

ANALISA BERGETARNYA POMPA SENTRIFUGAL AIR LAUT (CENTRIFUGAL SEAWATER PUMP) KAPASITAS 400 m³/h PADA MESIN INDUK DI MV. DIAN PROSPERITY DENGAN METODE FMEA

Nugroho Gilang Firdaus¹, Dirhamsyah², Sigit Purwanto³

1Program Studi Diploma IV TRPK Politeknik Pelayaran Surabaya, Afiliasi Penulis 1

2Departemen Teknik Politeknik Pelayaran Surabaya, Afiliasi Penulis 2 & 3

E-mail : nugrohogilang36@gmail.com

ABSTRAK

Mesin Induk Kapal adalah suatu mesin yang berfungsi sebagai penggerak utama sebuah kapal yang didalamnya terdapat berbagai komponen alat lainnya. Pada kinerja mesin induk sangat membutuhkan yang namanya air pendingin. Air pendingin adalah media pendingin dari air laut yang banyak untuk menurunkan suhu atau menstabilkan suhu exchanger yang panas. Air laut merupakan media untuk sistem pendingin utama dan umumnya dipasang di kopel. Dalam kinerjanya, banyak pula disadari oleh para Engineer bahwa pompa yang mengalirkan air laut senantiasa bergetar apabila terlalu lama bekerja di dalam sistem. Pada penelitian kali ini, hal yang perlu dianalisa adalah faktor yang menyebabkan pompa pendingin air laut tersebut bergetar saat terlalu lama beroperasi. Penelitian ini dilakukan selama praktek laut selama 12 bulan tepatnya pada kapal yang digunakan saat praktek laut, yaitu MV. Dian Prosperity. Penulis menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif jenis FMEA, karena penulis akan melakukan observasi (pengamatan) terhadap kegiatan yang dilakukan diatas kapal, wawancara dengan awak kapal tentang bagaimana tindakan yang akan dilakukan saat menghadapi kejadian bergetarnya pompa pendingin air laut tersebut. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah salah satu metode penelitian yang termasuk dalam jenis metode kualitatif. Metode ini biasa digunakan untuk melakukan identifikasi kemungkinan-kemungkinan terjadinya kegagalan diakibatkan oleh alat, proses, dan juga sistem.

Kata Kunci : Air Laut, FMEA, Main Engine, Pompa

ABSTRACT

Ship Master Machine is a machine that functions as the main mover of a ship in which there are various other tool components. In the performance of the main engine really needs the name cooling water. Cooling water is a cooling medium of a lot of seawater to lower the temperature or stabilize the temperature of the hot exchanger. Seawater is the medium for the main cooling system and is generally installed in the chapel. In its performance, many engineers also realize that the pump that drains seawater always vibrates if it works too long in the system. In this study, the thing that needs to be analyzed is the factor that causes the seawater cooling pump to vibrate when it operates for too long. This research was conducted during sea practice for 12 months precisely on the ship used during sea practice, namely MV. Dian Prosperity. The author uses a qualitative descriptive research method of the FMEA type, because the author will make observations (observations) of activities carried out on board, interviews with crew about how to take actions when facing the vibrating of the seawater cooling pump. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is one of the research methods included in the type of qualitative method. This method is commonly used to identify the possibilities of failure caused by tools, processes, and systems.

Keywords: FMEA, Main Engine, Pump, Seawater

I. PENDAHULUAN

Pada era sekarang ini, tidak bisa dipungkiri bahwa teknologi semakin canggih. Baik teknologi di bidang perindustrian, perkapalan, transportasi, gadget, dan lain sebagainya. Teknologi adalah sebuah sarana yang menyediakan barang-barang atau alat yang dibutuhkan oleh manusia untuk keberlangsungan hidup. Mulanya, teknologi digunakan oleh manusia dengan mengubah sumber daya alam menjadi alat-alat sederhana. Pada penelitian kali ini akan berfokus membahas mengenai teknologi di bidang perkapalan. Pada khususnya adalah pada teknologi mesin induk kapal pada bagian air pendingin. *Main Engine* atau mesin induk kapal merupakan alat yang berfungsi sebagai penggerak utama untuk menghasilkan tenaga listrik untuk mendorong kapal dengan memutar poros pada baling-baling sehingga kapal bisa berjalan. Mesin induk kapal ini bisa dikatakan sebagai mesin utama yang harus ada di kapal. pada penelitian kali

ini akan berhubungan dengan *water cooler*. *Water cooler* merupakan jenis air pendingin yang berasal dari air hasil buangan sistem yang berasal dari aliran air proses. *Water Cooler* berperan untuk menekan temperatur panas yang dihasilkan oleh mesin. Pada *water cooler* akan terjadi sebuah sistem yang bernama *Cooling System* yang ada pada mesin di atas kapal. Pada sistem pendingin ini biasanya menggunakan 2 jenis air, yaitu air laut (*sea water*) dan air tawar.

Pendinginan menggunakan air laut biasa disebut sistem pendinginan terbuka yang menggunakan air laut sebagai media pendinginnya. Biasanya, setelah melakukan proses pendinginan, air laut akan dibuang kembali menuju ke laut. Pengaliran air laut sebagai pendingin ini tentunya membutuhkan bantuan pompa. Pompa adalah salah satu alat yang biasa digunakan untuk mengalirkan fluida atau cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui pipa-pipa dengan didorong oleh energi tekan pada cairan yang

dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Oleh karena itu, sering kali terjadi masalah pada pompa karena bekerja secara terus menerus. Sebagai contoh adalah pompa rembes atau bocor, bergetar, korosi, suhu air pendingin meningkat, tekanan air menurun dan lain sebagainya. Pompa rembes atau bocor seringkali terlihat seperti masalah yang sepele. Akan tetapi, dengan adanya kebocoran pompa bisa berakibat fatal terhadap aliran fluida di dalamnya. Apabila kebocoran pompa ini berlanjut tanpa penanganan yang tepat bisa mengakibatkan pompa bergetar dengan tidak teratur dan menyebabkan mesin *overheat*. Apabila hal tersebut terjadi, maka sangat dimungkinkan klep bengkok, *bushing klep* pecah, dan piston lecet bahkan bolong. Hal tersebut bersifat bahaya dikarenakan akan mempengaruhi piston yang fungsinya sangat penting pada mesin induk di atas kapal. Piston adalah salah satu bagian dari mesin yang berfungsi sebagai media pembantu pembakaran di ruang bakar. Piston juga dilengkapi dengan silinder blok dan silinder head guna membantun kinerja dari piston dalam proses pembakaran. Selain itu, Piston memiliki cara kerja dengan bergerak naik turun untuk melakukan siklus kerja mesin. Kemudian, tenaga yang dihasilkan melalui pembakaran juga akan diteruskan ke *crankhaft* melalui piston. Oleh karena itu, piston dinilai sebagai alat penting dalam melakukan siklus kerja mesin untuk menghasilkan tenaga pembakaran. Sementara itu, korosi atau kerak juga sangat mempengaruhi kinerja dari mesin pendingin. Korosi bisa timbul dikarenakan mesin bersentuhan langsung dengan air laut yang mengandung garam tinggi. Korosi adalah suatu fenomena yang dapat merubah logam menjadi berkarat yang diakibatkan oleh adanya reaksi fisika

maupun kimia. Korosi bisa timbul jika bersentuhan atau terpapar dengan senyawa asam, air, udara dan mengalami perubahan suhu dalam jangka waktu yang cukup lama dan secara terus menerus. Hal tersebut merupakan salah satu kekurangan dari sistem pendingin yang menggunakan air laut. Sementara itu, turunnya tekanan dan naiknya temperatur pada pompa air pendingin juga menyebabkan pompa menjadi bergetar. Apabila suhu air pendingin yang masuk ke mesin induk masih tinggi juga akan mempengaruhi suhu mesin induk. Sementara itu, pendinginan tidak bisa berjalan lancar karena *fresh water cooler* mengalami masalah, yaitu tersumbat oleh kotoran. Sementara itu, suhu air pendingin yang meningkat juga bisa disebabkan oleh proses penyerapan panas berkurang dan bisa menyebabkan temperatur di dalam mesin meningkat sebab proses penyerapan panas berkurang. Hal ini disebabkan karena suhu air pendingin yang digunakan dengan air pendingin yang masuk tidak berbanding lurus sehingga mengakibatkan panas akan cenderung naik akibat dari perpindahan panas yang ada akan merambat dari temperatur yang tinggi ke temperatur yang rendah (Masdin, dkk, 2019).

Pada penelitian kali ini, akan membahas mengenai bergetarnya pompa pendingin air laut yang dimungkinkan bisa terjadi dikarenakan beberapa faktor. Penelitian ini juga dilakukan dengan mengambil kejadian pada saat penulis melaksanakan dinas jaga di MV. Dian Prosperity pada tanggal 03 Oktober 2021 pukul 00.00-06.00 WIB dari Pelabuhan Lampung menuju ke Pelabuhan Semen Tuban. Pompa pada pendingin air laut mengalami permasalahan, yaitu bergetar terlalu kencang dan mempengaruhi suhu dan tekanan pada air pendingin yang mengakibatkan temperatur pada mesin induk naik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Mesin Induk Kapal

Mesin penggerak utama atau mesin induk kapal adalah mesin yang meliputi seluruh unit permesinan yang ditujukan untuk menggerakkan kapal selalu berada pada kondisi laik laut (*sea worthiness*). Mesin penggerak utama kapal ini biasanya menggunakan mesin diesel. Mesin diesel adalah salah satu pesawat yang dapat merubah energi potensial panas ke energi mekanik sehingga mampu menghasilkan gerak. Dengan adanya mesin induk yang memiliki performa yang baik, maka dapat dioperasikan untuk pengangkutan maupun transportasi pada setiap saat dengan kondisi yang baik. Untuk mendapatkan performa mesin induk yang baik ini, mesin induk harus dibuat sesuai dengan bangunan dan kapasitas kapal pada saat rancang bangun kapal serta memenuhi standar Biro Klasifikasi nasional maupun internasional (Handoyo, 2014). Berikut merupakan gambar mesin penggerak utama di kapal.



Gambar 1. Mesin Penggerak Utama Kapal

Mesin diesel pada kapal ini menggunakan sistem pembakaran dalam (*Internal Combustion System*). *Internal Combustion* adalah pembakaran yang dilaksanakan di dalam mesin diesel itu sendiri. Mesin diesel memiliki 2 prinsip kerja yaitu 2 tak dan 4 tak. Mesin diesel 2 tak berarti sama dengan 2 langkah torak yang bekerja dan menghasilkan 1

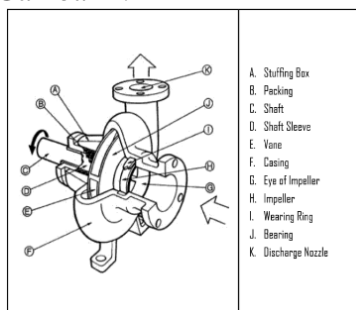
usaha potensial. Sedangkan mesin 4 tak adalah sama dengan 4 langkah torak dan menghasilkan 2 usaha potensial. *Main engine* atau mesin induk ini memiliki beberapa komponen mesin di dalamnya yang saling mendukung kinerja dari satu mesin dengan mesin yang lain (Handoyo, 2014).

Pengertian Pompa Sentrifugal

Pompa adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan cairan dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi atau ke tempat yang mempunyai tekanan yang sama dengan cara mengalirkan fluida tersebut. Pompa memiliki sistem kerja dengan menambah tekanan pada cairan sehingga dapat mengatasi gaya potensial dan gravitasi, sehingga cairan dapat mengalir baik ke atas atau kebawah. Selain itu, pompa juga berfungsi untuk menambah kecepatan aliran dari cairan dan memindahkan lebih banyak fluida dalam batas waktu tertentu. Pompa bekerja dengan menggunakan tenaga penggerak berupa *steam engine*, *gas engine*, *steam turine*, motor listrik, dan motor bakar. Sementara itu, pompa juga memiliki standarisasi tertentu sehingga dinilai layak untuk digunakan. Standarisasi pompa meliputi semua instalasi pompa dapat beroperasi secara ekonomis, aman, dan berkesinambungan.

Sementara itu, Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang menggunakan gaya sentrifugal untuk memompa cairan. Pompa sentrifugal merupakan alat untuk mengubah energi gerak poros menjadi energi hidrolisis dengan cara memberikan gaya sentrifugal pada fluida yang akan dipindahkan. Pompa sentrifugal bekerja dengan menghasilkan tekanan, hal ini dilakukan dengan tujuan mempercepat partikel fluida ke kecepatan tinggi yang memberikan energi kecepatan pada fluida. Menurut proses perpindahan cairan dan energi

sebagai bahan aliran, pompa sentrifugal ini termasuk ke dalam mesin aliran fluida hidraulik (Syafi'i, dkk, 2020). Sementara itu, pompa sentrifugal dapat dibagi dalam beberapa jenis, yaitu *Single Stage* dan *Multi Stage*. Pompa *Single Stage* (terdiri dari satu impeller) dan *Multistages* (terdiri dari beberapa impeller). Pompa jenis *Multistages* dipilih untuk kerja yang membutuhkan Head yang relatif tinggi karena merupakan penyederhanaan dari pompa disusun secara seri. Pompa sentrifugal memiliki dua bagian utama, yaitu motor listrik dan rumah pompa. Serta, bagian dalam pompa sentrifugal terdapat poros, impeller, dan elemen stasioner yang terdiri dari selubung, kotak isian, dan bantalan (Efendi, 2021). Terdapat gambar pompa sentrifugal ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pompa Sentrifugal
Sumber : Dzulqornain (2015)

Penjelasan Sistem Pendingin

Sistem pendingin kapal adalah salah satu sistem yang dalam kerjanya bertujuan untuk mendinginkan mesin induk pada kapal. Pada sistem pendingin terdapat beberapa jenis, yaitu sistem pendingin terbuka dan tertutup. Sistem pendingin terbuka adalah sistem pendingin yang memiliki sistem kerja dapat dioperasikan secara langsung berhubungan dengan air laut. Sistem ini menggunakan air laut yang langsung masuk untuk mendinginkan komponen yang perlu untuk didinginkan. Sistem pendingin terbuka memiliki keunggulan tersendiri, yaitu sistemnya yang cukup

seederhana dan media pendinginnya selalu tersedia karena menggunakan air laut. Selain memiliki kelebihan, sistem pendingin terbuka pun memiliki kekurangan, yaitu mudah mengalami pengerakan garam yang akan mempersempit pipa apabila temperatur sistem mencapai 50, resiko terjadinya korosi pada mesin semakin besar karena dalam proses pengoperasiannya menggunakan air laut, dan terjadi resiko yang cukup membahayakan apabila kapal berlayar di daerah yang memiliki suhu rendah karena terdapat ketentuan untuk suhu air masuk motor. Apabila suhu yang masuk rendah, maka akan mengakibatkan *cylinder liner* retak karena perbedaan suhu yang tinggi antara di dalam *cylinder liner* dan suhu air laut di luar *cylinder liner* (Manen P. Van).

Sedangkan, sistem pendingin tertutup adalah sistem pendingin yang memiliki sistem kerja mensirkulasikan air tawar dalam dalam suatu sirkuit tertutup (Maimun, dkk, 2004). Sistem ini berfungsi untuk mendinginkan komponen yang perlu didinginkan. Setelah melakukan pendinginan, air tawar yang bersuhu lebih dari suhu normal didinginkan menggunakan air laut dan disirkulasikan kembali untuk mendinginkan komponen. Sistem pendingin tertutup ini dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu sistem *independent* dan terpusat. Sistem *independent* adalah sistem pendingin tertutup yang menggunakan media air tawar yang digunakan untuk mendinginkan tiap-tiap komponen didinginkan secara terpisah, tidak bersama dalam sebuah penukar panas. Sedangkan sistem terpusat adalah sistem pendingin tertutup yang menggunakan media air tawar yang digunakan untuk mendinginkan komponen, setelah itu dikumpulkan untuk didinginkan secara bersamaan

dalam sebuah heat exchanger (Yando, Markus, dkk, 2021).

III. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan penulis pada karya ilmiah terapan kali ini adalah menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penelitian kualitatif adalah salah satu jenis penelitian yang memiliki sifat deskriptif dan biasanya digunakan untuk menelitian yang mengandung analisis. Proses dan makna lebih ditonjolkan dalam penelitian kualitatif. Sedangkan, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah metode yang dapat dipakai dalam mengidentifikasi dan menganalisa suatu kegagalan dan akibat dari kegagalan tersebut.

Penelitian ini dilakukan di atas kapal MV. Dian Prosperity saat melaksanakan praktek laut selama 12 bulan terhitung dari tanggal 31 Agustus 2021 sampai tanggal 30 Agustus 2022.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari narasumber kemudian dilakukan pengumpulan data dengan cara dicatat. Dalam penelitian ini tempat penelitian juga menjadi hal yang penting dalam menunjang keberhasilan penelitian tersebut. Sementara itu, teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan melakukan observasi, wawancara, identifikasi masalah, melakukan dokumentasi, dan studi Pustaka.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian dilakukan pada saat praktes berlayar di MV. Dian Prosperity dan ditemukan berbagai permasalahan,

khususnya yang sering terjadi adalah bergetarnya pompa air laut. Sehingga, dalam penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui penyebab dari permasalahan tersebut beserta cara mengatasinya.

Langkah pertama yang dilakukan saat melakukan analisa permasalahan adalah melihat terjadinya pergetaran pompa air laut pada arah mesin induk kapal. Pergetaran berlangsung cukup lama dan menimbulkan bunyi yang keras dan mengganggu. Oleh karena itu, dilakukan pengecekan berkala terkait suhu, tekanan, dan kebocoran pada pompa. Sehingga, diperoleh suhu dan tekanan yang telah disajikan pada Tabel 4.1 dan

Time	Fresh Water Cooler 50-55°C		NORMAL		TIDAK NORMAL	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
03-10-2021	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
00.00-04.00	55	52	60	75	65	84
04.00-08.00	55	53	58	74	67	82
08.00-12.00	56	55	59	73	64	83
12.00-16.00	57	55	58	74	63	82
16.00-20.00	67	65	60	75	65	84
20.00-00.00	61	58	58	74	63	83

Tabel 4.2 berikut.

Tabel 1 Data Temperatur Air Pendingin pada 03 Oktober 2021

Sumber : Dokumentasi Peneliti (2021)

03-10-2021 TIME	S.W COOLING PUMP		F.W COOLING PUMP	
	TEKANAN		TEKANAN	
	NORMAL 3,0 kg/cm ²	TIDAK NORMAL 2,0 kg/cm ²	NORMAL 3,0 kg/cm ²	TIDAK NORMAL 1,5 kg/cm ²
00.00-04.00	3,0 kg/cm		3,0 kg/cm	
04.00-08.00	3,0 kg/cm		3,0 kg/cm	
08.00-12.00	2,5 kg/cm		2,4 kg/cm	
12.00-16.00	2,0 kg/cm		1,9 kg/cm	
16.00-20.00	1,8 kg/cm		1,5 kg/cm	
20.00-00.00	1,7 kg/cm		1,6kg/cm	

Tabel 2 Data Menurunnya Tekanan Air Pendingin pada 03 Oktober 2021

Analisa Data

Pada data di atas terjadi kenaikan suhu air pendingin pada mesin induk. Suhu normal masuk mesin induk 60-70 °C dan suhu keluar dari mesin induk 74-85 °C. Dari data tersebut bisa dilihat bahwa terjadi kenaikan temperatur air pendingin yaitu 80 °C diatas suhu normal 60- 70 °C. Sementara itu, suhu normal masuk *fresh water cooler* 55-60 °C dan suhu keluar *fresh water cooler* 50-55 °C. Dari data tersebut bisa dilihat bahwa terjadi kenaikan temperatur pada *fresh water cooler* yaitu 69 °C diatas suhu normal 50-55 °C. Menurut Masdin 2019, terjadinya kenaikan temperatur pada mesin pendingin bisa diakibatkan oleh tersumbatnya pipa kapiler oleh kotoran, tekanan pompa air laut menurun yang bisa menyebabkan proses penyerapan panas dari air pendingin mesin induk ke air laut akan berkurang (Masdin, dkk, 2019). Oleh karena itu, suhu aliran pada pompa menjadi naik dan tekanannya menurun. Tekanan menurun hingga kurang lebih 56% dari batas normal. Hal tersebut apabila dibiarkan akan mengganggu sistem pendinginan kapal. Menurunnya tekanan pompa pendingin sangat berakibat fatal bagi sistem pendingin. Sebab, apabila sistem pendingin kekurangan *supply* air pendingin akan menyebabkan suhu pada air pendingin meningkat. Air pendingin sendiri berfungsi untuk menyerap panas dari mesin agar temperatur kerja mesin tetap. Apabila terjadi kekurangan air pendingin maka akan menyebabkan meningkatnya temperatur di dalam mesin sebab proses penyerapan panas berkurang. Sementara itu, apabila tekanan pompa ini menurun maka air pendingin yang disirkulasikan didalam

sistem berkurang sehingga proses penyerapan panas pada bagian-bagian mesin induk akan berkurang dan mengakibatkan temperatur mesin dan air pendingin meningkat naik. Pada permasalahan bergetarnya pompa air laut di MV. Dian Prosperity kali ini, yang menjadi penyebab menurunnya tekanan pompa adalah kekurangan air pendingin dan korosi pada impeller. Setelah diperoleh beberapa data, langkah selanjutnya adalah mengkaji data yang diperoleh dengan cara mencari literatur yang ada pada buku pedoman, internet, dan bagian *maintenance*. Proses *maintenance* yang dilakukan adalah mengecek semua bagian yang berhubungan dengan sistem pendingin, termasuk mengganti impeller yang terkena korosi dengan impeller sejenis tetapi menggunakan bahan yang berbeda, yaitu jenis *Precipitation Hardening Stainless Steel*. *Precipitation Hardening Stainless Steel* adalah kombinasi optimal dari *Austenitic* dan *Martenistic* yang memiliki kekuatan yang bagus dan tahan karat. *Stainless Steel* jenis ini masuk dalam seri AISI 17-4 PH atau AISI 360 (MatWeb, 2023).

Pembahasan

Sehingga, diperoleh kajian bahwa suhu yang digunakan harus sesuai standar keamanan mesin. Dari kajian dan analisa data yang telah dilakukan, langkah selanjutnya adalah mencari solusi atas permasalahan tersebut. Pada saat itu dilakukan *maintenance* berkala selama kurang lebih 2 minggu di Pelabuhan Tanjung Priok dikarenakan *Engineer* khusus *Pumping* hanya tersedia disana. Dari beberapa data yang didapatkan penulis pada saat berlayar di atas kapal, penulis melakukan penyesuaian atau penerapan ke dalam metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sehingga menghasilkan tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai Risk Priority Number (RPN)

No.	Komponen	Severity	Occurance	Detection	Risk Priority Number (RPN)
1	<i>Impeller</i>	7	8	8	448
2	<i>Vane</i>	7	7	8	392
3	<i>Eye of Impeller</i>	6	8	8	384
4	<i>Discharge Nozzle</i>	7	9	6	378
5	<i>Stuffing Box</i>	5	5	6	150
6	<i>Bearing Pump</i>	4	3	8	96
7	<i>Casing</i>	4	6	4	96

Pada tabel di atas dapat diperoleh hasil perhitungan Risk Priority Number (RPN) pada setiap moda kegagalan komponen Centrifugal Sea Water Pump. Dari hasil di atas diperoleh nilai RPN dari tertinggi hingga terendah adalah *Impeller* dengan nilai 448, *Vane* dengan

nilai 392, *Eye of Impeller* dengan nilai 384, *Discharge Nozzle* dengan nilai 378, *Stuffing Box* dengan nilai 150, *Bearing Pump* dengan nilai 96, dan *Casing* dengan nilai 96.

Tabel 4. Hasil FMEA

No.	Komponen	Kegagalan	Penyebab	Dampak	Pencegahan
1.	<i>Impeller</i>	Korosi pada sudut <i>Impeller</i>	Terpapar air laut secara terus menerus dan kurang pelumasan	Kinerja pompa tidak maksimal dan daya dorong yang dihasilkan pompa menurun sehingga pompa bergetar.	Melakukan pemeriksaan pada <i>impeller</i> jika sudah tidak berfungsi segera dilakukan penggantian <i>impeller</i> yang baru.
2.	<i>Vane</i>	Sisi sudu <i>Impeller</i> terkorosi	Terpapar air laut secara terus menerus	Pompa tidak dapat bekerja dengan semestinya dan gaya sentrifugal pompa tidak terbentuk maksimal.	Langkah awal melakukan perawatan dengan pembersihan menggunakan ampelas pada sudu atau <i>vane</i> yang terkorosi, jika kondisi <i>vane</i> tidak dimungkinkan untuk digunakan lagi lakukan dengan penggantian <i>vane</i> tersebut.
3.	<i>Eye of Impeller</i>	Terjadi korosi	Terpapar air laut secara terus menerus	Daya dorong pompa menurun.	Langkah awal melakukan perawatan dengan pembersihan menggunakan ampelas pada <i>Eye of Impeller</i> yang terkorosi, jika kondisi <i>Eye of Impeller</i> tidak dimungkinkan untuk digunakan lagi lakukan dengan penggantian alat tersebut.
4.	<i>Discharge Nozzle</i>	<i>Nozzle</i> terkorosi dan tersumbat	Kotoran-kotoran yang ikut terisap oleh pompa	Aliran fluida yang keluar dari pompa menjadi terhambat	Melakukan pemeriksaan awal untuk melakukan perawatan jika didapati adanya kotoran segera

				sehingga mampu mengakibatkan pergetaran pompa akibat adanya sumbatan.	lakukan pemebrsihan. Sementara itu, korosi yang tidak terlalu parah bisa dilakukan perawatan cairan pembersih atau ampelas.
5.	<i>Stuffing Box</i>	<i>Stuffing Box</i> aus	Kebocoran yang tidak diketahui	Mengakibatkan terjadi kebocoran pada pompa.	Melakukan pelumasan secara rutin dan berkala.
6.	<i>Bearing Pump</i>	<i>Bearing Pump</i> aus dan kekurangan pelumas	Minyak pelumas yang sudah encer	Kekurangan pelumasan mengakibatkan korosi dan pada saat pelumasan selanjutnya membutuhkan pelumas yang lebih banyak karena komponen yang aus juga lebih banyak.	Melakukan pemeriksaan awal apakah terjadi kebocoran pada <i>bearing</i> atau tidak. Apabila terjadi kebocoran segera ganti dengan <i>bearing</i> yang baru. Sementara itu, juga harus dilakukan pelumasan secara rutin dan berkala.
7.	<i>Casing</i>	Kemampuan konversi energi dinamis menurun	Pelumasan yang tidak teratur	Nilai efisiensi pompa menurun sehingga terjadi kavitasi, keausan pada <i>casing</i> , serta adanya benda asing yang masuk ke dalam pompa.	Melakukan pelumasan pada <i>casing</i> dengan teratur. Setelah dicoba untuk dilumasi, <i>casing</i> dilakukan kalibrasi untuk mengontrol kinerjanya apakah bisa mengonversi energi dinamis dengan maksimal atau tidak. Apabila sudah tidak bisa, maka segera ganti <i>casing</i> dengan yang baru.

Tabel di atas adalah hasil analisa menggunakan metode FMEA. Pada tabel tersebut memuat komponen yang diindikasikan mengalami kegagalan, kegagalan yang terjadi, penyebab dari

kegagalan, dampak dari kegagalan, hingga pencegahan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kegagalan.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Terdapat beberapa faktor penyebab bergetarnya pompa pendingin air laut pada mesin induk kapal sebagai berikut:

- *Impeller, Vane*, dan *Eye of Impeller* terkena korosi sehingga kinerja pompa tidak maksimal dan daya dorong yang dihasilkan pompa menurun sehingga pompa bergetar.
- *Discharge Nozzle* tersumbat kotoran hingga mengalami sedikit korosi yang bisa menyebabkan aliran fluida yang keluar dari pompa menjadi terhambat sehingga mampu mengakibatkan pergetaran pompa akibat adanya sumbatan.
- *Stuffing Box* dan *Bearing* mengalami aus karena kurangnya pelumasan
- *Casing* mengalami masalah sehingga kemampuan mengonversi energi dinamis tidak optimal. Hal ini dapat menyebabkan nilai efisiensi pompa menurun sehingga terjadi kavitasi, keausan pada *casing*, serta adanya benda asing yang masuk ke dalam pompa.

Sementara itu, pergetaran pompa air pendingin air laut mengakibatkan kenaikan suhu pada mesin induk kapal dikarenakan kekurangan pasokan air pendingin yang terdistribusi ke dalam mesin induk.

Saran

Adapun beberapa saran yang dapat bermanfaat sebagai acuan dan melakukan pengembangan penelitian lanjutan mengenai pompa pendingin air laut ini adalah yang pertama saat pelaksanaan pemeriksaan kerusakan pompa dilapangan harus mengikuti arahan *Chief Engineer* yang bertugas dan harus memanfaatkan waktu seefisien mungkin dalam penganalisaan penyebab terjadinya kerusakan. Kemudian, perlu adanya metode penelitian lebih lanjut

terkait faktor penyebab terjadinya pergetaran pompa pendingin air laut yang lebih spesifik dan penambahan penjelasan mengenai spesifikasi pompa sentrifugal yang digunakan pada sistem pendingin.

DAFTAR PUSTAKA

- Dzulqornain, Fitroh. (2015). *Prinsip Pompa Sentrifugal*. Jakarta: Penerbit Insinyoer.
- Efendi, Adhan. (2021). *Pompa dan Kompresor*. Yogyakarta: PENERBIT ANDI (Anggota IKAPI).
- Handoyo, Jusak Johan. (2014). *Mesin Penggerak Utama Motor Diesel Ahli Teknik Tingkat-III*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Maimun, Priyanto. M, Haiba. U.M, Budiyanto. M. (2004). *Manajemen Perawatan Mesin*. Sekolah Tinggi Perikanan. Jakarta.
- Manen P. Van. *Motor Diesel Kapal” Jilid I*, Terbitan DITJEN PERLA.
- Masdin, dkk. (2019). *Analisis Meningkatnya Temperatur Air Pendingin Pada Mesin Induk di Atas MT.LINTAS IX*. Makassar: PIP Makassar Press.
- MatWeb. (diakses pada 29 Mei 2023). *Material of Stainless Steel*. MatWeb.com
- Syafi’i, Muhammad & Priangkoso, Tabah.(2020). *Penggantian Gland Packing Ke Mechanical Seal Pada Pompa Oli Tcu Di Pt. Polidayaguna Perkasa Ungaran*. Semarang: Universitas Wahid Hasyim Press.
- Yando, Markus, dkk. (2021). *Analisis Pengaruh Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Terhadap Fresh Water Cooler Mesin Induk MV. Ibrahim Zahier*. Jakarta: STIP Jakarta Press.