

# Penerapan metode *hazop* pada perawatan *fresh water cooling* di MV. DK01

Widiatmaka, P.<sup>a</sup>, Huda, S.<sup>b</sup>, Sulistiyowati, E.<sup>c</sup>, Setiawan, A.<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Dosen Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

<sup>b</sup>Dosen Program Studi Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

<sup>c</sup>Dosen Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

<sup>d</sup>Taruna(NIT.49124654.T) Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

**Abstraksi**~Dalam dunia maritim saat ini, persaingan didalam penggunaan jasa transportasi angkutan laut sangatlah ketat sehingga perusahaan pelayaran sangat mengutamakan pelayaran yang baik dan memuaskan. Upaya yang dapat dilakukan diantaranya adalah dengan menjaga keamanan, ketepatan dan penghematan dalam pelayaran. Pada umumnya kapal-kapal sekarang menggunakan mesin diesel, baik untuk penggerak utamanya ataupun sebagai mesin bantu, dikarenakan mesin diesel sangat efisien. Guna memenuhi kebutuhan armada pelayaran, maka kapal harus dalam kondisi baik. Sebagai bahan pendingin pada mesin diesel dapat digunakan seperti udara, air dan minyak. Ketiga bahan pendingin ini merupakan bahan pendingin yang sangat baik untuk menyerap panas. Dalam melakukan proses pendinginan, temperatur air pendingin yang ideal yaitu 70°C-80°C dan sebagai media pendingin adalah air tawar dan air laut. Air laut biasa digunakan dalam sistem pendingin tetapi dapat mengakibatkan timbulnya korosi pada permukaan yang dikenai air pendingin 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. Terganggunya perpindahan panas yang disebabkan oleh air laut, digunakanlah sistem pendinginan dengan air tawar, air tawar memiliki keuntungan yaitu semua permukaan logam yang dikenai air pendingin terhindar dari karat (korosi) material tersebut mempunyai daya tahan lebih lama dan korosi yang ditimbulkan jauh lebih baik dan juga tidak mengakibatkan pengendapan kerak pada suatu permukaan logam. Sistem pendingin yang ada di kapal tempat penulis melaksanakan praktek laut menggunakan air tawar dan air laut sebagai bahan pendingin mesin induk. Air laut digunakan sebagai pendingin untuk menyerap panas yang ada pada *fresh water cooler*. Mengingat pentingnya sistem pendingin air tawar dalam pengoperasian mesin induk di kapal perlu diperhatikan untuk menjaga temperatur air pendingin agar tetap normal.

**Kata kunci:** *Optimalisasi, Main Engine Fresh Water Cooling, Hazop, MV. DK01.*

## I. PENDAHULUAN

Dalam dunia maritim saat ini, persaingan didalam penggunaan jasa transportasi angkutan laut sangatlah ketat sehingga perusahaan pelayaran sangat mengutamakan pelayaran yang baik dan memuaskan. Upaya yang dapat dilakukan diantaranya adalah dengan menjaga keamanan, ketepatan dan penghematan dalam pelayaran. Pada umumnya kapal-kapal sekarang menggunakan mesin *diesel*, baik untuk penggerak utamanya ataupun sebagai mesin bantu, dikarenakan mesin *diesel* sangat efisien. Untuk memenuhi kebutuhan armada pelayaran, maka kapal harus dalam kondisi baik.

Sebagai bahan pendingin pada mesin *diesel* dapat digunakan seperti udara, air dan minyak. Dari ketiga bahan pendingin ini air merupakan bahan pendingin yang sangat baik untuk menyerap panas. Dalam melakukan proses pendinginan, temperatur air pendingin yang ideal yaitu 70°C-80°C dan sebagai media

pendingin adalah air tawar dan air laut. Air laut biasa digunakan dalam sistem pendingin tetapi dapat mengakibatkan timbulnya korosi pada permukaan yang dikenai air pendingin 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. Dengan terganggunya perpindahan panas yang disebabkan oleh air laut, di gunakanlah sistem pendinginan dengan air tawar, air tawar memiliki keuntungan yaitu semua permukaan logam yang dikenai air pendingin terhindar dari karat (korosi) material tersebut mempunyai daya tahan lebih lama dan korosi yang ditimbulkan jauh lebih baik dan juga tidak mengakibatkan pengendapan kerak pada suatu permukaan logam.

Sistem pendingin yang ada di kapal tempat penulis melaksanakan praktek laut menggunakan air tawar dan air laut sebagai bahan pendingin mesin induk. Air laut digunakan sebagai pendingin untuk menyerap panas yang ada pada *fresh water cooler*. Mengingat pentingnya sistem pendingin air tawar dalam pengoperasian mesin induk di kapal perlu diperhatikan untuk menjaga temperatur air pendingin agar tetap normal. Pemilihan judul ini berdasarkan pengalaman penulis selama prala, terjadi permasalahan yang disebabkan oleh air pendingin yang bekerja tidak normal, sehingga sangat mengganggu kelancaran pengoperasian kapal.

Sistem pendingin air tawar sangat berpengaruh terhadap operasional kerja mesin induk. Maka perawatan yang akan dibahas menggunakan, metode *The Hazard and Operability Study*, yang dikenal sebagai *hazop*. *Hazop* itu sendiri merupakan teknik identifikasi dan analisa bahaya yang digunakan untuk meninjau suatu proses atau operasi pada sebuah sistem secara sistematis. Selain itu dapat menganalisa suatu kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan dalam suatu sistem. Maka penulis sangat tertarik untuk mengambil judul sesuai uraian di atas:

“OPTIMALISASI PERAWATAN MAIN ENGINE FRESH WATER COOLING DENGAN METODE HAZOP DI MV. DK01”

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Tinjauan Pustaka

#### 1. Definisi dan Tujuan Hazop

*The Hazard and Operability Study*, dikenal sebagai *hazop* adalah standar teknik analisis bahaya yang digunakan dalam persiapan penetapan keamanan dalam sistem baru atau modifikasi untuk suatu keberadaan potensi bahaya atau masalah operabilitasnya. Studi *hazop* adalah pengujian yang diteliti oleh group spesialis, dalam bagian sebuah sistem mengenai apakah yang akan terjadi jika komponen tersebut dioperasikan melebihi dari normal model desain komponen yang telah ada.

Tujuan penggunaan *hazop* adalah untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis, untuk menentukan apakah proses penyimpangan dapat mendorong ke arah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan.

## 2. Konsep Hazop

Istilah-istilah *terminology (keywords)* yang dipakai untuk mempermudah pelaksanaan *hazop* antara lain:

- a. *Deviation* (penyimpangan) adalah kata kunci kombinasi yang sedang diterapkan. (merupakan gabungan dari *guide word* dan *parameters*).
- b. *Cause* (penyebab) adalah penyebab yang kemungkinan besar akan mengakibatkan terjadinya penyimpangan.
- c. *Consequence* (akibat/konsekuensi), dalam hal ini menentukan *consequence* tidak boleh melakukan batasan karena hal tersebut bisa merugikan pelaksanaan penelitian.
- d. *Safeguards* (usaha perlindungan), adanya perlengkapan pencegahan yang mencegah penyebab atau usaha perlindungan terhadap konsekuensi kerugian akan didokumentasikan pada kolom ini. *Safeguards* juga memberikan informasi pada operator tentang penyimpangan yang terjadi dan juga untuk memperkecil akibat.
- e. *Action* (tindakan yang dilakukan), apabila suatu penyebab dipercaya akan mengakibatkan konsekuensi *negative*, harus diputuskan tindakan-tindakan apa yang harus dilakukan. Tindakan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu tindakan yang mengurangi atau menghilangkan penyebab dan tindakan yang menghilangkan akibat (konsekuensi). Sedangkan apa yang terlebih dahulu diputuskan, hal ini tidak selalu memungkinkan, terutama ketika berhadapan dengan kerusakan peralatan. Namun, pertama-tama selalu diusahakan untuk menyingkirkan penyebabnya, dan hanya dibagikan mana yang perlu untuk mengurangi konsekuensi.
- f. *Node* (titik studi), merupakan pemisahan suatu unit proses menjadi beberapa bagian agar studi dapat dilakukan lebih terorganisir. Titik studi bertujuan untuk membantu dalam menguraikan dan mempelajari suatu bagian proses.
- g. *Severity*, merupakan tingkat keparahan yang diperkirakan dapat terjadi.
- h. *Likelihood* adalah kemungkinan terjadinya konsekuensi dengan sistem pengamanan yang ada.
- i. *Risk* atau resiko merupakan kombinasi kemungkinan *likelihood* dan *severity*. O. Connor, Jurnal Penelitian Engineering (1991: 172)..

## 3. Pengertian Hazard dan Risk Management

Didalam mengontrol sistem. Jika kita ingin mengontrol sistem pertama, kita harus memastikan bagaimana cara untuk mengetahui bahaya apa saja yang nantinya yang akan kita hadapi. Kita harus bisa mengontrol kemungkinan kerugian dan resiko atau kesalahan kerja yang menyebabkan bahaya, jadi kita harus bisa mengidentifikasi resiko dan bahaya tersebut.

### a. Hazard

*Hazard* atau bahaya merupakan karakteristik fisik atau kimia yang melekat yang memiliki potensi untuk menyebabkan kerugian kepada orang, barang, atau lingkungan. Dalam proses kimia yang dimaksud adalah kombinasi dari bahan berbahaya, lingkungan operasi dan peristiwa yang tidak direncanakan yang dapat menimbulkan kecelakaan.

### b. Risk

*Risk* atau resiko biasanya sebagai kombinasi dari tingkat keparahan dan probabilitas dari suatu peristiwa. Dengan kata lain, seberapa sering hal ini bisa terjadi dan seberapa buruk itu ketika itu tidak terjadi. Resiko dapat dievaluasi secara kualitatif maupun kuantitatif.

$$Risk = Frequency \times Consequence \text{ of Hazard}$$

### c. Risk reduction

*Risk reduction* atau pengurangan resiko dapat dicapai dengan mengurangi baik frekuensi peristiwa berbahaya atau konsekuensi atau dengan mengurangi

keduanya. Pada umumnya, pendekatan yang paling diinginkan adalah untuk pertama mengurangi frekuensi karena semua peristiwa cenderung memiliki implikasi biaya, bahkan tanpa konsekuensi yang mengerikan. Jika kita tidak dapat mengambil bahaya, kita harus mengurangi resiko itu berarti mengurangi frekuensi atau mengurangi konsekuensi.

### d. Prinsip manajemen keselamatan

Prinsip ini membantu untuk melihat prinsip-prinsip manajemen risiko karena mereka bisa langsung diterapkan untuk keselamatan manajemen. Memahami manajemen resiko akan menunjukkan kepada kita bagaimana penelitian bahaya dan kegiatan analisis resiko sesuai dengan tugas keseluruhan mengelola resiko dalam suatu perusahaan. Kami kemudian akan melihat prinsip-prinsip identifikasi bahaya, penilaian resiko dan resiko pengurangan, mengetahui bagaimana mereka semua datang bersama-sama di bawah manajemen resiko. (David Macdonald, *Hazops, Trips and Alarm* 2014;2).

Untuk memudahkan dalam penulisan dan pemaparan masalah yang nantinya akan dibahas pada Bab IV, maka dalam bab ini, penulis sampaikan landasan-landasan penulis dalam melakukan penelitian. Karena dalam sistem pendingin air tawar terdapat peralatan-peralatan yang banyak dan sangat kompleks, maka untuk memudahkannya perlu adanya ulasan yang mendetail mengenai bagian-bagian sistem pendingin air tawar dan hal-hal atau teori yang berkaitan dengan sistem pendingin air tawar

## 4. Teori dasar Sistem Pendingin Air Tawar

Dalam ruang pembakaran sebuah mesin *diesel* akan terjadi temperatur  $1800^{\circ}\text{K}$  atau lebih pada waktu pembakaran. Selama awal pembuangan gas, setelah terjadi ekspansi dalam silinder, temperatur gas pembakaran masih akan mempunyai temperatur  $1000^{\circ}\text{K}$ .

Dinding ruang pembakaran (tutup silinder, bagian atas torak, bagian atas lapisan silinder), katup buang dan disekitarnya, termasuk antara pintu buang akan menjadi sangat panas karena gas tersebut. Untuk mencegah pengurangan besar dari kekuatan material dan perubahan bentuk secara *thermis* dari bagian mesin, maka bagian-bagian tersebut harus didinginkan. Khusus mengenai lapisan silinder berlaku pula bahwa lapisan pelumas harus tetap dijaga kondisinya yang berarti memerlukan pendinginan pula.

Bagian mesin berikut dalam rangka pembakaran harus mendapat pendinginan:

- a. Bagian dari lapisan silinder
- b. Tutup silinder
- c. Bagian atas torak
- d. Rumah katup buang dan sejenis, termasuk juga katup buang
- e. Bagian dari katup bahan bakar disekeliling pengabut
- f. Rumah turbin gas buang

Sebagai akibat dari gesekan panas yang terjadi, jalan hantar dari mesin kepala silang juga didinginkan. Pada mesin dengan pengisian tekan temperatur bilas dan temperatur pembakaran udara akan meningkat akibat kompresi. Udara tersebut setelah mengalami kompresi, didinginkan untuk mendapatkan kepekatkan udara yang sebesar-besarnya (pengisian tekan sangat tergantung pula), dan untuk menurunkan temperatur gas pada waktu pembakaran dan pembuangan ke turbin gas buang. P. Van Maanen, jilid I (1997: 8.1).

## 5. Pendingin Plaat

Di samping pemindah panas, telah banyak diterapkan dengan berbagai ragam yang permukaan untuk pemindahan panas terdiri dari sebuah berkas pipa, semakin meningkat pula penggunaan pemindah panas plaat di atas kapal, khusus sebagai pendingin sentral dalam sistem air pendingin

sentral. Sebagai keuntungan dari pemindah panas plaat terhadap pemindah panas pipa dapat disebutkan:

a. Bangunan yang padat/kompak

Permukaan yang memindahkan panas di tempatkan dalam suatu volume yang kecil sedangkan akibat plaat yang tipis serta pusaran intensif dari cairan akan menghasilkan pemindahan panas (plaat-plaat) tidak memerlukan ruangan *extra* bila dibandingkan dengan pemindahan panas pipa.

b. Dapat dicapai dengan mudah

Paket plaat diikat menjadi satu dengan baut penghubung, dapat dibuka dalam beberapa menit sehingga sebuah plaat yang rusak dapat diganti dengan cepat, tanpa memerlukan las, membor atau merol.

c. Fleksibilitas

Pemindah panas plaat terdiri dari sebuah modul dengan beberapa plaat yang variabel yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

d. Material

Semua plaat pemindah panas harus dibuat dari unsur titanium memiliki tahanan besar terhadap korosi dan erosi

6. Pendingin Piston Dengan Air Tawar

Pendingin air tawar mendinginkan bagian dalam piston. Air pendingin masuk ke dalam piston melalui pipa-pipa *telescope*, setelah mendinginkan piston, air tawar pendingin keluar melalui pipa *telescope* juga.

a. Pendinginan piston dengan air tawar memiliki keuntungan dan kerugian, keuntungan dengan memakai sistem seperti ini adalah:

- 1) Efek pendingin lebih baik
- 2) Harga air tawar lebih murah
- 3) Konstruksi *telescope pipe* sederhana

b. Kerugian dari sistem ini yaitu:

- 1) *Waterseal* bocor, pelumas *carter* tercemar
- 2) Kurang optimalnya pada sistem ini

7. Sistem Pendinginan Menggunakan Air Tawar

a. Sistem pendinginan tertutup

Keuntungan dari sistem pendingin tertutup adalah:

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

Kerugian dari sistem pendingin tertutup yaitu:

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

b. Pengertian sistem pendingin

Apabila panas tersebut tidak didinginkan maka akan mengakibatkan kerusakan. Pendinginan merupakan suatu kebutuhan, tetapi pendinginan dapat juga menjadi suatu kerugian, jika dilihat dari segi pemanfaatan energi panas, karena itu energi panas yang dihisap dalam pendinginan tersebut hendaklah sekecil-kecilnya dan diusahakan temperatur silinder yang seoptimal mungkin. Jadi pengertian pendinginan adalah usaha yang bertujuan untuk menjaga supaya temperatur di dalam mesin *diesel* tersebut dapat seoptimal mungkin sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan mesin, bahwa tidak lancarnya pada sistem pendinginan dapat menimbulkan masalah pada komponen dan mengganggu kinerja pada mesin *diesel*, yang diakibatkan oleh:

- 1) Tidak dilaksanakannya perawatan yang terencana pada sistem pendinginan mesin *diesel*, serta kurangnya sistem perawatan pendinginan yang lain, sehingga mengakibatkan sirkulasi pada sistem pendinginan menjadi tidak lancar serta menurunnya temperatur dan tekanan pada sistem tersebut, hal ini terjadi karena pompa, *cooler* dan pipa-pipa pada sistem mengalami kerusakan serta sirkulasi air tawar yang tercampur

dengan endapan lumpur atau kerak akibat proses korosi sistem tersebut.

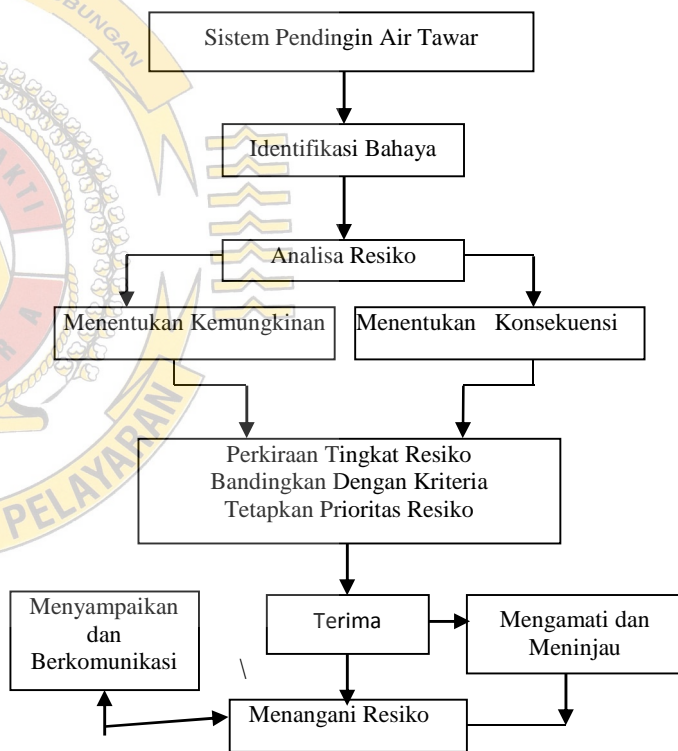
- 2) Pengaturan *valve by pass* pada *fresh water cooler* pada mesin *diesel* tidak sesuai dengan instruksi *manual book*, sehingga dapat mengakibatkan tidak lancarnya sistem pendinginan yang dikehendaki.

c. Sirkulasi Sistem Pendinginan

Pendinginan dari sebuah mesin *diesel* diperlukan suatu sistem yang terdiri dari pipa, pompa dan pendingin atau *cooler*. Sistem tersebut sering berbentuk kompleks karena baik mesin induk maupun mesin bantu dihubungkan menjadi satu sistem pendinginan, termasuk beberapa pesawat bantu dan alat bantu lainnya agar menjadi jelas. Sistem pendingin yang dimaksud adalah sistem pendingin tertutup yang bahan pendinginnya adalah air tawar. Dan memiliki prinsip sebagai berikut:

Dimana sistem ini terdiri dari bagian air yang berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang mendinginkan bagian mesin. Mesin *diesel* akan timbul panas, maka pendinginan air tawar yang mengalir dalam sirkulasi tertutup, selanjutnya air pendingin akan menyerahkan panas tersebut kepada air laut di dalam pendinginan atau *cooler*.

B. Kerangka pikir penelitian



Gambar 1 Kerangka Pikir

III. METODOLOGI

A. Metodologi Penelitian

Suatu cara untuk memecahkan masalah ataupun cara mengembangkan ilmu pengetahuan dengan menggunakan metode ilmiah.

Secara lebih luas lagi Sugiyono, menjelaskan bahwa metode penelitian adalah cara-cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid, dengan tujuan dapat ditemukan, dikembangkan dan dibuktikan, suatu pengetahuan tertentu sehingga pada

gilirannya dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah.

#### 1. Waktu Penelitian

Penelitian yang dilakukan penulis berlangsung selama 1 tahun 1 bulan terhitung dari bulan Oktober 2014 sampai dengan bulan November 2015 penulis melaksanakan praktek laut.

#### 2. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di atas kapal MV. DK 01, yang dimiliki oleh PT. Karya Sumber Energy, Jakarta Barat. Kapal ini berjenis *bulk carrier* yang memiliki 6 buah palka, kapal MV. DK 01 dibuat pada tahun 1991 oleh perusahaan Jepang bernama Koyo Dockyard Co., Ltd., MV. DK 01 berbendera Indonesia.

Rute pelayaran kapal memiliki route liner, yang berarti pelayaran yang tetap. Penelitian dilakukan secara langsung, peneliti berusaha mencari dan mengumpulkan data-data yang nyata dari lapangan yang kemudian diolah menjadi dalam skripsi ini.

### B. Metode Pengumpulan Data

Kerangka pemikiran penulis ambil dalam laporan pengamatan ini adalah dengan cara mengumpulkan data-data sesuai dengan kejadian tersebut di dalam teknik pengumpulan data penulis mencoba menggunakan beberapa metode penelitian.

#### 1. Metode Lapangan

Merupakan salah satu metode pengumpulan data dalam penelitian kualitatif yang tidak memerlukan pengetahuan mendalam akan literatur yang digunakan dan kemampuan tertentu dari pihak peneliti. Penelitian lapangan biasa dilakukan untuk memutuskan ke arah mana penelitiannya berdasarkan konteks. Penelitian lapangan biasa diadakan di luar ruangan.

#### 2. Metode Observasi

Berdasarkan data-data yang dikumpulkan penulis mengadakan observasi dengan melihat, terjun langsung dan mendokumentasikan hal yang diamati, dalam proses perawatan dan perbaikan sistem pendingin air tawar harus sesuai jam kerja adapun objek yang diamati adalah perawatan, masalah dan perbaikannya. Karena dengan perawatan yang rutin maka pengoperasian sistem pendingin air tawar akan mudah dan tidak cepat rusak karena bila sistem pendingin air tawar rusak akan menghambat sistem pendinginan sehingga mengakibatkan kerja dari motor induk *diesel* dan permesinan yang ada di kamar mesin bisa terganggu dan bisa jadi pelayaran terhambat. Pengamatan ini saya laksanakan pada saat saya prola di atas kapal.

#### 3. Metode Dokumentasi

Data-data diperoleh dengan cara membaca arsip-arsip dan surat-surat serta *file* (data) yang terdapat di kamar mesin terutama tentang *fresh water cooler*. Data-data tersebut merupakan data yang konkrit dan dapat memberikan keterangan nyata yang benar-benar terjadi di atas kapal, data-data tersebut juga telah didokumentasikan dan dilaporkan kepada perusahaan. Setiap kapal terdapat dokumen-dokumen yang berkenaan dengan kapal, dan di kamar mesin terdapat dokumen-dokumen tersendiri mengenai permesinan di atas kapal. Dokumen-dokumen mengenai *troubleshooting* (penyelesaian masalah) *fresh water cooler* antara lain buku *Instruction Manual Book* (buku panduan manual) *Fresh Water Cooler*.

#### 4. Metode Kepustakaan

Sebagai pelengkap dan penunjang dalam menyusun skripsi ini, maka penulis mengadakan penambahan bahan skripsi ini dengan cara mengambil data-data dan petunjuk *manual book* (buku petunjuk), tentang sistem pendingin air tawar di atas kapal dan juga buku-buku yang

menunjang proses penulisan skripsi yaitu di perpustakaan PIP Semarang.

## IV. DISKUSI

### A. Gambaran umum obyek penelitian

Sesuai dengan tujuan dan fungsinya dari sistem pendingin air tawar di mesin induk adalah sebagai media untuk mentransfer panas yang ada pada mesin induk yang cara perpindahan panasnya melalui media pendingin air tawar yang nantinya air tawar yang bersuhu tinggi dari mesin induk akan didinginkan pada *cooler* yang mana di dalam *cooler* akan didinginkan menggunakan media pendingin air laut.

Di dalam sistem pendingin di kapal terdapat 2 jenis pendinginan, yaitu:

1. Pendinginan terbuka
2. Pendinginan tertutup

Pada kapal penulis yaitu kapal MV. DK 01 pendinginan pada mesin induk di kapal penulis menggunakan sistem pendinginan tertutup dengan media pendingin langsung pada mesin induk menggunakan media air tawar dan media pendingin untuk mendinginkan air tawar menggunakan air laut

### B. Analisis Hasil Penelitian

Analisa dan perawatan yang teratur pada sistem pendingin mesin induk sangat diperlukan guna memahami sistem maupun komponen-komponen pendukungnya. Kemampuan memahami sistem tersebut menjadikan pemecahan masalah perawatan lebih sistematis dan terukur. Hal ini tentunya akan sangat berkorelasi dengan pemeliharaan komponen-komponen dari mesin. Melalui analisis-analisis didapatkan masalah-masalah yang pada akhirnya akan dibahas pada pembahasan masalah. Pendekatan masalah yang penulis kemukakan adalah sebagai berikut:

1. Apakah masalah yang ditimbulkan dari kurang optimalnya perawatan sistem pendingin air tawar.

Analisa merupakan langkah awal untuk mencari penyelesaian suatu masalah. Di dalamnya berisikan penyebab timbulnya sekaligus untuk mencari bagaimana penanggulangan dari masalah tersebut dan dapat kita jadikan pelajaran agar tidak terjadi hal yang serupa yang mengganggu pengoperasian kelancaran kapal. Salah satu pesawat bantu penunjang permesinan utama adalah sistem pendingin air tawar. Dimana sistem pendinginan air tawar di kapal MV. DK 01 menggunakan jenis sistem pendingin *Fresh Water Cooler Type Plate Capacity M10-Mfg Maker Alfa Laval K. K.*

Air pendingin memegang peranan penting untuk mengoptimalkan mesin induk. Oleh karena itu penulis mengetahui beberapa masalah menyangkut faktor-faktor yang menjadi sebab dan akibat yang ditimbulkan dari sistem pendinginan yang tidak dapat bekerja dengan optimal, serta penanggulangannya selama penelitian di kapal. Adapun tujuan dari pendinginan seperti yang telah dijelaskan pada definisi-definisi terdahulu adalah sebagai penyerap panas yang dihasilkan dari mesin pada saat beroperasi. Untuk mengetahui terjadinya proses pendinginan secara garis besar proses pendinginan pada mesin induk adalah sebagai berikut:

Air tawar pendingin dari tangki ekspansi dihisap oleh pompa kemudian air pendingin tersebut dialirkan ke *fresh water heater* bila temperatur air tawarnya terlalu rendah, sedangkan bila temperaturnya sudah sesuai maka air tawar dilewatkan melalui kran *by pass* dan selanjutnya bersirkulasi menuju ke *jacket cooling* mesin induk untuk mendinginkan dan menjaga temperatur mesin induk tetap normal. Kemudian air tawar pendingin bersirkulasi menuju *fresh water cooler* untuk didinginkan oleh air laut dan air tawar pendingin akan kembali lagi menuju tangki ekspansi dan sirkulasi ini berjalan terus menerus.

Pada saat penulis prala di kapal MV. DK 01 penulis pernah mengalami masalah. Masalah yang penulis alami yaitu kenaikan temperatur pada mesin induk mencapai 95°C, sedangkan temperatur mesin induk keadaan normal menurut teori (P. Van Maanen buku motor diesel kapal jilid I) 70°C-80°C. Berarti ada selisih kenaikan temperatur 15°C, dari masalah naiknya temperatur mesin induk penulis melakukan analisa terhadap kapasitas volume pendingin air tawar di tangki ekspansi, pipa-pipa sirkulasi, pompa, cooler dan filternya.

Pertama analisa penulis lakukan pada kapasitas volume dari air tawar pendingin di tangki ekspansi. Yaitu dengan cara membandingkan volume air tawar pendingin di tangki ekspansi dengan volume di hari sebelumnya. Dan dari hasil analisa dapat diketahui bahwa volume air tawar pendingin di tangki ekspansi tidak berkurang, bila volume air tawar pendingin di tangki ekspansi berkurang bisa disebabkan oleh bocornya pada pipa sirkulasi air tawar. Maka masalah naiknya temperatur mesin induk bukan disebabkan oleh berkurangnya volume air tawar pendingin di tangki ekspansi dan kebocoran pada pipa sirkulasi pendingin air tawar.

Selanjutnya penulis melakukan analisa pada *fresh water cooler*. Pemeriksaan air tawar dari *fresh water cooler* yang masuk ke mesin induk temperaturnya 75°C dan temperatur air tawar yang keluar dari mesin induk mencapai 95°, kenaikan temperatur tersebut mengindikasikan adanya masalah kegagalan pada sistem pendinginnya khususnya *fresh water cooler* mesin induk. Menurut teorinya perpindahan kalor dengan konduksi proses perpindahan panas jika panas mengalir dari tempat yang suhunya tinggi ketempat yang suhunya lebih rendah, dengan media penghantar panas tetap.

Akan lebih mudah untuk memakai perbandingan luasan terhadap panjang ( $\lambda$ ). Di sini diandaikan bahwa ( $\lambda$ ) tidak berubah terhadap temperatur atau boleh juga, bahwa nilai yang di pakai adalah nilai dalam jangka temperatur T. (Zulkifli Harahap. (1982). Penerapan Termodinamika, Jilid 2).

Dari hasil analisa tersebut penulis menemukan masalah yang terjadi menyebabkan naiknya temperatur mesin induk yaitu:

a. *Filter* air laut pada *cooler* tersumbat oleh kotoran/lumpur.

Apabila kotoran/lumpur yang berada di dalam *filter* dapat menghambat jalannya masuk air laut ke dalam *cooler* akan mengakibatkan penyerapan panas dari air tawar yang berasal dari mesin induk tidak normal. Dalam ruang pembakaran pada sebuah mesin induk terjadi temperatur yang sangat tinggi. Dimana sebagai akibat pembakaran dan gesekan pada bahan saat beroperasinya mesin induk akan terjadi panas pada bagian-bagian mesin induk tersebut. Dan dari panas yang terjadi, perlu diadakannya pendinginan yang baik dari masing-masing tempat tertentu. Untuk pendinginan mesin induk menggunakan air tawar, dimana air tawar panas yang keluar dari mesin induk didinginkan di dalam *cooler*. Pemeriksaan terhadap *cooler* ini merupakan hal yang penting demi kelancaran sistem pendinginan air tawar, karena sesuai dengan fungsinya sebagai alat penyerapan panas dengan air laut. Air laut dari pompa ditekan masuk ke *cooler* dan air laut akan mengalir melalui plat-plat yang ada di *cooler* dan keluar kembali ke laut. Sedangkan air tawar alirannya berlawanan arah dengan air laut, sehingga banyaknya panas yang masuk ke dalam *cooler* akan diserap sebagian oleh air laut.

Pada kenyataannya *filter* tersumbat oleh kotoran/lumpur, maka sirkulasi air laut pun akan terganggu dan menjadi tidak lancar. Sehingga proses penyerapan panas air tawar oleh air laut di dalam

*cooler* tidak efektif. Hal ini dapat mengakibatkan air tawar yang keluar dari *cooler* dan bersirkulasi ke tangki ekspansi masih terlalu tinggi temperaturnya. Dan apabila temperatur mesin induk panas yang disebabkan oleh *cooler* maka perlu diadakan pemeriksaan pada *filter*nya sebelum melakukan pembongkaran pada *cooler*.

2. Bagaimana metode *hazop* dipakai dalam penilaian perawatan sistem pendingin air tawar.

Metode untuk mengidentifikasi resiko atau bahaya yang mungkin akan terjadi yang dapat mengganggu sistem pendingin air tawar dan untuk perawatan pada sistem pendingin tersebut yang digunakan penulis adalah dengan pendekatan metode *hazop* (*hazard operability*). Dengan metode ini dapat dilihat apabila terjadi kegagalan pada salah satu komponen dari sub sistem yang menunjang maka akan terjadi kegagalan pada sistem ini. Berikut ini adalah fungsional dari komponen tiap sub sistem:

a. Sub sistem pada sistem suplai air tawar.

Pada sub sistem suplai air tawar, ada beberapa bagian komponen yang bekerja untuk menjalankan fungsi dari sub sistem ini yaitu:

1) *Expansion tank*

Fungsi dari *expansion tank* yaitu untuk menampung air tawar yang gunanya untuk menambah volume media air pendingin bila kurang dan tempat mengembangnya air tawar pendingin saat sudah panas agar tidak pecah pada sambungan-sambungan pipa.

2) *Fresh water heater*

Fungsi dari *fresh water heater* yaitu sebagai pemanas air tawar yang nantinya di gunakan untuk menjaga pendinginan temperatur yang masuk ke mesin induk.

3) *Filter*

Fungsi dari *filter* yaitu suatu alat yang digunakan untuk menyaring air pendingin baik itu air tawar ataupun air laut dimana kotoran dan partikel kecil akan tertinggal atau tetap, sedangkan air pendingin yang bersih akan mengalir.

4) *Pipe*

Fungsi dari *pipe* yaitu sebagai sarana untuk mendistribusikan zat cair/air tawar ke dalam suatu sistem pendingin.

b. Sub sistem pada sistem pemompaan.

Dalam pemompaan pada sistem pendingin air tawar terdapat komponen yang terkait untuk menjalankan fungsional dari subsistem ini, antara lain:

1) *Fresh Water Pump*

*Fresh Water Pump* adalah pompa yang berfungsi untuk memompa/mensirkulasikan air tawar dari mesin induk menuju ke *cooler* dan siklus ini berjalan terus-menerus.

c. Sub sistem pada sistem penukaran kalor.

Pada sistem ini adalah suatu pertemuan antara air tawar yang didinginkan oleh air laut pada sistem *cooler*.

1) *Cooler*

Fungsi *cooler* yaitu suatu sistem yang sangat penting yang fungsinya untuk mendinginkan air tawar pendingin yang didinginkan oleh air laut dan siklus ini berjalan terus-menerus.

Fungsi sistem dan kegagalan fungsional sub sistem pendingin air tawar

Sistem pendingin air tawar di kapal MV. DK 01 terbagi atas tiga fungsional sub sistem yaitu, sub sistem pada suplai air tawar, sub sistem pemompaan, sub sistem penukaran panas. Berikut adalah penjabaran tentang fungsi dan kegagalan fungsional untuk setiap sub sistem sebagai berikut:

Table 1 kegagalan fungsional sub sistem pada suplai air tawar

1. Sub sistem pada suplai air tawar		
Fungsi no.	Kegagalan fungsional	Deskripsi
1.1		Sebagai penampung air tawar yang gunanya untuk menambah volume media air pendingin bila kurang dan tempat mengembangnya air tawar pendingin saat sudah panas agar tidak pecah pada sambungan-sambungan pipa.
	1.1.1	Sering terdapat kotoran/lumpur di dalam tangki karena pada waktu kapal <i>bunker</i> air tawar tidak ada pengecekan Ph nya, jadi tangki sering mengalami karat/ korosi.
1.2		Sebagai pemanas air tawar yang nantinya di gunakan untuk menjaga pendinginan temperatur yang masuk ke mesin induk.
	1.2.1	Tidak dapat menaikkan temperatur air pendingin sebelum bersirkulasi menuju ke mesin induk dikarenakan dapat mengakibatkan keretakan bahan bila temperatur airnya kurang maksimal.
1.3		Sebagai alat yang digunakan untuk menyaring air pendingin baik itu air tawar ataupun air laut dimana kotoran dan partikel kecil akan tertinggal atau tetap, sedangkan air pendingin yang bersih akan mengalir.
	1.3.1	Biasanya filter tersumbat karena kotoran/lumpur yg terlalu berlebihan.
1.4		Sebagai sarana untuk mendistribusikan zat cair/air tawar ke dalam suatu sistem pendingin.
	1.4.1	Biasanya pipa berkerak, karena keadaan <i>pipe</i> sudah lama, <i>pipe</i> harus di bersihkan.

Tabel 2 Kegagalan fungsional sub sistem pada sistem pemompaan

2. Sub sistem pada sistem pemompaan		
Fungsi no.	Kegagalan fungsional	Deskripsi
2.1		Pompa yang berfungsi untuk memompa/mensirkulasikan air tawar dari mesin induk menuju ke <i>cooler</i> dan siklus ini berjalan terus-menerus.
	2.2.1	Biasanya salah satu dari komponen pompa mengalami kerusakan sehingga pompa tidak dapat beroperasi dan akan mengakibatkan masalah yang sangat fatal terhadap pendinginan mesin induk.

Tabel 3. Kegagalan fungsional sub sistem pada penukaran kalor

3. Sub sistem pada penukaran kalor		
Fungsi no.	Kegagalan fungsional	Deskripsi
3.1		Suatu sistem yang sangat penting yang fungsinya untuk mendinginkan air tawar pendingin yang didinginkan oleh air laut dan siklus ini berjalan terus-menerus.
	3.3.1	Biasanya kotoran/kerak akibat air laut yg masuk untuk mendinginkan air tawar sehingga pendinginan tidak bisa berjalan dengan efektif.

Dari table di atas menunjukkan bahwa pada sistem pendingin air tawar di kapal MV. DK 01 terdapat beberapa kegagalan fungsional. Pada table 4.1 menunjukkan fungsi dan kegagalan fungsional pada sub sistem suplai air tawar, dimana pada sub sistem ini terdapat kegagalan pada perawatannya. Pada table 4.2 menunjukkan fungsi dan kegagalan fungsional yang terjadi pada sub sistem pemompaan, dimana terdapat 1 kegagalan yaitu biasanya salah satu dari komponen pompa mengalami kerusakan sehingga pompa tidak dapat beroperasi dan akan mengakibatkan masalah yang sangat fatal terhadap pendinginan mesin induk. Pada table 4.3 menunjukkan fungsi dan kegagalan fungsional yang terdapat pada sub sistem penukaran kalor, dimana kegagalannya biasanya kotoran/kerak akibat air laut yg masuk untuk mendinginkan air tawar sehingga pendinginan tidak bisa berjalan dengan efektif.

#### 1. Analisa kualitatif

Sebelum dilakukan analisa dengan metode *hazop* terlebih dahulu dibuat suatu matriks hubungan fungsi kegagalan komponen. Pada langkah ini dibuat suatu hubungan antara fungsi sistem dengan komponen yang ada pada sistem tersebut. Fungsi sistem seperti yang dibuat pada table 4.1, 4.2, dan 4.3, digunakan sebagai acuan dalam menganalisa hubungan antara kegagalan fungsional dengan komponen. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada table 4.4 berikut ini.

Tabel 4 Matrik hubungan kegagalan fungsional komponen pada sistem pendingin air tawar

Komponen	Sub sistem suplai air tawar				Sub sistem pemompaan	Sub sistem penukaran kalor
	1.1.1	1.2.1	1.3.1	1.4.1		
					2.2.1	3.3.1
<i>Expansion tank</i>	Ada					
<i>Fresh water heater</i>		Ada				
<i>Filter</i>			Ada			
<i>Pipe</i>				Ada		
<i>Fresh water pump</i>					Ada	
<i>Cooler</i>						Ada

Dari tabel 4 di atas dapat dijelaskan bahwa pada sub sistem suplai air tawar terdapat 4 hubungan kegagalan fungsional dengan komponen yang ada pada sub sistem tersebut. Kemudian pada sub sistem pemompaan terdapat 1 hubungan kegagalan fungsional dengan komponen yang ada pada sub sistem tersebut. Begitu juga pada sub sistem penukaran kalor terdapat 1 hubungan kegagalan fungsional dengan komponen yang ada pada sub sistem tersebut. Pada sub sistem pemompaan terdapat komponen-komponen yang sangat penting dalam menjalankan fungsinya untuk memompa air tawar dari expansion tank menuju fresh water heater untuk dipanaskan terlebih dahulu sebelum masuk mesin induk dan untuk menjaga temperatur mesin induk tetap normal, setelah dari mesin induk keluar menuju cooler untuk didinginkan oleh air laut. Begitu juga pada sub sistem penyaringan sistem air tawar, apabila filter tidak bekerja dengan baik penyaringan air tawar pendingin akan tersumbat di filter karena kotoran/lumpur, jadi suplai air tawar yang masuk mesin induk kurang maksimal. Walaupun secara tidak langsung tetapi lama-kelamaan karena banyaknya kotoran/lumpur maka filter akan tersumbat, dan sangat berpengaruh terhadap pendinginan mesin induk.

Dari hasil analisa di atas dengan metode *hazop* dapat dijelaskan bahwa:

a. *Expansion tank*

Jenis kegagalan yang terjadi pada *expansion tank* yaitu sering terdapat kotoran/lumpur di dalam tangki karena pada waktu kapal *bunker* air tawar tidak ada pengecekan Ph nya, jadi tangki sering mengalami karat/korosi. Hal ini jarang terjadi (*Moderate*), sehingga konsekuensi yang ditimbulkan tidak terlalu beresiko fatal yang tidak berarti atau *insignificant*.

b. *Fresh water heater*

Jenis kegagalan yang terjadi pada *fresh water heater* yaitu tidak dapat menaikkan temperatur air pendingin sebelum bersirkulasi menuju ke mesin induk dikarenakan dapat mengakibatkan keretakan bahan bila temperatur airnya kurang maksimal. Hal tersebut tidak sering terjadi (*Unlikely*), sehingga konsekuensi yang ditimbulkan tidak terlalu beresiko fatal yang tidak berarti atau *insignificant*.

c. *Filter*

Jenis kegagalan yang terjadi pada *filter* yaitu biasanya filter tersumbat karena kotoran/lumpur yg terlalu berlebihan. Hal ini beresiko kecil (*Minor*) biasanya muncul 5 kali dalam setahun, sehingga konsekuensi yang ditimbulkan *insignifikan*.

d. *Pipe*

Jenis kegagalan yang terjadi pada *pipe* yaitu biasanya *pipe* berkerak, karena keadaan *pipe* sudah lama, *pipe* harus di ganti. Hal ini beresiko menengah (*Moderate*) biasanya 3 kali dalam satu tahun, untuk konsekuensinya *insignifikan* dan tidak mengakibatkan resiko yang tinggi.

e. *Fresh water pump*

Jenis kegagalan yang terjadi pada *fresh water pump* yaitu di dalam pompa biasanya masih terdapat udara yang membuat isapan pada pompa kurang maksimal dan kurangnya pengecekan/perawatan pada elektro motor sehingga mengakibatkan *over load*. Resiko ini jarang terjadi (*Moderat*). Dan konsekuensi yang ditimbulkan fatal (*Catastropic*). Sehingga konsekuensi yang ditimbulkan *signifikan*, dan memiliki resiko yang besar.

f. *Cooler*

Jenis kegagalan yang sering terjadi pada *cooler* yaitu biasanya kotoran/kerak akibat air laut yg

masuk untuk mendinginkan air tawar sehingga pendinginan tidak bisa berjalan dengan efektif. Resiko ini sering terjadi (*Likely*) hampir 4 kali dalam satu tahun. Kerusakan yang ditimbulkan menengah (*Moderate*) dan resiko yang ditimbulkan harus sering dilakukan perawatan/perbaikan

### C. Pembahasan Masalah

1. Apakah masalah yang ditimbulkan dari kurang optimalnya perawatan sistem pendingin air tawar.

a) *Filter* air laut pada *cooler* tersumbat oleh kotoran/lumpur.

Permasalahan *filter* air laut pada *cooler* yang tersumbat oleh kotoran/lumpur dapat mengakibatkan naiknya temperatur pada mesin induk yang pernah penulis alami pada saat berlayar normal dari cilacap menuju ke banjarmasin pada saat penulis berkeliling atau melakukan pengecekan temperatur di kamar mesin penulis mendapati ada kenaikan temperatur pada mesin induk. Dari hasil analisa tadi penulis harus segera menghentikan pengoperasian mesin induk untuk segera membersihkan *filter* tersebut dengan cara mematikan pompa sirkulasinya dan menutup kran masuk dan keluarnya air laut selanjutnya membuka ke empat baut pengikat tutup *filter*, setelah baut sudah terlepas semua lepas tutup *filter*nya, keluarkan *filter* dari rumahnya, bersihkan *filter* dengan cara di sikat dengan menggunakan sikat kawat sampai kerak, kotoran dan lumpur bersih setelah itu semprot dengan air yang bersih sampai *filter* tersebut benar-benar bersih, selanjutnya *filter* dapat di pasang kembali ke rumah *filter* tersebut. Ingat sebelum memasang tutup *filter* lihat dulu *siel* yang menempel pada tutup *filter* jangan sampai terlepas, setelah itu pasang tutup *filter* kencangkan bautnya dengan cara disilang supaya tidak terjadi kebocoran pada tutup *filter*, buka kembali kran keluar dan masuknya air laut dan hidupkan kembali pompa sirkulasinya, bila tidak ada kebocoran barulah operasikan mesin induk. Setelah dilakukan pembersihan pada *filter* temperatur mesin induk kembali normal. Sehingga penulis tidak harus membongkar *cooler*, karena pelaksanaan membongkar *cooler* membutuhkan waktu yang lama. Membongkar *cooler* bisa dilakukan pada saat kapal sudah sampai pelabuhan tujuan.

Ada hal-hal penting lainnya yang perlu diperhatikan dalam perawatan sistem pendinginan air tawar pada mesin induk agar tetap bekerja dengan normal, diantaranya:

1) Perawatan pada air tawar pendingin

Tujuan dari perawatan pada sistem pendingin air tawar yaitu guna memperlancar pengoperasian pada mesin induk dengan aman, efektif dan efisien. Mengingat sumber air tawar yang diperoleh di atas kapal MV. DK 01 bukanlah hasil dari pengolahan air laut pada *fresh water generator*, melainkan melalui *bunker* air tawar di pelabuhan-pelabuhan. Maka dari itu air yang di suplai dari darat tersebut tidak lepas dari kotoran-kotoran atau zat-zat yang dapat mengakibatkan terjadinya korosi pada bahan. Oleh karena itu air tawar yang diizinkan penggunaannya adalah air tawar yang memiliki standar Ph dan tingkat kebasahan yang masih dalam batas normal, yaitu Ph antara 9-11, dan untuk dapat mencapai Ph yang diinginkan yaitu dengan cara mengadakan perawatan yang teratur, dengan memberikan *chemical (water cooling threathmen)*, dimana dalam pemberiannya dilakukan secara teratur setiap satu kali dalam seminggu sesuai dengan

prosedur pemakaian yang ada. Dalam pemberian *chemical* tersebut sebelumnya melakukan penganalisaan terlebih dahulu, yaitu dengan mengambil air tawar dari sistem sebanyak  $\pm 200$  ml sebagai contoh untuk menganalisa. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui sampai dimana batas normal Ph air pendingin yang diinginkan dan berapa kadar *chemical* yang harus ditambahkan pada air tawar di dalam sistem pendingin disesuaikan dengan hasil penganalisaan air tawar tersebut. Dari uraian yang telah dijelaskan oleh penulis di atas, perlu diingat bahwa perawatan air tawar pada sistem pendingin air mesin induk sangat penting dilaksanakan guna menunjang efektifitas operasional kapal.

2) Perawatan pompa sirkulasi air tawar

Dalam memindahkan air dengan pompa, maka pompa sentrifugal adalah tipe pompa yang paling cocok di atas kapal, begitu pula sama halnya dengan pompa yang digunakan pada sistem pendingin air tawar adalah pompa sentrifugal. Hal yang perlu diingat bahwa tidak selamanya suatu pesawat akan bekerja dengan baik dan tahan lama bila tidak diiringi dengan adanya suatu tindakan perawatan yang teratur. Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya kerusakan pada pompa sirkulasi air tawar yang akan berakibat fatal pada mesin induk, maka dari itu penting dilakukannya suatu perawatan yang teratur pada pompa sirkulasi tersebut.

3) Perawatan pipa-pipa sistem pendingin air tawar

Mungkin dalam perawatan pipa untuk sistem pendingin air tawar ini tidaklah terlalu diperhatikan, tetapi dari hal tersebut akan mengakibatkan terjadinya kebocoran akibat dari korosi yang nantinya akan mengganggu dalam pengoperasian mesin induk karena mengingat air tawar yang disuplai dari darat biasa mengandung zat-zat yang menyebabkan korosi. Perawatan yang benar dan teratur sangatlah penting dilaksanakan, yaitu dengan cara pemberian *chemical* pada pendingin air tawar. Pemberian *chemical* ini berguna untuk mengatasi adanya endapan kerak yang terdapat dalam pipa-pipa.

4) Perawatan terhadap *expansion tank*

Perawatan terhadap tangki ekspansi ini juga perlu diperhatikan, mengingat tangki ini dapat menampung variasi dalam volume. Fungsi lain dari tangki ini dapat memelihara tekanan di dalam sistem menjadi tidak stabil untuk mencegah udara di dalam, ataupun sebagai penambah air jika terjadi kekurangan air dalam sistem sebagai akibat adanya kebocoran yang tidak bisa dihindari. Keberadaan tangki ekspansi ini berada lebih tinggi dari posisi pipa-pipa sistem pendingin mesin induk di bawahnya. Perawatan pada tangki ini bisa dilakukan dengan membersihkan kotoran-kotoran yang mengendap sekaligus menguras air dalam tangki serta membuangnya. Hal demikian dapat dilaksanakan pada sistem pendingin dan mesin induk tidak bekerja.

2. Bagaimana metode *hazop* dipakai dalam penilaian perawatan sistem pendingin air tawar.

Dilihat dari kegagalan yang paling beresiko tinggi dan akan mengakibatkan masalah yang sangat fatal yaitu:

a. *Fresh water pump*.

Pompa pendingin air tawar sangatlah penting dalam sistem pendinginan mesin induk karena pompa ini berfungsi sebagai alat untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ketempat yang lainnya. Apabila pada

*fresh water pump* mengalami kerusakan maka akan menghambat proses pendinginan pada mesin induk dan keadaan ini akan sangat berbahaya apabila kerusakan pada *fresh water pump* dibiarkan dan *fresh water pump* yang *standby* tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Maka secara otomatis sistem pada *fresh water* sistem yang dirancang untuk mengukur temperatur yang masuk ke mesin induk yang seharusnya normal apabila terdapat masalah yang mengakibatkan naiknya temperatur yang tidak sesuai dengan seharusnya maka sistem akan memberikan peringatan awal dengan memberikan *alarm main engine slow down*. *Alarm* ini bertahan hanya beberapa menit saja dengan maksud agar masalah yang terjadi segera diatasi agar mesin induk dapat normal kembali dan apabila masalah belum bisa diatasi maka secara otomatis mesin induk akan *shut down*.

Pada peristiwa kerusakan pada *fresh water pump* yang terdapat pada bagian *bearing*nya yang diketahui dari identifikasi masalah yang telah dijabarkan pada bagian analisa hasil penelitian di atas maka penulis akan menerangkan cara perbaikan dan perawatan untuk menangani masalah tersebut. Dari analisa di atas yang disimpulkan bahwa telah terjadi kerusakan pada *bearing* dari motor listriknya maka selanjutnya kami melakukan pengecekan *spare part bearing* yang sesuai dengan *bearing* yang rusak dengan melihat kode *bearing* pada *instruction manual book*, setelah ditemukan kami segera melakukan persiapan alat-alat untuk melakukan pembongkaran pada motor. Pertama kali kita lakukan adalah melakukan *interlock* pada *fresh water pump* agar pompa tidak bisa dioperasikan dari *engine control room* dan hanya bisa dari *engine side* saja, selanjutnya lakukan pelepasan pada baut yang ada pada kopling antara motor listrik dengan pompa, kendorkan baut pengikat antara motor dengan dudukan motor dan angkat motor tersebut. Lepaskan *cover* belakang dari motor dengan mengendorkan baut pengikatnya, berikutnya ambil *tracker bearing (special tools* untuk *bearing)* dan lepaskan *bearing* dari *shaft* motor. Apabila telah dilepaskan ganti *bearing* sesuai dengan ukuran yang sebelumnya. Dalam proses pemasangan *bearing* tidak dianjurkan untuk menggunakan bahan yang keras untuk membantu memasukkan *bearing* ke dalam *shaft* sebagai contoh besi karena dapat merusak *bearing*, oleh karena itu apabila ditemukan kesulitan dalam memasang kembali *bearing* dianjurkan untuk merendam *bearing* dalam *oil* agar menjadi lebih mudah.

Setelah terpasang lakukan pengecekan pada *bearing* dengan memutar *shaft*nya apabila lancar berarti *bearing* telah bekerja dengan benar, apabila tersendat berarti ada kesalahan dalam pemasangan *bearing*. Lakukan pemasangan kembali motor ke tempat dudukan motor dan selanjutnya pasang kembali pada baut yang ada pada kopling antara motor listrik dengan pompa. Jika sudah terpasang semua, lakukan pengetesan dengan menjalankan *fresh water pump* apabila putaran sudah normal berarti motor sudah bekerja dengan normal. Kejadian ini disebabkan karena kelalaian dalam memperhatikan jam kerja atau *running hour* dari *bearing* motor oleh karena itu sebaiknya lakukan semua perawatan sesuai dengan *instruction manual book* yang telah ditetapkan agar semua permesinan dapat bekerja dengan normal.

Berdasarkan beberapa kemungkinan di atas, terjadi karena adanya gangguan pada pesawat pompanya, kemudian dilakukan pengecekan-pengecekan dan perbaikan pada pompa air tawar.



Kalau perawatan itu dapat dilakukan dengan baik dan sesuai dengan jam kerja, maka pompa akan bekerja dengan baik tanpa mengalami penurunan tekanan sehingga kerja dari mesin induk akan berjalan lancar tanpa gangguan penurunan tekanan dan kapasitas. Sekarang ditinjau satu persatu perawatan yang dilakukan dan cara mengatasinya.

b. Perawatan pipa hisap dan tekan dari kebocoran.

Kebocoran di pembuluh isap akan menyebabkan udara masuk ke dalam pembuluh isap. Ini berlawanan dengan kebocoran di pembuluh tekan. Pengaruh kebocoran di pembuluh isap ternyata lebih besar pengaruhnya dibandingkan dengan kebocoran di pembuluh tekan. Karena udara yang masuk itu mengakibatkan ruang yang tidak terisi oleh cairan pembuluh tekan, ini berarti mengurangi jumlah cairan yang masuk ke dalam pompa. Udara akan ikut mengalir dengan cairan masuk ke dalam rumah pompa, bila dibiarkan maka rumah pompa akan terisi oleh udara sehingga tidak terjadi kevacuman dalam rumah pompa dan akhirnya akan mengisi rumah pompa sampai kebatas permukaan poros. Kalau ini terjadi maka penghasilan pompa akan berkurang banyak sekali, kemungkinan pompa ini tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik.

Kebocoran pada pembuluh isap ini dapat diatasi dengan jalan yaitu tempat yang bocor tersebut ditutup atau dilas. Apabila pada waktu bekerja terjadi kebocoran sebaiknya kita sumbat dahulu pipa tersebut dengan karet atau ban bekas bagian dalam, jika tidak memungkinkan kita dapat mematikan pompa dan menjalankan pompa cadangan dan kemudian pompa yang mengalami kerusakan bisa kita adakan perbaikan.

Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya kebocoran pada pipa hisap dan tekan kita harus melakukan pengecekan atau perawatan secara berkala agar kerusakan tidak akan terjadi dalam hal ini kita dapat memberi lapisan pada pipa-pipa dengan cat atau cat anti karat.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang optimalisasi perawatan *main engine fresh water cooling* dengan metode *hazop* di MV. DK 01 dengan metode *Hazard and Operability Study (Hazop)*. Sebagai bagian akhir dari skripsi ini penulis memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dalam skripsi ini, yaitu:

### A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian-uraian yang telah diuraikan dari bagian bab-bab sebelumnya yang saling berhubungan dan berkaitan antara satu sama lainnya dan secara terperinci yaitu mengenai kurang optimalnya perawatan pada sistem pendingin air tawar terhadap kenaikan temperatur pada mesin induk, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kesimpulan dari masalah yang ditimbulkan dari kurang optimalnya perawatan sistem pendingin air tawar di MV. DK 01 adalah gagalnya sistem pendingin pada pesawat bantu *fresh water cooler* yang mengalami masalah sehingga mengakibatkan menurunnya kerja pendinginan, masalah yang terjadi adalah tersumbatnya lubang-lubang *cooler* oleh kerak kotoran dari air tawar.
2. Kesimpulan dari masalah bagaimana metode *hazop* dipakai dalam penilaian perawatan sistem pendingin air tawar di MV. DK01 adalah gagalnya pendinginan pada *main engine* dikarenakan penumpukan kotoran dan lumpur pada *filter* air laut sehingga menghambat masuknya air laut ke dalam sistem *cooler* sehingga menyebabkan naiknya temperatur mesin induk.

### B. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dipaparkan di atas dan telah dibahas pada bab-bab sebelumnya dapat diketahui berbagai gangguan yang dapat mempengaruhi kenaikan suhu pada *main engine* di kapal MV. DK 01, maka penulis memberikan saran yang berhubungan dengan optimalisasi perawatan *main engine fresh water cooler* di MV. DK 01 dengan metode *hazop* yaitu:

1. Penulis menyarankan kepada pembaca agar selalu memperhatikan temperatur air pendingin setiap satu jam sekali agar dapat memastikan kondisi temperatur air pendingin tetap stabil, kemudian pelaksanaan perawatan secara berkala sesuai dengan *running hours* yang berarti setelah melewati batas jam kerja maka perlu dilakukan pembongkaran guna memastikan *fresh water cooler* dalam keadaan layak kerja, terutama pada bagian *filter* air laut yang sering tersumbat oleh kotoran dan lumpur.
2. Agar dapat mencegah terjadinya kenaikan temperatur pada *main engine* perlu dilakukan pemeliharaan terhadap setiap komponen dari *fresh water cooler*. Komponen tersebut adalah *fresh water pump*, pipa hisap dan tekan, elektro motor, *impeller*, *ball bearing*, *packing*, kran hisap dan pompa dan rumah pompa. Berdasarkan metode *hazop* komponen-komponen tersebut merupakan komponen yang perlu pemeliharaan jika terjadi masalah kenaikan temperatur pada *main engine*

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Connor, Jurnal Penelitian Engineering 1991: 172
- [2] David Macdonald, Hazops, Trips and Alarm 2014:2
- [3] P. Van Maanen, Jilid I 1997:8.1