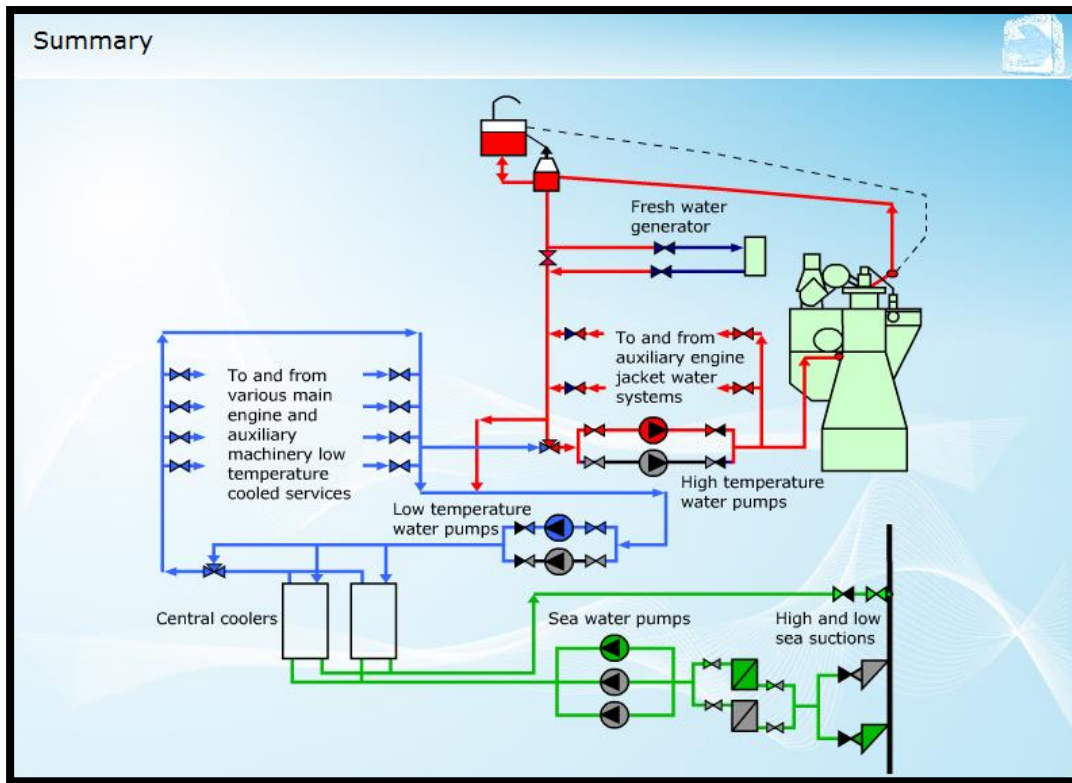


Untuk meyakinkan bahwa hasil perbaikan sudah sempurna, maka harus diadakan uji coba hidrostatis test ulang.

Kasus kebocoran pada cooler air tawar mesin induk.

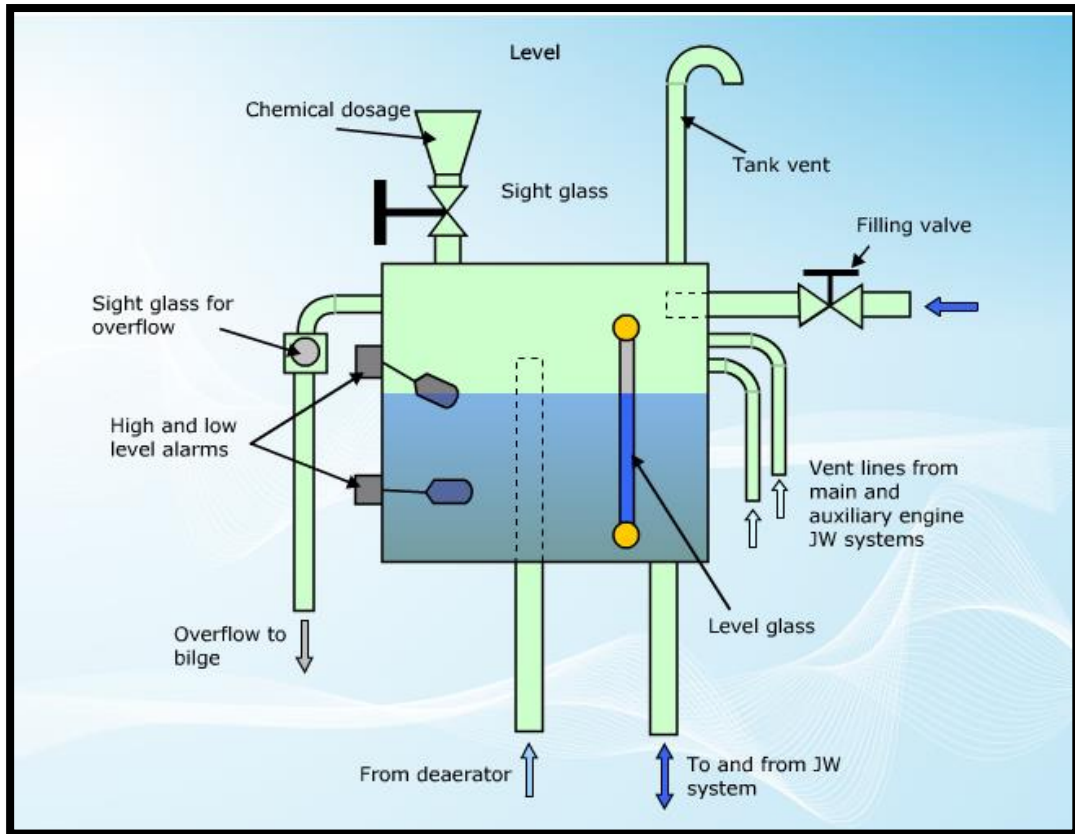
Sebelum membahas penyebab air laut terbawa kesystem pendingin dari cooler maka harus mengetahui dahulu bagaimana peredaran pendingin tersebut. Dibawah ini adalah system pendingin air tawar mesin induk, dan bagaimana cara pendinginan dengan air lautnya.



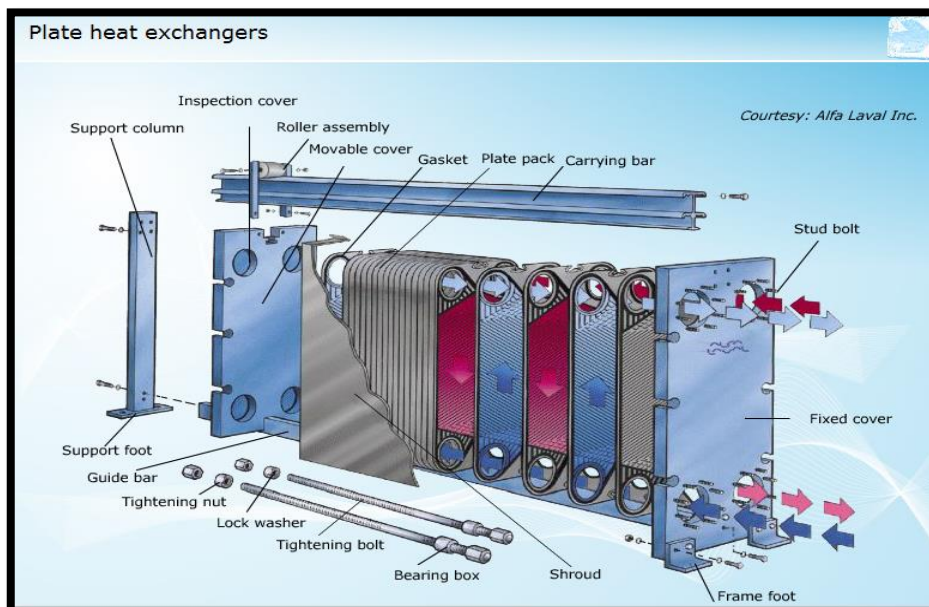


Disini air tawar pendingin mesin didinginkan didalam fresh water cooler baik dari generator, pendingin minyak lumas maupun pendingin air tawar. Apabila plat atau packing didalam central cooler mengalami kerusakan, air laut akan bercampur masuk kedalam system. Hal tersebut tidak diperbolehkan sebab akan menyebabkan timbulnya korosi dan kerak didalam pipa-pipa system pendingin. Bagaimana crew kapal mendeteksi adanya kebocoran tersebut? Seperti dalam diagram, maka pada bagian atas dari mesin ada peralatan yang dinamakan tanki ekspansi / expansion tank. karena air laut bercampur dengan air tawar, maka tanki ekspansi akan penuh tanpa menambah air tawar. Air yang penuh tadi akan keluar melalui pipa limbah / over flow.

Sketsa Tanki ekspansi



Petugas jaga akan melihat air tumpahan melalui pipa limbah atau dari gelas duga tanki. Dari sini dapat diambil kesimpulan adanya kebocoran air laut dari central cooler. Perawatan dan perbaikan. Tentu saja untuk melihat kebocoran, maka cooler type plat tersebut harus dibuka dan diurai satu persatu platnya, periksa packingnya. Sketsa cooler type plat.



Plat-plat yang sudah dilepas, dibersihkan dari kotoran-kotoran dan diperiksa satu-persatu kemungkinan adanya plat yang retak, rusak atau bocor. Packing-packing antar plat juga diperiksa kekenyalannya, atau sudah keras/mati sehingga tidak kedap. Plat

yang rusak diganti plat baru dari cadangan, tetapi apabila tidak punya cadangan berarti jumlah plat berkurang 1 buah. Batas kekurangan plat mungkin 5% dari jumlah total semua plat. Packing yang rusak diganti baru dan diadakan uji coba untuk melihat kebocoran lagi atau tidak. Selain itu air tawar pendingin mesin harus dirawat dengan baik agar tidak menyebabkan korosi timbulnya kerak-kerak didalam system yang mengganggu penyerahan panas. Dijaga agar pH air pendingin antara 7–10. Air tidak mengandung garam garam penyebab kersan juga tidak menjaga kadar chlorida yang rendah. Semua harus diperiksa sesuai dengan manual booknya. Penambahan bahan kimia untuk perawatan air tawar pendingin dapat dimasukan melalui corong pada bagian atas tanki ekspansi. Demikianlah kasus kejadian kebocoran pada cooler generator dan mesin induk di Kapal Motor Umsini. Untuk kapal Motor Umsini, kerusakan pada cooler disebabkan adanya kerusakan/kebocoran pada platnya. Seharusnya kapal mempunyai stock plat cooler, apabila ada kerusakan dapat segera diganti baru. Dalam kasus ini ternyata tidak tersedia suku cadang plat dari titanium tersebut. Karena tuntutan operasional dimana kapal tetrap harus berlayar, maka KKM / Kepala Kamar Mesin mengambil keputusan mengurangi sebuah platnya, sesuai dengan toleransi yang sudah ditentukan. KKM harus segera membuat laporan kerusakan, perbaikan dan permintaan suku cadang yang sudah dipakai dan yang tidak tersedia diatas kapal ke kantor Pusat Peln. Demikianlah penelitian yang kami lakukan diatas Kapal Motor Umsini pada tanggal 26 Februari 2022 di Pelabuhan Tanjung Priok pukul 18.00 WIB. Dalam laporan ini kami lampirkan pula data data dari Kapal Motor Umsini.

SIMPULAN.

Seperti diketahui, dikamar mesin dilengkapi dengan mesin-mesin bantu dan mesin Induk yang memerlukan pendinginan agar mesin tersebut dapat bekerja terus-menerus secara aman. Karena itu mesin harus didinginkan agar selalu dalam kondisi normal. Sebagai bahan pendingin, mesin sebelumnya didinginkan mempergunakan air tawar/ fresh water dalam system pendingin tertutup. Selanjutnya agar suhu air tawar pendingin tersebut selalu dalam batas stabil, maka air tawar harus didinginkan oleh air laut dalam system pendingin terbuka. Dengan demikian, maka harus tersedia alat penukar panas / heat exchanger. Sering terjadi kendala dalam system penukar panas tersebut, maka dari uraian diatas dapat diambil kesimpulan antara lain :Dari hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penyebab terganggunya kinerja system pendingin air laut dalam penukar panas.
2. Alat-alat pendukung dalam system pendingin dan perawatannya.
3. Perawatan penukar panas sesuai dengan jadwal yang ditentukan oleh Manual Booknya

dan cara perbaikannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. Modul 2.04 Perpindahan Panas Secara Konveksi. Bandung: Departemen Teknik Kimia ITB.
- Computer Based Training. Sea gull
- Corrosion and corrosion control. UHLIG Dekker. Inc.
- Dwi, I.W. 2014. Heat Exchanger. Lampung: Universitas Lampung.
- Holman,J.P. 2013. Perpindahan Kalor. Edisi keenam. Penerbit Erlangga. Jakarta Kern, D.Q. 1950."Process Heat Transfer" Mc.Groww Hill Book Co: New York Kuppam, T., 2000, "Heat Exchanger Design Handbook", New York : Marcel
- Instuction book. K.M. Umsini
- Ka. DinasBina Armada Pertamina. BambangSugiharto
- Modern Marine Engineer's. Alan Osborn
- Ozden, E., and Tari, I., 2010, "Shell Side CFD of a Small Shell and Tube Heat Exchanger", International Journal pf Energy Conversion and Management.