

**PENGELOLAAN SISTEM PENDINGIN MESIN PENGGERAK UTAMA
MV. KSP PISCES**



Disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I

MUH. SAPA

NIS. 21.06.102.007

AHLI TEKNIKA TINGKAT I

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR**

TAHUN 2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MUH. SAPA
Nomor Induk Siswa : 21.06.102.007
Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**“PENGELOLAAN SISTEM PENDINGIN MESIN PENGGERAK UTAMA MV.
KSP PISCES”**

merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, September 2021

MUH. SAPA

PERSETUJUAN SEMINAR

KARYA ILMIAH TERAPAN

**Judul : PENGELOLAAN SISTEM PENDINGIN MESIN
PENGGERAK UTAMA MV. KSP PISCES**

Nama Pasis : MUH. SAPA

NIS : 21.06.102.007

Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 13 September 2021

Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Agus Budi Hartono, M.Mar.E., M.Kom
NIP.

Jopie Pesulima, M.Mar.E.
NIP.19730205 199903 1 002

Manajer Diklat Teknis,
Peningkatan dan Penjenjangan

Iswansyah, S.Sos.,M.Mar
NIP. 19731229 199808 1 001

**PENGELOLAAN SISTEM PENDINGIN MESIN PENGGERAK
UTAMA MV. KSP PISCES**

Disusun dan Diajukan oleh:

MUH. SAPA

NIS. 21.06.102.007

Ahli Teknika Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal 13 September 2021

Menyetujui,

Penguji I

Penguji II

Suyuti, M.Si.,M.Mar.E
NIP. 19680508 200212 1 002

Abdul Basir, M.T.,M.Mar.E
NIP.19681231 199808 1 001

Mengetahui:

a.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar.
NIP. 19751224 199808 1 001

KATA PENGANTAR

Merupakan suatu kesyukuran yang tiada terhingga nilainya atas berkah dan rahmat yang di anugerahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas Karya Ilmiah Terapan dengan baik. Tak lupa pula penulis panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufiq dan hidayahnya sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini yang di beri judul “Pengelolaan sistem pendingin mesin penggerak utama MV. KSP PISCES.

Melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada pihak-pihak yang banyak memberikan bantuan dan kontribusi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga atas segala do’a, kasih sayang, pengertian, motivasi, serta bantuan moril dan materi yang telah diberikan selama ini. Tak lupa penulis mengucapkan terimah kasih sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Capt. SUKIRNO, M.M.Tr., M.Mar. Selaku Direktur PIP Makassar.
2. Bapak Ir. AGUS BUDI HARTONO, M.Mar.E., M.kom. selaku pembimbing Pertama
3. Bapak JOPIE PESULIMA, M.Mar.E.. selaku Pembimbing Kedua.
4. Bapak ISWANSYAH, S.Sos., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika.
5. Bapak/Ibu pengajar dan seluruh Staf PIP Makassar.
6. Terimah kasih khusus kepada istriku yang telah banyak membantu dan memberi semangat dan selalu setia mendampingi di saat susah maupun senang.

7. Terimah kasih kepada teman-teman crew MV. KSP PISCES yang telah banyak membantu memberikan informasi melalui data-data dari kapal.
8. Semua rekan pasis ATT.I Angkatan 26 PIP Makassar dan semua teman & sahabat yang tidak bias saya sebutkan

Penulis menyadari bahwa penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini masih jauh dari kata sempurna, maka penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan Karya Ilmiah Terapan ini. Dan akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melindungi kita semua, semoga penulisan Karya Ilmiah Terapan ini bisa bermanfaat bagi para pembaca khususnya bagi penulis sendiri.

Makassar, September 2021

MUH. SAPA

ABSTRAK

MUH. SAPA, 2021 Pengelolaan sistem pendingin mesin penggerak utama MV. KSP PISCES.(dibimbing oleh Ir.AGUS BUDI HARTONO, M.Mar.E., M.Kom. dan JOPIE PESULIMA, M.Mar.E.)

Sistem pendingin pada mesin induk adalah bagian penting dari beberapa komponen sistem pendingin pada sebuah kapal yang memerlukan perhatian yang cukup, karena lancar tidaknya pengoperasian kapal sangat tergantung pada hasil kerja mesin induk, agar komponen mesin induk terpelihara dari akibat tegangan panas, dalam hal ini penulis mengamati kinerja dari pada pendingin mesin induk MV. KSP PISCES yang mengalami kenaikan tempratur pendingin yang tidak normal .

Kegiatan dan pengambilan data ini dilaksanakan di kapal MV. KSP PISCES yang merupakan salah satu armada perusahaan Keppel smit towage pte. Ltd Singapore, selama 16 bulan yakni mulai DESEMBER 2019 sampai dengan APRIL 2021.

Kesimpulan dalam kegiatan pengambilan data ini adalah gagalnya *fresh water cooler* menormalkan temperature pendingin sehingga mengakibatkan penurunan performa mesin induk dan juga mengakibatkan operasional MV. KSP PISCES sering terganggu.

Kata kunci : Sistem pendingin, komponen, mesin induk

ABSTRACT

MUH. SAPA, 2021 manage of the engine cooling system for the main engine MV. KSP PISCES (supervised Ir. AGUS BUDI HARTONO, M.Mar.E., M.Kom. and JOPIE PESULIMA, M.Mar.E.).

The cooling system on the main engine is an important part of several components of the cooling system on a vessel that requires sufficient attention, because the smooth operation of the vessel depends on the work of main engine. So that the main engine components are maintained from the effects of heat stress. In this case the author observes the performance of the MV. KSP PISCES main engine cooler which has an abnormal increase in coolant temperature.

This activity and data collection was carried out on the vessel MV. KSP PISCES, which is one of the fleets of the Keppel smit towage pte ltd company Singapore. For 16 months, starting from DECEMBER 2019 to APRIL 2021.

The conclusion in this data collection activity is the failure of the fresh water cooler to normalize the coolant temperature, resulting in a decrease in the performance of the main engine and also resulting in frequent disruption of MV. KSP PISCES operations.

Keywords: Cooling system, components, main engine

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	1
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan masalah	4
C. Batasan masalah	4
D. Tujuan dan Manfaat Penulisan	5
E. Hipotesis	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	11
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Analisis	23
B. Pembahasan	27
C. Solusi Permasalahan	32
BAB VI PENUTUP	
A. Simpulan	44
B. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Sistem pendingin pada mesin induk adalah bagian penting dari beberapa komponen sistem pendingin pada sebuah kapal yang memerlukan perhatian yang cukup, karena lancar tidaknya pengoperasian kapal sangat tergantung pada hasil kerja mesin induk, agar komponen mesin induk terpelihara dari akibat tegangan panas, karena itu panas yang timbul harus dapat dikelola. Keadaan tersebut bisa dikelola dengan cara mengedarkan (mensirkulasi) media pendingin dengan tekanan yang konstan ke seluruh komponen mesin induk seperti *cylinder jacket cooling* dan *cylinder head*. Sistem ini harus menjadi pengawasan bagi para *crew* mesin agar aliran pendingin selalu lancar. Sebagai media pendingin pada motor diesel dapat digunakan seperti udara, air dan minyak. Dari ketiga media pendingin ini air merupakan media pendingin yang sangat baik untuk menyerap panas.

Air laut biasa digunakan sebagai media sistem pendingin tetapi dapat mengakibatkan timbulnya korosi pada permukaan yang dikenai air pendingin air laut dan juga akan terjadi pembentukan kerak keras pada bagian permukaan yang didinginkan sehingga mengganggu perpindahan panas dan membuat saluran pendingin yang sempit dan menjadi tersumbat, oleh karena itu sekarang yang lebih banyak digunakan adalah air tawar sebagai pendingin sebab memiliki keuntungan yaitu semua permukaan logam yang dikenai air pendingin terhindar dari karat (korosi) material tersebut mempunyai daya

tahan lebih lama dan juga tidak mengakibatkan pengendapan kerak pada suatu permukaan logam.

Untuk pendinginan dari sebuah motor diesel diperlukan suatu sistem yang terdiri dari *expansion tank*, pipa, pompa, *cooler / heat exchanger* dan media pendingin. Uraian sistem pendingin air tawar untuk pendingin motor induk dimulai dari *expansion tank* di isap oleh pompa pendingin kemudian di sirkulasi dengan tekanan *konstan* untuk mendinginkan *cylinder jacket*, *cylinder head*, dan *injector*. Selanjutnya air tawar yang telah mendinginkan mesin di sirkulasi ke *fresh water cooler* untuk di dinginkan dengan media pendinginnya adalah air laut (*sea water*) yang di alirkan ke *cooler* dengan sebuah pompa *sea water*, setelah melalui *cooler* maka *temperature* dari air pendingin tersebut akan turun selanjutnya di isap oleh pompa dan terus di gunakan kembali untuk mendinginkan mesin. Sistem ini di kenal dengan sistem pendinginan tertutup yaitu media pendingin yang telah di gunakan akan digunakan kembali setelah melalui proses pendinginan pada pesawat penyerap panas. Dengan demikian maka suhu air pendingin sewaktu masuk ke dalam *cylinder jacket* dapat diatur. Suhu tersebut untuk keadaan normal adalah suhu masuk kedalam mesin 70°C dan suhu keluar dari mesin 80°C.

Kapal KSP PISCES adalah jenis kapal ASD TUG (*Azimuth Stern Drive*)/Harbour Tug, di Indonesia di kenal dengan kapal tunda yaitu untuk membantu kapal keluar masuk pelabuhan dan *Ship To Ship Operation* yang beroperasi di perairan Johor Bahru Malaysia. Kapal ini terdapat dua mesin induk yang diletakkan di kamar mesin pada sebelah kiri dan sebelah kanan kapal. Tipe mesin induk adalah DEUTZ SBV 9M628, tenaga mesin masing-

masing 2070 KW untuk satu mesin induk, jadi untuk dua mesin induk adalah 4140 KW. Rpm minimum 400, rpm maximum 1200. Di kapal KSP PISCES penulis sebagai *Chief Engineer*. Di kapal tersebut menggunakan sistem pendingin tertutup atau media pendinginnya menggunakan air tawar dan didinginkan oleh air laut. Dalam sirkulasi sistem pendingin air tawar, air tawar yang keluar telah mendinginkan mesin dan masuk ke dalam *Fresh Water Cooler* untuk didinginkan kembali didalam *Plate Heat Exchanger*, sedangkan media pendinginnya adalah air laut (*Sea Water*) mengalir disisi plat-plat yang berbeda. Air laut yang telah mendinginkan air tawar tadi akan keluar lagi ke laut sedangkan untuk air tawar yang suhunya sudah turun akan kembali bersirkulasi masuk kedalam mesin.

Penulis pernah mengalami kejadian tepatnya pada tgl 21 maret 2020 yang mana kapal beroperasi diarea *Sts (Ship To Ship) Port Limit JOHOR BAHRU (MALAYSIA)* kapal sedang melakukan *Job Escort Unberthing* untuk kapal MT DRAGAO DO MAR. *Escort Unberthing* disini KSP PISCES bertugas mengawal haluan kapal MT DRAGAO DO MAR hingga kapal berada di zona aman perairan. sehingga *Mooring Master* memberi arahan agar KSP PISCES menjaga kecepatan kapal di 8 knot dan memastikan KSP PISCES selalu berada di haluan MT DRAGAO DO MAR. setelah beberapa saat kapal beroperasi dengan 80% RPM dari kedua daya mesin. Tiba-tiba Mesin induk sebelah kanan menunjukkan *Alarm Jacket Cooling Water High Temperature*. setelah dilakukan pengecekan ternyata tempratur telah mengalami kenaikan suhu mencapai 95°C, yang seharusnya suhu media pendingin air tawar mesin induk berada dikisaran 70°C hingga 85°C. selaku

masinis jaga *2nd engineer* memberi instruksi ke *Officer* jaga untuk menurunkan RPM mesin agar menghindari mesin *Trip/Shut down* dimana kapal sedang beroperasi. Dengan kondisi kecepatan kapal yang tidak maksimal dan menghindari kejadian yang tidak diinginkan maka *Officer* jaga melaporkan kondisi kapal ke *Mooring Master* MT DRAGAO DO MAR bahwa kapal tidak dapat melanjutkan *Job Escort Unberthing* dan agar kapal KSP PISCES digantikan dengan kapal *Stand By* lainnya.

Berdasarkan latar belakang di atas dan mengingat pentingnya peranan sistem pendingin dalam mempertahankan kinerja mesin induk, maka penulis merasa tertarik untuk menguraikan pengalaman-pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal dengan menyusunnya menjadi sebuah makalah mengenai sistem pendingin, dengan judul : **“PENGELOLAAN SISTEM PENDINGIN MESIN PENGGERAK UTAMA MV. KSP PISCES”**.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis mengidentifikasi beberapa masalah yang timbul adalah :

Sistem air tawar pendingin mesin penggerak utama tidak normal dalam beberapa periode tertentu terjadi *trip* pada mesin penggerak utama no 2 (dua) yang mengakibatkan kegiatan operasional MV. KSP PISCES sering terganggu.

C. BATASAN MASALAH

Oleh karena luasnya masalah yang bisa timbul dari pembahasan karya ilmu terapan ini dan mengingat keterbatasan waktu yang tersedia, maka penulis hanya akan membahas pada masalah :

1. *Fresh water cooler* gagal mendinginkan.
2. Pompa air laut tidak berfungsi dengan baik.

D. TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN

1. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan makalah ini diantaranya yaitu :

- a. Untuk menggali dan menganalisis penyebab *fresh water cooler* tidak berfungsi dengan normal mendinginkan dan mencari pemecahan masalahnya.
- b. Untuk menggali dan menganalisis bagaimana perencanaan pengoprasian, perawatan dan perbaikan sistem pendingin fresh water untuk mesin penggerak utama MV. KSP PISCES.

2. Manfaat Penulisan

a. Manfaat Bagi Dunia Akademik

- 1) Sebagai bahan referensi untuk pasis PIP MAKASSAR mengenai pentingnya perawatan sistim pendingin mesin induk yang efektif di MV. KSP PISCES.

- 2) Untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi pasis diklat pelaut PIP MAKASSAR mengenai pentingnya pengelolaan perawatan sistem pendingin mesin induk.

b. Manfaat Bagi Dunia Praktis

- 1) Sebagai bahan masukan untuk perusahaan dan ABK mengenai pentingnya sistem pengelolaan perawatan pendingin air tawar untuk operasional mesin induk.
- 2) Sebagai bahan wawasan penulis sekaligus berbagi pengalaman dengan rekan seprofesi dalam hal pengelolaan perawatan pendingin air tawar untuk operasional mesin induk.

E. HIPOTESIS

Berdasarkan pada masalah pokok yang telah dikemukakan diatas terkait pentingnya pengelolaan sistem pendingin mesin penggerak utama sehingga dapat menghambat pengoprasian kapal, hal ini diduga :

1. *Plate heat exchanger* kotor dan tersumbat pada sisi air laut *fresh watecooler*.
2. Banyaknya kotoran pada *sea chest strainer*.
3. Terjadi kerusakan pada *rubber coupling sea water pump*.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Perawatan

Goenawan Danoeasmoro (2003:5) dalam buku “Manajemen Perawatan”, menjelaskan bahwa perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Semua tahu bahwa perawatan memerlukan biaya yang besar dan adalah sangat menggoda untuk selalu mencoba menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya. Namun jika dituruti godaan itu, akan segera disadari bahwa sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan justru membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

Kita juga mengetahui kegagalan sebuah kapal dalam melayani konsumennya, karena kapal tersebut tidak dirawat dengan baik, dan akan berakibat kerugian yang sangat besar dan dapat menjatuhkan performa unit kapal itu. Perawatan dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok yaitu :

a. Perawatan Insidentil (*Breakdown Repair*)

Perawatan insidentil (*breakdown repair*) artinya perawatan membiarkan mesin bekerja terus-menerus sampai rusak, baru kemudian diadakan perawatan dan perbaikan. Umumnya metode ini sangat mahal, Oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan

diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan berencana untuk memperkecil kerusakan, dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan (J.H. Jusak, 2015:55).

b. Perawatan Berencana (*Plan Maintenance*)

Perawatan berencana artinya suatu perawatan yang direncanakan sebelumnya sesuai dengan jadwal yang diprogramkan berdasarkan *Manual Instruction Book* dari setiap mesin dan pesawat. Perawatan dilaksanakan berdasarkan jam kerja yang sudah dicapai, walaupun kondisi material tersebut masih baik, Sehingga kerusakan dapat dihindari dan mencegah terganggunya operasi kapal (Jusak Johan Handoyo, 2015 : 61).

Menurut Goenawan Danuasmoro (2003:36-37) tujuan sistim perawatan berencana (*Plan Maintenance Sistem*) adalah :

- 1) Untuk memungkinkan kapal dapat beroperasi secara reguler dan meningkatkan keselamatan, baik awak kapal maupun peralatan.
- 2) Untuk dapat melaksanakan pekerjaan secara sistematis tanpa mengabaikan hal-hal terkait, dan melakukan pekerjaannya dengan cara paling ekonomis.
- 3) Untuk membantu perwira kapal menyusun rencana dan mengatur dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kinerja kapal, dan mencapai maksud dan tujuan yang sudah ditetapkan oleh para manajer di perusahaan kapal.
- 4) Untuk memberikan perawatan yang berkesinambungan sehingga perwira yang baru naik dapat mengetahui apa yang telah dikerjakan dan apa lagi harus dikerjakan.

- 5) Untuk memberikan umpan balik informasi yang dapat dipercaya ke kantor / perusahaan untuk meningkatkan dukungan pelayanan, desain kapal, dan lain-lain.
- 6) Sebagai bahan informasi yang akan diperlukan bagi pelatihan dan agar seseorang dapat melaksanakan tugas secara bertanggung jawab.
- 7) Untuk menghasilkan fleksibilitas sehingga dapat dipakai oleh kapal yang berbeda walaupun dengan organisasi dan pengawakan yang juga berbeda.

c. Perawatan Periodik (*Period Maintenance*)

Menurut J.H. Jusak, (2015 : 55), Perawatan periodik (*periodical maintenance*) adalah merupakan bagian dari pemeriksaan peralatan dan bagian-bagiannya untuk diadakan perawatan pencegahan berdasarkan waktu kalender atau jam kerja mesin (running hours) dengan mengacu kepada *manual instruction book*.

- 1) Perawatan yang dilaksanakan secara waktu kalender :

Perawatan dapat dilakukan secara, harian, mingguan, bulanan dan tahunan.

- 2) Perawatan yang dilaksanakan secara jam kerja (running hours) :

Perawatan dapat dilaksanakan setiap 250 jam, setiap 500 jam, setiap 1000 jam, dan seterusnya, terhitung setelah selesai perbaikan (*Overhaul*).

d. Perawatan Berdasarkan Pemantauan Kondisi Mesin

Perawatan berdasarkan kondisi mesin, dan dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (monitoring) dan analisa, maka penentuan interval perawatan dibuat sendiri dan kapan perawatan akan dilaksanakan.

Adapun bentuk dari semua perawatan yang telah dipaparkan diatas tidak semuanya cocok diterapkan pada setiap mesin atau peralatan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan beberapa pertimbangan dalam memilih metode perawatan yang tepat, karena pemilihan strategi perawatan yang sesuai dapat menghasilkan kinerja mesin yang optimal.

Dengan tidak optimalnya kinerja mesin maka akan mengganggu produktivitas dari suatu proses yang terjadi. Pada kapal, mesin penggerak yang mengalami kerusakan akan sangat merugikan *owner* kapal. Hal itu terjadi karena waktu operasi kapal akan berkurang dan produktivitasnya semakin menurun (J.H. Jusak, 2015 : 49).

Selanjutnya perawatan pendingin air tawar menurut P.Van Maanen (2001:11.2) bahwa suatu alat pemindah panas yang gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari mesin induk. Air tawar ini di dalam *heat exchanger* didinginkan oleh air laut yang ditekan masuk ke dalam *heat exchanger* oleh pompa sirkulasi dan kemudian setelah mendinginkan air tawar tersebut melalui saluran pipa saluran air tawar akan bersirkulasi kembali ke *expansion tank*. Air laut kemudian dibuang ke laut. Air tawar yang keluar dari *heat exchanger* suhunya berkisar antara $\pm 65^{\circ}\text{C}$.

Apabila dalam plat - plat *heat exchanger* terdapat kotoran seperti lumpur atau tersumbat akan mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar berkurang atau terhalang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *heat exchanger* tersebut menjadi tinggi. Maka hal ini dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Untuk itu perlunya perawatan *heat exchanger* secara teratur agar supaya air yang keluar tetap pada suhu yang normal. Perawatan di lakukan dengan membersihkan endapan-endapan lumpur atau kotoran lain yang terbawa kebagian dalam plat-plat *heat exchanger* itu dengan menggunakan *high water pressure*. Namun sebelum dilakukan pembersihan dengan *high water pressure*, terlebih dahulu plat-plat *heat exchanger* direndam dengan menggunakan cairan *chemical* khusus untuk merontokan kerak yang sangat sulit dibersihkan (Van Maanen, 2001:11.2).

Sesudah direndam selama batas waktu tertentu plat-plat tersebut disemprot dengan air tawar bertekanan tinggi untuk ini digunakan *high pressure pump* agar kotoran-kotoran dan endapan-endapan terlepas dari plat-plat dan menjadi bersih. Yang perlu diperhatikan lagi adalah *rubber packingnya* . Untuk *packing* pada plat - plat *heat exchanger* air tawar biasanya dipakai karet *packing* khusus. Setelah semua siap dan bersih kemudian dapat dipasang kembali. Hal ini sudah siap untuk menjamin kelancaran pendinginan air tawar.

Menurut P.Van Maanen (2001:11.2) bahwa hal yang diperlukan agar kondisi mesin induk dapat normal kembali, yaitu: pertama perawatan air pendingin, dan yang kedua peralatan air pendingin itu sendiri. Oleh faktor-faktor ketidak sempurnaan pada fungsi sistem pendingin, jelas akan berpengaruh, oleh karena kurangnya perawatan sistem pendingin sehingga berakibat terjadinya gangguan pada kinerja mesin induk.

Khusus untuk perawatan pipa - pipa sistem pendingin pada mesin induk, terutama untuk mencegah kerak - kerak dan korosi

pada pipa ialah dengan memberikan zat kimia di air tawar pada *expansion tank* yaitu dengan *supplemental coolant additive* HIMOL-HM5. Sedangkan pipa yang keropos dari luar, harus diganti baru, dan harus diberi cat dasar dulu setelah itu baru di cat. Sedangkan *expansion tank* yang letaknya ditempatkan disebelah atas dari sistem pendingin *heat exchanger* merupakan tangki penampung air pendingin yang berguna untuk sistem gravitasi aliran air pendingin ke seluruh pendingin air tawar yang berada dalam mesin induk.

2. Pendingin

Menurut P. Van Maanen (2001:80) dalam bukunya yang berjudul *Motor Diesel Kapal* Pendingin adalah suatu media (zat) yang berfungsi untuk menurunkan panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain : *Cooler*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *Strainer* dan *Seachest*. Dari kelima komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap motor induk.

Menurut P. Van Maanen, (2001:82) dalam bukunya yang berjudul *Motor Diesel Kapal*, proses pengoperasian motor *diesel* akan timbul panas. Suhu yang demikian tingginya dipindahkan langsung ke dinding silinder. Jika silinder tidak didinginkan secara optimal, maka bahan - bahan yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Oleh karena itu pada mesin induk digunakan fasilitas pendingin yaitu pendingin air tawar yang mana bagian yang didinginkan adalah *cylinder head*, *cylinder jacket* dan pengabut. Pendingin air laut atau *central cooler* hanya berfungsi untuk menyerap panas air tawar yang *high temperature* yang bersirkulasi dari *fresh water cooler* dan *inter cooler* mesin induk.

Apabila dinding silinder tidak didinginkan secara terus menerus, maka bahan - bahan yang dipakai akan kehilangan kekuatan yang diperlukan. Timbulnya masalah - masalah pada sistem pendinginan motor 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 panas melewati batas maksimum walaupun dalam putaran mesin minimum (rendah). Air pendingin dalam fungsinya sangat vital untuk menjaga kelancaran pengoperasian mesin induk. Dalam mempertahankan tujuan pendinginan, perlu dipertahankan pada nilai normalnya yaitu 70°C - 80°C temperatur yang telah ditetapkan dalam buku petunjuk dari buku manual.

Perlunya pendinginan pada motor induk dalam bekerja, sering mengalami gangguan sehingga pendinginan tidak optimal mengakibatkan naiknya suhu air tawar. Hal ini salah satunya disebabkan oleh adanya kebocoran, sehingga air yang ada di tangki ekspansi berkurang. Selain itu agar kondisi motor induk dapat normal kembali, hal - hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan fasilitas sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kinerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan di rawat oleh para masinis.

Selain itu agar kondisi motor induk dapat normal kembali, hal - hal yang perlu dilaksanakan antara lain perawatan air pendingin, dan perawatan fasilitas sistem pendingin. Tidak sempurnanya fungsi dari sistem pendingin, jelas akan berpengaruh terhadap kerja motor induk. Segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem perlu dijaga dan dirawat oleh para masinis.

Adapun tujuan utama dari pendinginan adalah :

- a. Mengatur / mempertahankan suhu mesin agar selalu berada pada spesifikasi kerja mesin yang diinginkan
- b. Mencegah material dari kerusakan
- c. Menjaga struktur dan sifat - sifat dari suatu material agar tidak berubah
- d. Membuat material mesin agar bertahan lebih lama.

3. Fungsi Air Pendingin Motor Induk

Menurut P. Van Maanen, (2001:86) dalam bukunya yang berjudul *Motor Diesel Kapal* Mesin yang dipasang pada kapal sebagai motor induk dirancang untuk bekerja dengan secara maksimal dan berjalan selama berjam-jam lamanya. Hilangnya energi yang paling sering terjadi di mesin kapal adalah dalam bentuk energi panas yang berlebihan. Oleh karena itu diperlukan media pendingin (*cooler*) untuk menghindari gangguan fungsional mesin atau kerusakan pada mesin.

Fungsi air pendingin adalah untuk menyerap panas yang terjadi pada motor induk akibat dari pembakaran bahan bakar. Sistem pendinginan tidak langsung menggunakan dua media pendingin yang digunakan adalah air tawar dan air laut. Air tawar digunakan untuk mendinginkan bagian-bagian motor sedangkan air laut untuk mendinginkan air tawar melewati pesawat *cooler*. Setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar bersirkulasi secara terus menerus mendinginkan mesin secara merata. Fungsi air adalah untuk mendinginkan mesin agar kondisi kerja mesin selalu optimal. Dengan temperatur yang optimal maka kerja mesin akan normal. Namun dalam operasional mesin diesel pada kenyataannya temperatur air pendingin melebihi batas maksimal yang diijinkan. Temperatur yang diijinkan

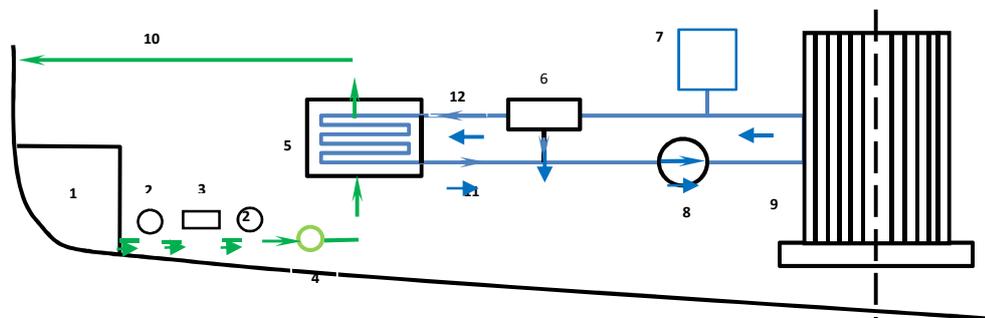
antara 75°C – 85°C, pada kondisi tidak normal dapat melebihi dari 95°C. Jika hal ini terjadi akan mengakibatkan mesin menjadi *overheating*, kejadian tersebut akan mengganggu operasional kapal.

4. Operasi Sistem Pendingin

Mesin yang ada diatas kapal dirancang untuk bisa bekerja dengan efisien agar bisa berjalan selama berjam-jam lamanya. Untuk menghilangkan energi panas yang berlebihan harus menggunakan pendingin (*Cooler*) untuk menghindari gangguan fungsional mesin atau kerusakan pada mesin.

Hery Sunaryo, Haryanto, Triyono, (2008:79) menjelaskan bahwa : Motor yang digunakan di kapal sebagian besar menggunakan pendingin air, maka akan dibahas operasi sistem pendingin dari jenis sistem pendingin tertutup dan sistem pendingin terbuka.

a. Sistem pendingin tertutup



Gambar 2.1. Skematik sederhana Sistem Pendingin Tertutup

Keterangan gambar 2.1 :

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Kotak laut (<i>Sea chest</i>) | 7. Tangki ekspansi |
| 2. <i>Kingston valve</i> | 8. Pompa sirkulasi air tawar |
| 3. Saringan / <i>Filter</i> | 9. Mesin Induk |
| 4. Pompa air laut | 10. Air laut keluar |
| 5. <i>Fresh water Cooler</i> | 11. Air tawar masuk kemesin |
| 6. <i>Thermostat</i> | 12. Air tawar keluar dari mesin |

Air laut diisap oleh pompa melalui kotak laut (1) yang ditutup oleh kisi - kisi untuk mencegah masuknya benda - benda kasar. Selanjutnya katup jenis *kingstone* (2) ditempatkan dibelakang kotak laut dan setelah filter untuk menutup masuknya air dari luar pada saat pembersihan *filter* atau jika terjadi kebocoran pada pipa atau bagian yang lainnya. Sebelum air masuk pompa, terlebih dahulu harus masuk *filter* (3) untuk menjaring atau mendapatkan partikel - partikel kecil. Setelah keluar dari filter, air dipompakan (4) ke dalam pendingin (5) guna mendinginkan air tawar yang keluar dari mesin induk (12), sedangkan air laut langsung dibuang ke laut (10). Air tawar yang telah didinginkan dipakai kembali untuk mendinginkan mesin induk (11) dengan menggunakan bantuan pompa sirkulasi (8). Antara pendingin dengan motor dipasang *thermostat* (6) untuk mengatur *temperature* air pendingin dan di tempatkan pula tangki ekspansi (7) sebagai pengukur tinggi air, tempat pengisian atau penambahan air tawar pendingin dan untuk *mencegah* berkurangnya air tawar pendingin dalam system.

5. *Heat exchanger type plate cooler*

Menurut Istopo (2010:165) dalam Kamus Istilah Pelayaran *heat exchanger* memiliki arti *harfiah* alat penukar panas. Pengertian ilmiah dari *heat exchanger* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mentransfer energi panas (*entalpi*) antara dua atau lebih *fluida*, antara permukaan padat dengan *fluida*, atau antara partikel padat dengan *fluida*, pada temperatur yang berbeda serta terjadi kontak termal. Lebih lanjut, *heat exchanger* dapat pula berfungsi sebagai alat pembuang panas, alat sterilisasi, pesterisasi, pemisahan campuran, distilasi (pemurnian, ekstraksi), pembentukan konsentrat, kristalisasi, atau juga untuk mengontrol sebuah proses *fluida*.

Satu bagian terpenting dari *heat exchanger* adalah permukaan kontak panas. Pada permukaan inilah terjadi perpindahan panas dari satu zat ke zat yang lain. Semakin luas bidang kontak total yang dimiliki oleh *heat exchanger* tersebut, maka akan semakin tinggi nilai efisiensi perpindahan panasnya. Pada kondisi tertentu, ada satu komponen tambahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan luas total bidang kontak perpindahan panas ini. Komponen tersebut adalah sirip.

Alat penukar panas atau *Heat exchanger* (HE) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). Penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung (*direct contact*).

6. Sistem Pendingin Air Tawar

Hery Sunaryo, Haryanto, Triyono (2008:90) pada sistem tertutup ini air tawar yang telah mendinginkan *cylinder head* dan *cylinder jacket* akan disirkulasikan secara terus menerus, apabila media pendingin air tawar berkurang di dalam sistem, maka akan ada penambahan secara *gravity* dari *expansion tank* yang berada dilantai atas, atau posisinya lebih tinggi dari mesin induk.

Air tawar yang ditampung pada *expansion tank*, waktu kapal sedang berlayar dan motor induk sedang beroperasi maka suhu disini 55°C , air tawar ini dialirkan ke tiap - tiap *cylinder jacket* kemudian

mendinginkan *cylinder head*, dan keluar menuju *cooler* dengan suhu 85⁰C, di *fresh water cooler*, air tawar didinginkan oleh air laut dan suhu turun sampai 60⁰C. 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 setiap masinis yang ingin melakukan tugas jaganya selalu mengecek tangki ekspansi, sebab dari sini dapat diketahui bila ada sistem yang tidak berfungsi secara baik (normal).

7. Perawatan Pendingin Air Tawar

Menurut P. Van Maanen (2001:89) dalam bukunya yang berjudul *Motor Diesel Kapal* Pemeliharaan proses pendinginan dapat dilakukan dengan mengikuti prosedur sesuai dengan buku petunjuk dari pabrik pembuat mesin itu sendiri. Pemeliharaan proses pendinginan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Perawatan air pendingin pada tangki ekspansi

Supaya proses pendinginan dapat berlangsung dengan baik, bersihkan mesin dari kerak atau kotoran setiap tahun atau setiap kapal melaksanakan *docking* diadakan pembersihan pada tangki ekspansi atau dengan menambahkan *coolant* dan ganti dengan air yang bersih.

b. Pemeriksaan kualitas air pendingin di dalam sistem

Agar motor induk terpelihara dari tegangan panas dan tegangan mekanisnya dalam batas - batas normal maka panas yang *timbul* dari hasil pembakaran bahan bakar harus dapat dikendalikan, Keadaan tersebut hanya bisa dikondisikan dengan cara mengedarkan media pendingin dalam jumlah yang tepat dan tekanan yang cukup ke seluruh komponen motor induk.

Ini menjadi tugas para masinis agar kualitas air pendingin di dalam sistem sesuai dengan buku petunjuk (pH=7 - 8 yang

berarti kandungan alkalisnya rendah / mempunyai sifat asam) dengan cara pengetesan air pendingin setiap 3 hari sekali dan diberikan zat kimia yaitu HIMOL-HM 5.

8. Peralatan Pendingin dan Fungsinya

Untuk memperlancar pengoperasian motor 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 mesin *diesel* menggunakan pompa sentrifugal untuk sirkulasi air tawar pendingin pada motor induk diatas kapal, dimana pompa tersebut digerakkan dengan motor listrik. Sebagian mesin putaran menengah dan putaran tinggi pompa tersebut langsung di gerakkan oleh mesin itu sendiri, atau dikenal dengan sebutan *attachment pump*, yang mana pompa tersebut langsung menempel pada bodi mesin.

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 (*main engine*).

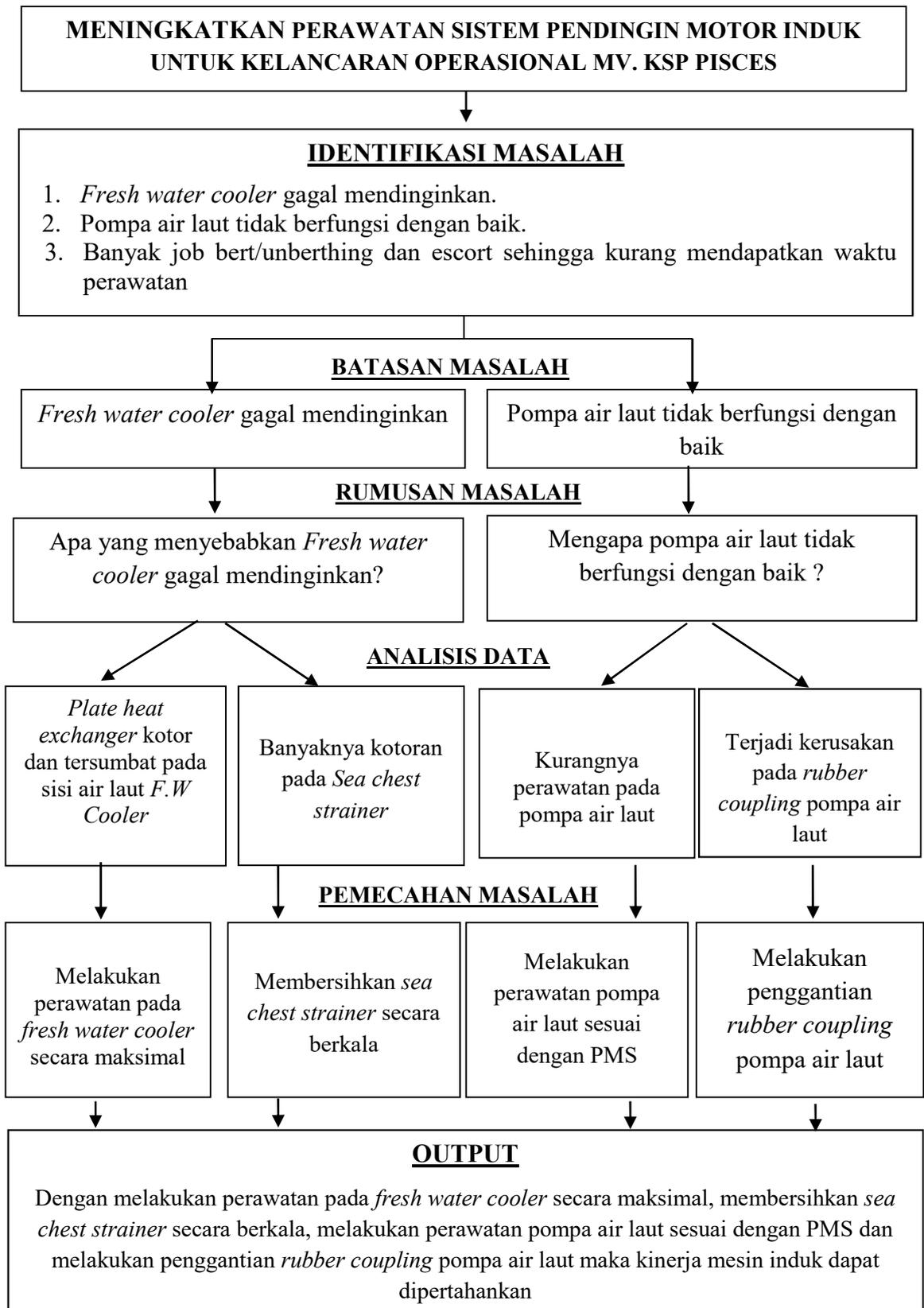
d. *Fresh water Cooler*

Alat ini berfungsi mendinginkan air pendingin yang telah menyerap panas dari dalam mesin dengan menggunakan media air laut. Di kapal tempat penulis bekerja jenis penukar kalornya menggunakan jenis *heat exchanger type plate*. Pada jenis ini air laut yang akan menyerap panas pada air tawar pendingin akan mengalir di dalam plat – plat yang berbeda.

e. Pengukur suhu (*Thermometer*)

Alat ini berfungsi untuk mengukur suhu air pendingin yang masuk dan keluar dari motor induk (*main engine*). 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.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis

1. Lokasi kejadian

Terlaksananya penelitian ini berdasarkan kejadian yang menjadi suatu pengalaman selama penulis bekerja diatas kapal MV. KSP PISCES selama 16 bulan mulai desember 2019 sampai dengan April 2021 dalam kurun waktu tersebut kegiatan yang dilakukan tidak hanya untuk meneliti permasalahan yang terjadi tetapi juga digunakan untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawab *engineer* sesuai jabatannya, yang mana hal tersebut membatasi waktu dalam penelitian terhadap masalah ini lebih lanjut.

2. Situasi dan kondisi

Kondisi dikapal MV. KSP PISCES mesin penggerak utama merupakan salah satu permesinan kapal yang harus mendapat perhatian khusus yang sangat penting dalam menunjang kelangsungan dan kelancaran pengoprasian kapal. Dimana sistem pendingin airt tawar mesin induk berguna untuk menormalkan temperatur kerja mesin induk.

Berikut ini merupakan data-data spesifikasi kapal (*ship particular*) dan fakta-fakta yang terjadi diatas kapal serta menjadi objek penelitian dalam KIT ini diantaranya sebagai berikut :

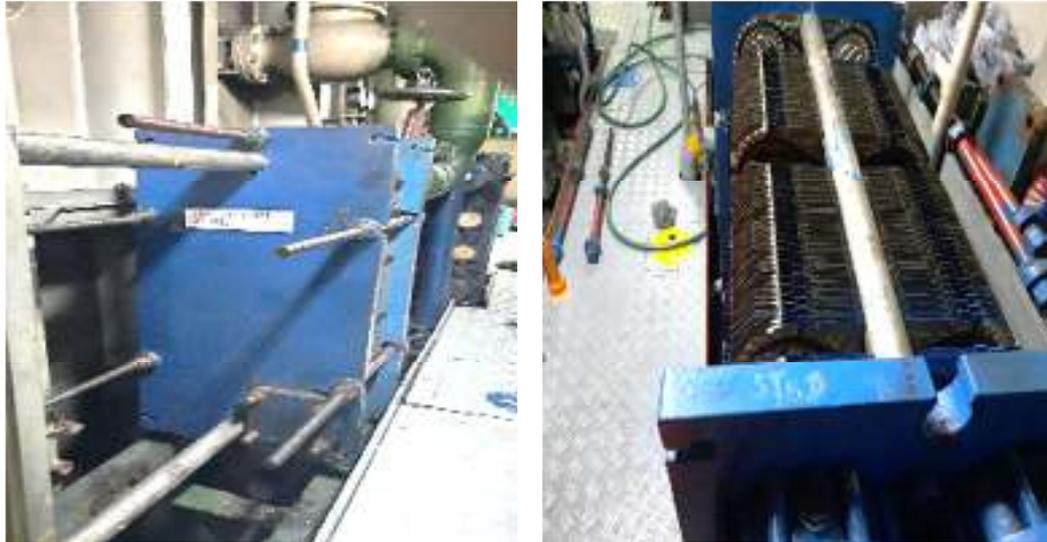
SHIPS PARTICULAR

NAME OF VASSEL	: KSP PISCES
TYPE OF VASSEL	: ASD TUG
YEAR BUILT	: 2003
PORT OF REGISTRY	: PORT KELANG
CLASS	: AMERICAN BUERAU OF SHIPPING
L.O.A	: 34.00 m
BREADTH MOULDED	: 10.50 m
DRAFT DESIGN	: 6.20 m
NET TONNAGE	: 126 T
GROSS TONNAGE	: 420 T
BOLLARD PULL	: 65 T
SPEED	: 12 KNOTS
MAIN ENGINE	: DEUTZ SBV 9M628, 2 x 2070 KW
PROPULSION	: 2 x SCHOTTEL SRP 1515
MAIN GENERATOR	: 2 x CUMMINS 6CTA8. 3DM
HARBOUR GEN	: 1 x CUMMINS 6BT5.9DM
ACCOMODDATTION	: 10 PERSON
BUILDER	: KEPPEL SINGMARINE PTE.LTD
OWNER	: KEPPEL SMIT TOWAGE PTE LTD

3. Temuan

Ditinjau dari berbagai faktor temuan yang menyebabkan kerja pendingin air tawar gagal mendinginkan sehingga kinerja mesin induk terganggu. Berikut ini diuraikan beberapa faktor temuan diantaranya :

a. *Fresh Water cooler gagal mendinginkan*



Gambar 3.1 : *fresh water cooler mesin induk starboard side*

Table 3.1 (temperature pendingin air tawar abnormal)

RECORD OF INSPECTION										
NAME OF VASSEL			DATE INSPECTION				VOYAGE NO			
KSP PISCES			21 MARCH 2021				078E			
MAIN ENGINE		TYPE		HORSE POWER & RPM				CONSTANT ENGINE		
DEUTZ		SBV 9M628		2276/1400				-		
EVALUATION DIAGRAM OF MAIN ENGINE										
ENGINE SPEED		12 knot		FUEL CONSUMPTION				10 m/t		
RPM SPEED		1000		SPESIFIC GRAVITY				2.1 M/T		
FUEL LEVER		84		VISCOSITY FUEL OIL				MDO:0,8695		
AIR SCAV PRESS		0.89 Kgf/cm2		SPECIFIC F.O CONSUMPTION				120 CST		
SPEED AVARAGE		9.3 knot		WIND DIRECTION				SOUTH		
DRAFT AVARAGE		4.00 m		SEA WEATHER						
JACKET COOLING – TEMP & PRESS				COOLING WATER STBY PUMP PRESS				-		-
FW COOLING INLET		95°C	0.6 bar	LUBE OI; TEMP & PRESS		81°C		0.5 bar		
FW COOLING OUTLET		97°C	0.4 bar	RAW WATER TEMP & PRESS		96°C		2.0 bar		
RPM TURBO CHARGE				COOLING SEA WATER PRESS				3.0 bar		
8000 Rpm										
CYL NO				1	2	3	4	5	6	7
COOLING JACKET TEMP				93	94	94	92	93	94	93
EXHAUST GAS TEMP				550	530	545	550	550	535	530
				525	530					

Sumber : MV. KSP PISCES

Table 3.2 (temperature pendingin air tawar saat normal)

RECORD OF INSPECTION										
NAME OF VASSEL			DATE INSPECTION				VOYAGE NO			
KSP PISCES			11 NOVEMBER 2020				028E			
MAIN ENGINE		TYPE			HORSE POWER & RPM			CONSTANT ENGINE		
DEUTZ		SBV 9M628			2276/1400			-		
EVALUATION DIAGRAM OF MAIN ENGINE										
ENGINE SPEED		8 knot			FUEL CONSUMPTION			10 m/t		
RPM SPEED		900			SPESIFIC GRAVITY			3.3 M/T		
FUEL LEVER		79			VISCOSITY FUEL OIL			MDO:0,8695		
AIR SCAV PRESS		0.92 gf/cm ²			SPECIFIC CONSUMPTION F.O			140 CST		
SPEED AVARAGE		7.7 knot			WIND DIRECTION			WEST		
DRAFT AVARAGE		3.30 m			SEA WEATHER					
JACKET COOLING – TEMP & PRESS				COOLING WATER STBY PUMP PRESS				-		-
FW COOLING INLET		95°C	0.6 bar		LUBE OI; TEMP & PRESS		81°C		0.5 bar	
FW COOLING OUTLET		97°C	0.4 bar		RAW WATER TEMP & PRESS		96°C		2.0 bar	
RPM TURBO CHARGE				COOLING SEA WATER PRESS				4.1 bar		
7000 Rpm										
CYL NO		1	2	3	4	5	6	7	8	9
COOLING JACKET TEMP		73	75	74	73	75	74	76	75	75
EXH GAS TEMP		380	360	365	350	360	345	360	350	365

Sumber : MV. KSP PISCES

b. Pompa Air Laut Tidak Berfungsi Dengan Baik

Penulis juga pernah mengalami masalah pada pompa air laut, adapun tipe pompa pendingin air laut di KSP PISCES adalah AZCUE CM-EP 125/33 A, dimana pompa tersebut tidak mensirkulasikan air laut dengan baik ke *fresh water cooler* yang mengakibatkan kenaikan suhu tempratur pada mesin induk. Setelah melakukan pengecekan penulis menemukan turunnya tekanan *Discharge* pada pompa tersebut. *Engineer* jaga yang bertugas memeriksa kondisi pompa secara visual (pengamatan/penglihatan) dan mendapati *Shaft* pompa berputar dengan ringan/tanpa beban. Dan segera melakukan perbaikan.



Gambar 3.2 : pompa air laut no 1 dan 2

Di dalam sirkulasi sistem pendingin air tawar, air tawar yang keluar dari mesin induk masuk ke dalam *fresh water cooler* untuk diserap panasnya. Di kapal KSP PISCES menggunakan *heat exchanger alfa laval type plate*. sedangkan media pendinginnya adalah air laut (*sea water*), air laut mengalir di antara *plate* yang berbeda secara selang-seling yaitu sisi satunya air laut dan sisi berikutnya air tawar dan seterusnya secara bergantian. Jumlah plat tergantung dari maker dan untuk dikapal KSP PISCES berjumlah 120 lembar plate untuk satu mesin induk.

4. URUTAN KEJADIAN

Saat kapal beroperasi diarea *Sts (Ship To Ship)* Port Limit JOHOR BAHRU (MALAYSIA) kapal sedang melakukan *Job Escort Unberthing* untuk kapal MT DRAGAO DO MAR. *Escort Unberthing* disini KSP PISCES bertugas mengawal haluan kapal MT DRAGAO DO MAR hingga kapal berada di zona aman perairan. sehingga Mooring Master memberi arahan agar KSP PISCES menjaga kecepatan kapal di 8 knot dan memastikan KSP PISCES selalu berada di haluan MT DRAGAO DO MAR. setelah beberapa saat kapal beroperasi. Tiba-tiba Mesin induk sebelah kanan menunjukkan *Alarm Jacket Cooling Water High*

Temperature. setelah dilakukan pengecekan ternyata temperatur telah mengalami kenaikan suhu mencapai 95°C, yang seharusnya suhu media pendingin air tawar mesin induk berada dikisaran 70°C hingga 85°C. selaku masinis jaga 2nd engineer memberi instruksi ke Officer jaga untuk menurunkan RPM mesin agar menghindari mesin Trip/Shut down dimana kapal sedang beroperasi.

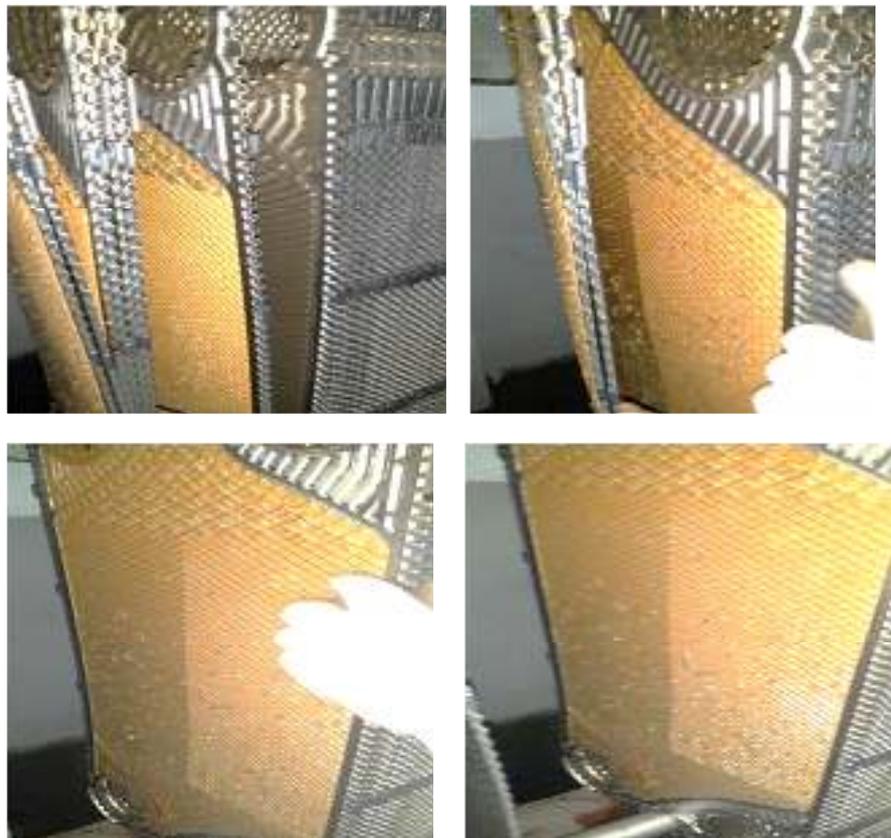
B. PEMBAHASAN

Dari rumusan masalah yang penulis uraikan pada bab I, maka penulis menganalisis data dengan mencari penyebab permasalahan untuk menemukan pemecahannya diantaranya :

1. *Fresh Water cooler gagal mendinginkan*

Penyebabnya adalah :

a. *Plate Heat Exchanger kotor dan tersumbat Pada Sisi Air Laut Fresh Water cooler*



Gambar 3.3 : kondisi *fresh water cooler* sisi air laut

Fresh water cooler yaitu alat pemindah panas berbentuk bejana yang dipergunakan untuk mendinginkan air tawar pendingin motor induk dengan mengalirkan air laut ke dalam bejana tersebut, yang mana air tawar yang keluar dari mesin induk 85°C dan masuk mesin induk 70°C . Apabila terdapat kotoran seperti teritip, lumpur atau hewan-hewan laut yang menyumbat kisi-kisi pada *plate heat exchanger* maka akan mengakibatkan kurangnya penyerapan panas terhadap air tawar sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *cooler* tersebut tetap tinggi. Maka hal ini dinamakan proses pendinginan tidak sempurna.

Sistem pendingin bertujuan untuk menjaga agar temperatur mesin tetap berada pada batas yang diperbolehkan sesuai dengan kekuatan material, karena kekuatan material akan menurun sejalan dengan naiknya temperatur (*overheating*). Ketika *temperature* kerja mesin belum tercapai maka *fresh water cooling* akan bersirkulasi didalam melalui jalur *by pass* setelah temperatur kerja tercapai antara 65° sampai 70° maka *thermostat* bekerja menutup jalur *by pass* sehingga *fresh water cooling* bersirkulasi melalui *heat exchanger*.

b. Tersumbatnya Kotoran Pada *Sea Chest Strainer*



Gambar 3.4 : kondisi *sea chest strainer*

Sea chest strainer mempunyai peranan penting karena sebagai jalan utamanya air laut untuk pendinginan mesin induk diatas kapal. Dan sering terjadinya penyumbatan pada *sea chest strainer* diakibatkan lumpur atau kotoran yang terhisap oleh pompa pendingin air laut ketika kapal *berth /unberthing* atau melakukan *escort* di perairan yang dangkal. Dan juga seringnya terjadi penyumbatan pada *sea chest* diakibatkan jarang dibersihkannya *sea chest strainer*.

Untuk *sea chest* tersebut sudah menjadi perhatian khusus bagi ABK bagian mesin. Mengingat semua pesawat yang ada seperti *diesel generator, air conditioner* dan *main engine* memerlukan pendinginan air laut untuk mendinginkan *cooler*. Apabila *sea chest* buntu atau kotor maka air laut yang di isap oleh pompa tidak cukup dan ini dapat mengakibatkan mesin induk *trip, generator black out,* dan *AC trip*.

2. Pompa Air Laut Tidak Berfungsi Dengan Baik

Proses pendinginan tidak bekerja secara optimal disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

a. Menjaga Perawatan pada Pompa Air Laut

Setiap permesinan di atas kapal harus dirawat sesuai jadwal perawatan terencana / *Planned Maintenance System (PMS)*. Seperti halnya pompa pendingin mesin induk. Banyak faktor yang menyebabkan fungsi pompa pendingin air laut tidak maksimal, misalnya terjadinya kerusakan pada komponen pompa seperti *rubber coupling, ball bearing* dan *impeller*. Faktor lain yang menjadi kendala dalam melakukan perawatan di kapal tempat penulis bekerja disebabkan banyaknya *Job* kapal keluar, masuk dan *escort*. sehingga waktu perawatan pompa pendingin menjadi kurang maksimal

Pompa pendingin air laut memiliki peranan penting dalam mendinginkan mesin induk. Mengingat aliran yang kurang lancar akan menyebabkan suhu mesin induk akan cepat naik dan akan mengganggu kinerja mesin induk. Adapun pompa ini digerakkan oleh motor listrik dan dipasang secara *vertical*.

Di kapal tempat penulis bekerja pompa pendingin air laut ini terdiri dari 2 unit. 1 unit di operasikan terus menerus selama mesin induk jalan dan yang satunya *stand by*. Sehingga jika terjadi kerusakan pada salah pompa maka segera mengganti menggunakan pompa yang *stand by*. Apa bila kedua pompa tersebut di atas rusak maka dengan ini menggunakan G.S Pump untuk sementara waktu.

b. Terjadi Kerusakan Pada *Rubber Coupling* Pompa Air Laut



Gambar 3.5 : kondisi kerusakan *rubber coupling* pada pompa air laut

Pada pompa pendingin air laut terdapat poros atau Shaft yang berputar bersama dimana coupling dihubungkan oleh Rubber Coupling.

Semua komponen pada pompa *centrifugal* (sentrifugal) sangat penting dan sesuai fungsi masing-masing, salah satu dari bagian tersebut yang bermasalah atau rusak maka akan mengganggu fungsi kerja dari pompa tersebut. *Rubber coupling* salah satu bagian terpenting dari pompa sentrifugal yang berfungsi untuk menumpu atau menahan beban dari poros agar dapat berputar. *Bearing* juga berfungsi untuk memperlancar putaran poros dan menahan poros agar tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek dapat diperkecil. Pemasangan *rubber coupling* yang tidak tepat, getaran yang timbul dari gaya aksial putaran *shaft* dan pelumasan yang tidak bagus dapat menjadi penyebab *Rubber coupling* mudah mengalami kerusakan

Adapun faktor-faktor menyebabkan kerusakan *rubber coupling* pada pompa pendingin air laut, yaitu :

- 1) Dudukan poros pompa dan penggeraknya tidak lurus (*misalignment*)

Dimana bila dudukkan poros pompa tidak lurus dengan penggeraknya maka dapat mengakibatkan getaran yang sangat tinggi (*Vibration*,) serta dapat mengakibatkan bearing pompa menjadi panas. Getaran dan panas yang terjadi bila dibiarkan dapat mengakibatkan usia *bearing* tidak lama atau cepat rusak serta akan berpengaruh terhadap komponen lain seperti *rubber*

coupling, shaft, impeller, mechanical seal dan bahkan rumah pompa.

2) Terjadi ketidak seimbangan (*unbalance*)

Pada bagian pompa yang berputar seperti kopling yang tidak seimbang (*Unbalance*) atau salah satu titik pada bagian yang berputar memiliki berat yang tidak seimbang, sehingga pada waktu berputar mengakibatkan putaran mengalami perubahan gaya disalah satu titik putaran, yang lama kelamaan akan merusak *rubber coupling* tersebut.

3) Umur dan kualitas *rubber coupling*

Penggunaan *rubber coupling* melampaui batas waktu penggunaan yang telah di tentukan sesuai *instruction manual book* dan kualitas bahan dari *bearing* tersebut bisa mengakibatkan kerusakan sehingga pengoperasian pompa tidak normal dan dapat mengganggu pengoperasian mesin induk.

C. SOLUSI PERMASALAHAN

Dalam rangka perawatan kita mengenal *management planning* dimana *planning* adalah penentuan serangkaian tindakan untuk mencapai suatu hal yang diinginkan. Dalam melakukan pemecahan masalah agar pengelolaan sistem pendingin mesin penggerak utama dapat optimal maka penulis sebagai *chief engineer* diatas kapal melakukan *organizing* yaitu menyusun atau menunjuk siapa saja yang akan mengerjakan (*team work*), selanjutnya *actuating* adalah memberi arahan dan menjelaskan pekerjaan yang akan dikerjakan dan cara pengerjaannya, dan *controlling* yaitu mengawasi sekaligus memimpin jalannya pekerjaan yang sedang dilakukan untuk menghindari

kesalahan dalam pekerjaan. berikut dalam melakukan perencanaan pemecahan *chief engineer* mengkoordinir perawatan untuk *2nd engineer* dan *3rd engineer* memulai perawatan dan perbaikan pesawat bantu yang menyebabkan sistem pendingin tidak optimal. berikut beberapa perawatan perbaikan pesawat bantu sistem pendingin :

1. *Plate heat exchanger* kotor dan tersumbat pada sisi air laut *F.W Cooler*

Pemecahannya adalah:

a. Melakukan Perawatan Pada *Fresh Water Cooler* Secara Maksimal

Fresh water cooler adalah suatu alat untuk memindahkan panas yang gunanya untuk mendinginkan air tawar yang keluar dari mesin induk. Air tawar ini masuk ke dalam *fresh water cooler* didinginkan oleh air laut yang ditekan masuk ke dalam *fresh water cooler* oleh pompa sirkulasi dan kemudian setelah mendinginkan air tawar tersebut melalui saluran pipa saluran *plat element* yang dibatasi oleh *seal* agar cairan tidak tercampur. Terus air laut dibuang ke laut.

Air tawar yang keluar dari *fresh water cooler* suhunya berkisar antara 65°C- 70°C, dapat di lihat pada *thermometer* yang terpasang pada sisi air keluar dari *cooler*. Agar temperatur kerja air pendingin selalu normal sesuai dengan instruction manual book, maka perlu dilakukan perawatan rutin terhadap *fresh water cooler*, supaya tetap

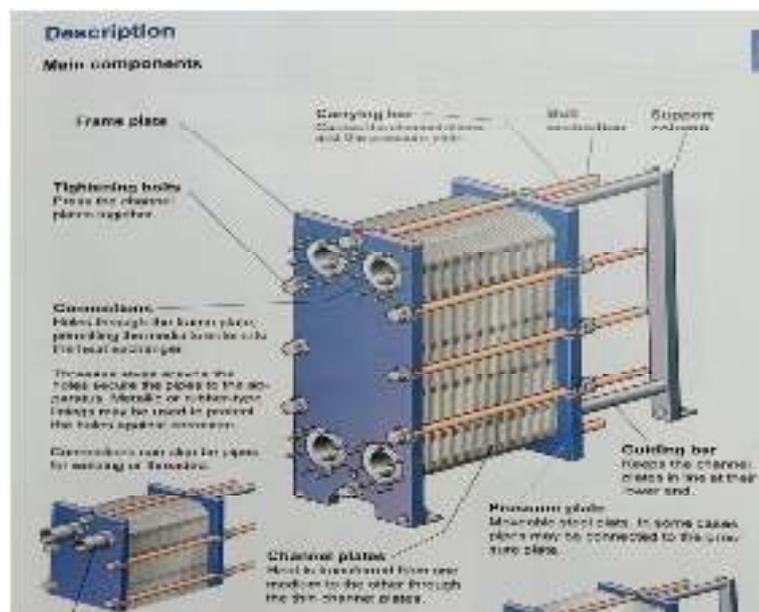
bersih sehingga tekanan serta volume air laut yang mengalir selalu normal dan terjadi pemindahan panas yang baik pula.

Tersumbatnya *fresh water cooler* oleh kotoran seperti sampah-sampah kecil, teritip dan kerang yang lolos dari *strainer sea chest* dan terhisap oleh pompa serta lumpur yang menempel pada sisi-sisi air laut *plate cooler* dapat mengakibatkan penyerapan panas terhadap air tawar pendingin berkurang karena terhalang sehingga temperatur air tawar yang keluar dari *fresh water cooler* tersebut tetap tinggi atau terjadi pendinginan yang tidak sempurna.

Di kapal KSP PISCES tempat penulis bekerja menggunakan *fresh water cooler type plate* atau *cooler plate* ada juga yang mengatakan *alfa laval*. Pada *cooler plate* tersebut di lengkapi *strainer* kecil yang dipasang pada sisi air laut masuk sehingga kotoran atau sampah-sampah kecil tidak langsung masuk kedalam sisi saluran air laut. Dalam dua hari atau tiga hari kami membuka *strainer* tersebut. *Cooler plate* tersebut juga dipasang pipa *by pass* untuk *flusing* (pembilasan). Untuk *flusing* atau pembilasan kami lakukan sekali dalam seminggu. *Flusing* ini dilakukan dengan cara merubah aliran air laut yang masuk ke *cooler plate* yakni sisi masuk air laut akan menjadi sisi keluar dan sebaliknya sisi keluar air laut akan menjadi sisi masuk sehingga kotoran yang menempel pada ujung-ujung sisi masuk tadi akan terlempar keluar dan bersih kembali, dilakukan kurang lebih 15 menit sampai 20 menit. Dengan

system ini maka untuk pembersihan *cooler plate* tersebut kami lakukan setiap 2 kali seminggu secara rutin.

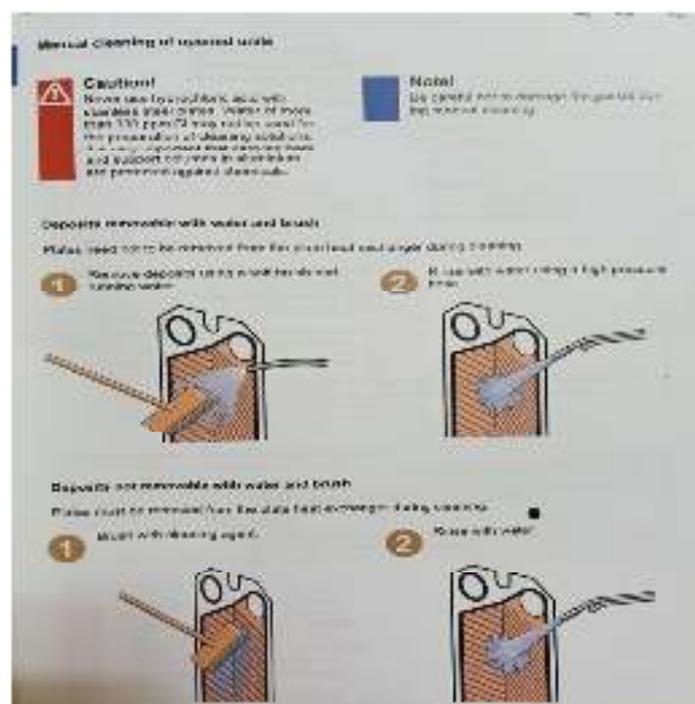
Cooler plate terdiri dari beberapa komponen utama seperti: frame plate atau plat tetap / tidak bergeser, *pressure plate*: plat yang bisa di geser, channel plates: plat pemindah panas, *guide bar*: penahan *channel plates*, *carrying bar*, *tightening bolts* / baut pengikat dan *support column*: tempat mengikat *guide bar* dan *carrying bar*.



Gambar 3.6 : Bagian-bagian *Heat Exchanger*

Sebelum melakukan pembersihan alangkah baiknya melihat dan membaca buku manual yang ada terlebih dahulu, memberi *marking* dan mengukur berapa jarak antara *frame plate* dengan *pressure plate*. Pembersihan *cooler plate* dapat dilakukan hanya menggeser *pressure plate* kesamping kemudian menggeser *channel plates* satu per satu secara bergantian sambil di cuci, disikat dengan menggunakan deterjen dan di bilas dengan air bertekanan agar

kotoran-kotoran dan endapan lumpur yang melekat terlepas. Bisa juga dengan cara mengangkat *channel plates* keluar untuk di cuci di tempat berbeda. Gunakan sikat yang halus agar tidak merusak *gaskets* atau karetinya. Setelah pembersihan susun kembali *channel plates* satu persatu sambil memperhatikan gasket pada posisi yang benar dan tidak ada yang mengganjalnya sampai habis kemudian tarik pressure plate untuk menahan channel plates dan pasang baut pengikat kemudian ikat pelan-pelan sesuai ukuran sebelum dibuka atau sesuai yang ada di manual book. Pengikatan yang tidak benar dapat mengakibatkan kebocoran pada sisi air laut dan juga pada sisi air tawar. Begitu juga dengan gasket yang suda tidak bagus atau ada yang ganjal bisa mengakibatkan kebocoran bahkan air tawar bisa terkontaminasi dengan air laut seperti yang penulis pernah alami.



Gambar 3.7 : Pembersihan *Channel Plates* Sesuai *Manual Book*

Cara perawatan dan pembersihan *fresh water cooler* adalah:

- 1) Pertama-tama tutup *valve* air tawar yang masuk dan keluar cooler, tutup *valve* air laut yang masuk cooler dan *valve over board* bila perlu tutup juga *suction valve* pompa air laut kemudian cerat air yang ada dalam system dengan membuka keran ceratan.
- 2) Setelah itu buka baut pengikat secara perlahan dan bergantian., setelah baut pengikat dilepas semua geser *pressure plate* ke samping agar ada celah untuk menggeser dan mencuci *cannel plates*. Lepaskan *deposits* yang menempel dengan menggunakan sikat yang halus sambil disiram dengan menggunakan air tawar, sikat kembali dengan menggunakan sedikit *detergen* kemudian bilas kembali menggunakan air tawar bertekanan agar kotoran-kotoran yang menempel dapat terlepas.
- 3) Setelah semua *cannel plates* bersih maka susun kembali satu persatu pada tempatnya sambil perhatikan dan perbaiki bila ada *gaskets* yang posisinya tidak bagus atau ada yang mengganjal. Setelah tersusun dengan baik tarik *pressure plate* untuk menahan *cannel plates*, pasang baut pengikat dan kencangkan perlahan secara bergantian. Perhatikan jarak dan pastikan sesuai yang tertera pada *manual book*. Setelah selesai, alirkan *fresh water* sambil mencerat udara dari dalam *system* , buka keran air tawar yang masuk dan keluar cooler. Bila ada air menetes berarti ada kebocoran. Kencangkan lagi baut pengikat sampai tidak ada

air menetes. Setelah itu buka semua keran air laut yang berhubungan dengan sistim setelah selesai jalankan pompa dan periksa kembali apakah ada kebocoran dari sisi *fresh water* dan air laut.



Gambar 3.8 : Penyusunan Kembali Channel Plates setelah selesai Dibersihkan

Table 3.3 Sumber : MV. KSP PISCES (temperature pendingin air tawar setelah pembersihan *plate heat exchanger*)

RECORD OF INSPECTION			
NAME OF VASSEL		DATE INSPECTION	VOYAGE NO
KSP PISCES		24 MARCH 2020	079E
MAIN ENGINE	TYPE	HORSE POWER & RPM	CONSTANT ENGINE
DEUTZ	SBV 9M628	2276/1400	-
EVALUATION DIAGRAM OF MAIN ENGINE			
ENGINE SPEED	12 knot	FUEL CONSUMPTION	10 m/t
RPM SPEED	1000	SPEISIFIC GRAVITY	2.1 M/T
FUEL LEVER	84	VISCOSITY FUEL OIL	MDO:0,8695
AIR SCAV PRESS	0.89 Kg/cm ²	SPECIFIC CONSUMPTION F.O	120 CST
SPEED AVARAGE	9.3 knot	WIND DIRECTION	SOUTH
DRAFT AVARAGE	4.00 m	SEA WEATHER	

JACKET COOLING – TEMP & PRESS			COOLING WATER STBY PUMP PRESS						4.1 bar		
FW COOLING INLET	77°C	3.2 bar	LUBE OIL COOLING TEMP & PRESS				75°C		4.1 bar		
FW COOLING OUTLET	70°C	3.1 bar	RAW WATER TEMP & PRESS				79°C		2.3 bar		
RPM TURBO CHARGE			COOLING SEA WATER PRESS						3.0 bar		
10000 Rpm											
CYL NO			1	2	3	4	5	6	7	8	9
COOLING JACKET TEMP			76	76	76	77	76	76	77	77	76
EXH GAS TEMP			390	380	385	370	380	375	380	380	375

2. Banyaknya kotoran pada *sea chest strainer*

Pemecahannya adalah:

a. Membersihkan *Sea Chest Strainer* Secara Berkala

Di atas kapal KSP PISCES terdapat 2 (dua) buah *main sea chest* yaitu *main sea chest PORT SIDE* dan *STBD SIDE* yang terhubung secara seri oleh sebuah pipa besar dan terletak di kamar mesin. Keduanya bisa di pakai secara bersamaan atau juga dapat menggunakan salah satunya. Pembersihan dan penggantian *strainer main sea chest* dapat juga di lakukan secara bergantian yakni dengan menutup *valve* sebelum *strainer* dan sesudah *strainer* kemudian membuka baut penutup *sea chest*, melepas cover dan mengangkat *strainer*. Bersihkan endapan lumpur dan kotoran yang ada dari dalam hingga bersih kemudian ganti *strainer* yang sudah bersih. Pembersihan *strainer* dapat dilakukan secara berkala yakni sekali seminggu atau setiap *sea chest* kotor. Pada waktu pembersihan perhatikan *zink anoda* yang terpasang pada tutup *main sea chest*, bila sudah keropos segera lakukan pergantian.

3. Menjaga perawatan pada pompa air laut

pemecahannya adalah sebagai berikut:

a. Melakukan Perawatan Pompa Air Laut Sesuai Dengan PMS

Pompa air laut berfungsi untuk menghisap air laut dan menekan air kedalam sistem, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan. Sebelum pompa biasanya dipasang sebuah *strainer* yang fungsinya menyaring kotoran atau binatang-binatang yang lolos dari *main sea chest*. Ganti *strainer* tersebut minimal satu kali dalam seminggu.

Pemeriksaan kondisi gangguan pompa

1) Pemeriksaan awal

a) Pembersihan *strainer* sebelum pompa

Pastikan *strainer* tersebut dalam keadaan bersih sebelum pompa dijalankan.

b) Pemeriksaan sistim listrik

Misalnya pemeriksaan terhadap lampu indicator, ketepatan kapasitas pemutus sirkuit, *overload setting* dan untuk motor perlu di ukur tahanan isolasi sesuai dengan jaminan dari pabrik.

c) Pemeriksaan *grease* atau minyak pelumas bantalan

Pemeriksaan kebersihan dan *level grease* atau minyak pelumas bantalan harus cukup.

d) Pemeriksaan dengan memutar poros.

Pertutaran poros yang halus saat di putar menggunakan tangan, menandakan indikasi keadaan normal.

- e) Pemeriksaan *aksesories* pompa

Sebelum menjalankan pompa terlebih dahulu *check suction valve* dan *discharge valve* suda dalam keadaan terbuka

2) Pemeriksaan setelah pompa jalan /kondisi operasi

- a) Pembacaan alat ukur (*manometer dan amper meter*)

Pembacaan tekanan keluar dan tekanan isap harus sesuai atau mendekati harga yang di tentukan sesuai *manual book*.

Arus yang di konsumsi harus lebih rendah dari yang dinyatakan pada *table motor*.

- b) Pemeriksaan kebocoran

Periksa apakah ada air yang menetes atau keluar dari *shaft*, jika ada berarti *mechanical seal* bocor. Apabila jumlahnya banyak maka segera perbaiki atau ganti baru.

- c) Pemeriksaan bantalan

Jika bantalan dipegang dengan tangan, harus tidak terasa adanya panas yang berlebihan, atau di ukur dengan menggunakan *temperature gun*. bantalan di anggap normal jika tidak lebih dari 40°C diatas *temperature* udara sekitar.

- d) Pemeriksaan getaran dan bunyi

Apabila tangan di letakkan diatas permukaan rumah pompa, harus tidak terasa adanya getaran yang berlebihan. Untuk pengukuran yang teliti, amplitudo getaran dapat diukur dengan *vibrometer* pada rumag bantalan pompa dan motor. Suara motor dan pompan tidak boleh ada bunyi yang luar biasa.

4. Terjadi kerusakan pada *Rubber Coupling* pompa air laut no.1



Gambar 3.9 : kondisi kopling dan *spare rubber coupling* yang baru pemecahannya adalah sebagai berikut :

a. Melakukan Penggantian *Rubber Coupling* Pompa Air Laut

Seperti yang kita ketahui bahwa *Rubber Coupling* adalah suatu komponen yang menghubungkan dua *Shaft* guna menyalurkan suatu gerak (torsi). *Shaft* yang digerakan dan *Shaft* yang menggerakkan dihubungkan pada ujung *Coupling*. Pada saat awal *Shaft* mulai bekerja atau berputar akan terjadi hentakan. Di *Moment* inilah *Rubber Coupling* berperan. Jadi fungsi Utama dari *Rubber Coupling* adalah untuk meredam hentakan dari *Coupling* agar tidak mudah rusak.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Memutuskan aliran listrik ke motor penggerak yakni *off switch* di *control room* dan switch pada panel pompa. Pastikan bahwa tidak ada lagi aliran listrik sampai ke motor penggerak dengan menggunakan *test pen*.

- 2) Membuka secara perlahan baut pengikat *shaft coupling* motor penggerak dan *shaft pompa*. Beri marking terlebih dahulu pada coupling pompa dan motor sebelum dilepas agar posisi tetap sama saat pemasangan kembali. Buka baut pengikat motor penggerak kemudian geser agar ada ruang untuk pengerjaan.
- 3) Setelah melepas *rubber coupling* dari dalam *coupling casing* pastikan kisi kisi kopling masih dalam kondisi baik.
- 4) Pastikan dudukan *rubber coupling* bersih sebelum melakukan pemasangan, olesi *grease* di area coupling dan *rubber coupling* agar mempermudah pemasangan.
- 5) Sebelum dirakit kembali terlebih dahulu perhatikan semua komponen-komponen pompa tersebut dan pastikan semua masih dalam kondisi yang baik.
- 6) Rakit dan pasang kembali seperti semula sesuai urutannya atau melihat buku petunjuk pada buku manual. Pada saat pemasangan motor penggerak pastikan bahwa kedudukan motor dan pompa sudah lurus atau *alignment* sudah bagus.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari apa yang telah diuraikan dan dibahas pada bab-bab sebelumnya mengenai *Main Engine* kanan *jacket cooling water over heating*. untuk menormalkan operasional di kapal MV. KSP PISCES. Penyebabnya adalah:

1. *Plate heat exchanger* kotor dan tersumbat pada sisi air laut *fresh water cooler*
2. Banyaknya kotoran pada *sea chest strainer*
3. Kurangnya pengawasan pada Pompa Air Laut.
4. Terjadi kerusakan pada *rubber coupling* pompa air laut.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan mengenai *Main Engine* kanan *jacket cooling water high temperature*, penulis menyarankan kepada awak kapal bagian mesin sebagai berikut:

1. Melakukan Perawatan Pada *Fresh Water Cooler* Secara Maksimal
2. Membersihkan *Sea Chest Strainer* Secara Berkala
3. Melakukan Perawatan Pompa Air Laut Sesuai Dengan PMS
4. Melakukan Penggantian *Rubber Coupling* Pompa Air Laut

DAFTAR PUSTAKA

- Danoasmoro, Goenawan. (2003). *Manajemen Perawatan Kapal*, Jakarta: Yayasan Bina Citra Samudera.
- Handoyo, Jusak Johan. (2015). *Manajemen Perawatan Kapal*, Penerbit : Djangkar, Jakarta.
- Hery Sunaryo, Haryanto, Triyono. (2008). *Perawatan dan Perbaikan Motor Penggerak Kapal*. Jakarta : Depdikbud.
- Van Maneen. P. (2001). *Motor Diesel Kapal*, Jilid I. Departemen Perhubungan.
- Istopo (2010:165) dalam Kamus Istilah pelayaran

DAFTAR PUSTAKA

- Danoasmoro, Goenawan. (2003). *Manajemen Perawatan Kapal*, Jakarta: Yayasan Bina Citra Samudera.
- Handoyo, Jusak Johan. (2015). *Manajemen Perawatan Kapal*, Penerbit : Djangkar, Jakarta.
- Hery Sunaryo, Haryanto, Triyono. (2008). *Perawatan dan Perbaikan Motor Penggerak Kapal*. Jakarta : Depdikbud.
- Van Maneen. P. (2001). *Motor Diesel Kapal*, Jilid I. Departemen Perhubungan.
- Istopo (2010:165) dalam Kamus Istilah pelayaran

RIWAYAT HIDUP



MUH.SAPA, lahir di Dili-Timor timur 27 Desember 1986, anak ke 5 dari H. Nasir bin Bandu dan Hj. Sutra. Sekolah Dasar Islam terpadu yakin kuluhun-Dili Timor timur tahun 1993, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Ponpes Annahdlah-Makassar tahun 2000, Sekolah Menengah Umum Negeri 16

tahun 2003 dan melanjutkan Pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar tahun 2006 dengan mengambil jurusan Teknika, karena penulis menganggap masa depan cerah dapat diraih dengan melalui profesi sebagai pelaut dan menyelesaikan Pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar pada tahun 2012. Pada tahun 2016 melanjutkan Pendidikan ATT II pada program Diklat Pelaut (DP-II/ATT-II di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.

Sekarang ini penulis sedang mengikuti Program Diklat Pelaut (DP-I/ ATT-I) Di PIP Makassar Angkatan XXVI periode bulan Juli 2021 . Adapun penulisan Karya Ilmiah Terapan (KIT) yang penulis buat ini merupakan syarat untuk menyelesaikan program pendidikan DP-I/ ATT-I di PIP Makassar.