

**ANALISA BERGETARNYA POMPA SENTRIFUGAL  
AIR LAUT (*CENTRIFUGAL SEAWATER PUMP*)  
KAPASITAS 400 m<sup>3</sup>/h PADA MESIN INDUK DI MV.  
DIAN PROSPERITY DENGAN METODE FMEA**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

**NUGROHO GILANG FIRDAUS  
NIT. 0719020102**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA  
PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
TAHUN 2023**

**ANALISA BERGETARNYA POMPA SENTRIFUGAL  
AIR LAUT (*CENTRIFUGAL SEAWATER PUMP*)  
KAPASITAS 400 m<sup>3</sup>/h PADA MESIN INDUK DI MV.  
DIAN PROSPERITY DENGAN METODE FMEA**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

**NUGROHO GILANG FIRDAUS  
NIT. 0719020102**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA  
PERMESINAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
TAHUN 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nugroho Gilang Firdaus  
NIT : 0719020102  
Program Diklat : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**ANALISA BERGETARNYA POMPA SENTRIFUGAL AIR LAUT  
(CENTRIFUGAL SEAWATER PUMP) KAPASITAS 400 m<sup>3</sup>/h PADA MESIN  
INDUK DI MV. DIAN PROSPERITY DENGAN METODE FMEA**

**Merupakan ide saya sendiri, meliputi semua data yang saya nyatakan dan  
ide yang ada, kecuali tema.**

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia mendapatkan sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 27 Januari 2023

**NUGROHO GILANG FIRDAUS**

**PERSETUJUAN SEMINAR  
KARYA TULIS ILMIAH TERAPAN**

Judul : **ANALISA BERGETARNYA POMPA SENTRIFUGAL  
AIR LAUT (*CENTRIFUGAL SEAWATER PUMP*)  
KAPASITAS 400 m<sup>3</sup>/h PADA MESIN INDUK DI MV.  
DIAN PROSPERITY DENGAN METODE FMEA**

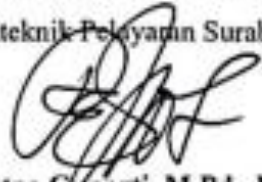
Nama Taruna : Nugroho Gilang Firdaus  
NIT : 0719020102  
Program Diklat : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal  
Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

SURABAYA, 20 Juni 2023

Menyetujui:

  
Pembimbing I Pembimbing II  
Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E. Sigit Purwanto, S.Psi., M.M.  
Penata Tk.I (III/d) Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 19661206 199903 1 001 NIP. 198006 18200812 1 001  
Mengetahui:

Ketua Jurusan Studi Teknika  
Politeknik Pelayaran Surabaya

  
Monika Retno Ganarti, M.Pd., M.Mar.E.  
Penata Tk.I (III/d)  
NIP. 197605 200912 2 002

**PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN**  
**ANALISA BERGETARNYA POMPA SENTRIFUGAL AIR LAUT**  
**(CENTRIFUGAL SEAWATER PUMP) KAPASITAS 400 m<sup>3</sup>/h PADA MESIN**  
**INDUK DI MV. DIAN PROSPERITY DENGAN METODE FMEA**

Disusun dan Diajukan Oleh :

NUGROHO GILANG FIRDAUS

NIT. 07.19.020.1.02

Ahli Teknik Tingkat III

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Pada Tanggal 14 Februari 2023

Menyetujui:

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Agus Prawoto, M.M.,  
M.Mar.E

NIP. 19780817 200912 1 001

Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E.

NIP. 19661206 199903 1 001

Sigit Purwanto, S.Psi, M.M.

NIP. 198006 18200812 1 001

Mengetahui:

Ketua Jurusan Studi Teknika  
Politeknik Pelayaran Surabaya

**Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E.**

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 197605 200912 2 002

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, karena atas dilancarkannya penelitian tentang “ANALISA BERGETARNYA POMPA SENTRIFUGAL AIR LAUT (*CENTRIFUGAL SEAWATER PUMP*) KAPASITAS 400 m<sup>3</sup>/h PADA MESIN INDUK DI MV. DIAN PROSPERITY DENGAN METODE FMEA” dengan tepat waktu tanpa adanya hal-hal yang tidak diinginkan.

Penulis melaksanakan penelitian ini dikarenakan ketertarikan terhadap masalah yang sering diabaikan dan tidak dianggap menjadi masalah, padahal permasalahan tersebut sering terjadi dan dianggap merugikan apabila terjadi akibat fatal. Salah satu akibat terbesarnya adalah merusak sistem mesin induk pada kapal dan merusak komponen alat lainnya yang berhubungan dengan sistem pendingin.

Penelitian ini hanya menggunakan satu objek penelitian saja, yaitu pompa air pendingin *sea water*. Akan tetapi, pada penelitian kali ini akan mempelajari atau menganalisa berbagai komponen yang berpengaruh terhadap penelitian ini. Penelitian ini mendalami mengenai masalah bergetarnya pompa air pendingin *sea water* pada mesin induk kapal. Dari sinilah, kita akan menganalisa penyebab dari bergetarnya pompa air pendingin tersebut. Nantinya, Penelitian ini akan melakukan pengumpulan data dan melakukan interpretasi dan penyusunan simpulan sehingga dapat menyajikan sebuah data yang valid dan sesuai dengan tujuan penelitian yang ada.

Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada :

1. Bapak Heru Widada, M.M. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang memberikan fasilitas dalam tersusunnya karya ilmiah terapan ini.
2. Ibu Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E, selaku ketua jurusan Teknika yang senantiasa memberikan arahan dalam pembuatan karya ilmiah terapan ini.
3. Bapak Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E. selaku dosen pembimbing I yang telah sabar memberikan arahan, bimbingan, dan waktunya dalam penulisan karya ilmiah terapan ini.

4. Bapak Sigit Purwanto, S.Psi, M.M. selaku dosen pembimbing II yang sangat sabar memberikan saran, arahan, dan waktunya dalam pengerjaan karya ilmiah terapan ini.
5. Segenap dosen jurusan teknik Politeknik Pelayaran Surabaya yang memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini,
6. Kepada kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan dukungan moral, pendapat dan masukan, doa, serta materil dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini.
7. Seluruh kru MV. Dian Prosperity yang telah mendukung penelitian ini.
8. Teman-teman Taruna Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan banyak motivasi dan semangat dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini, khususnya angkatan 10 Diploma IV.
9. Pihak-pihak yang telah memberikan saran dan masukan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya.

Saya berharap semoga penulisan karya ilmiah terapan ini bermanfaat terutama bagi penulis dan pembacanya sehingga menambah pengetahuan tentang *sea water pump*.

Surabaya, 27 Januari 2023

**NUGROHO GILANG FIRDAUS**

## ABSTRAK

NUGROHO GILANG FIRDAUS, Analisa Bergetarnya Pompa Sentrifugal Air Laut (*Centrifugal Seawater Pump*) Kapasitas 400 m<sup>3</sup>/h Pada Mesin Induk Di MV. Dian Prosperity dengan Metode FMEA. Karya Ilmiah Terapan, Politeknik Pelayaran Surabaya. Dengan Bimbingan Bapak Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E. dan Bapak Sigit Purwanto, S.Psi, M.M.

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. Penulis menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif, 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.

**Kata Kunci** : Air Laut, Analisis, *Main Engine*, Pompa



## ABSTRACT

*NUGROHO GILANG FIRDAUS, Vibrating Analysis of the Centrifugal Seawater Pump with a capacity of 400 m<sup>3</sup>/h on the main engine in MV. Dian Prosperity with FMEA Method. Applied Scientific Works, Surabaya Shipping Polytechnic, Supervised by Mr. Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E. dan Mr. Sigit Purwanto, S.Psi, M.M.*

*Ship Master Machine is a machine that functions as the main mover of a ship in which there are various other tool components. On the performance of the main machine is in dire need of 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 in the system for too long. In this study, the thing that needs to be analyzed is the factor that causes the seawater cooling pump to vibrate when it is operating for too long.*

*This research was conducted during marine practice for approximately 12 months, precisely on ships used during marine practice. The author uses a qualitative descriptive research method, because the author will make observations (observations) of the activities carried out on board the ship, interviews with the crew about how the actions will be taken when facing the vibrating event of the seawater cooling pump.*

**Keywords :** *Analysis, Main Engine, Pump, Seawater*

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
PERSETUJUAN SEMINAR .....	iv
PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. RUMUSAN MASALAH .....	7
C. BATASAN MASALAH .....	8
D. TUJUAN PENELITIAN .....	8
E. MANFAAT PENELITIAN .....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA.....	10
B. LANDASAN TEORI .....	11
1. Kapal .....	12
2. Mesin Induk Kapal.....	15
3. Pompa.....	20
4. <i>Sea Water Cooling Pump</i> .....	29
5. Sistem Pendingin.....	30
6. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) .....	33
C. KERANGKA PIKIR .....	34
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
A. JENIS PENELITIAN .....	36
B. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN.....	37
C. SUMBER DATA DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA.....	38

D. TEKNIK ANALISIS DATA.....	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	43
A. GAMBARAN UMUM SUBJEK PENELITIAN.....	43
1. Perusahaan.....	43
2. Tempat Penelitian.....	44
B. HASIL PENELITIAN .....	48
1. Penyajian Data .....	48
2. Analisa Data .....	54
C. PEMBAHASAN.....	62
BAB V PENUTUP.....	71
A. Simpulan.....	71
B. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	73

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Korosi pada Impeller .....	4
<b>Gambar 2.1</b> Mesin Penggerak Utama Kapal .....	15
<b>Gambar 2.2</b> <i>Cylinder</i> .....	16
<b>Gambar 2.3</b> <i>Cylinder Head</i> .....	17
<b>Gambar 2.4</b> Piston .....	17
<b>Gambar 2.5</b> Batang Piston.....	18
<b>Gambar 2.6</b> Poros Engkol.....	18
<b>Gambar 2.7</b> <i>Flywheel</i> .....	19
<b>Gambar 2.8</b> <i>Camshaft</i> .....	19
<b>Gambar 2.9</b> <i>Crankcase</i> .....	20
<b>Gambar 2.10</b> Pompa Sentrifugal .....	23
<b>Gambar 2.11</b> Pompa Sentrifugal 3D.....	24
<b>Gambar 2.12</b> Komponen Pompa Sentrifugal.....	24
<b>Gambar 2.13</b> <i>Stuffing Box</i> .....	25
<b>Gambar 2.14</b> <i>Packing</i> .....	25
<b>Gambar 2.15</b> Poros.....	26
<b>Gambar 2.16</b> <i>Shaft Sleeve</i> .....	26
<b>Gambar 2.17</b> <i>Vane</i> .....	26
<b>Gambar 2.18</b> <i>Casing</i> .....	27
<b>Gambar 2.19</b> <i>Eye of Impeller</i> .....	27
<b>Gambar 2.20</b> <i>Impeller</i> .....	28
<b>Gambar 2.21</b> <i>Wearing Ring</i> .....	28
<b>Gambar 2.22</b> <i>Bearing</i> .....	29
<b>Gambar 2.23</b> <i>Discharge Nozzle</i> .....	29
<b>Gambar 2.24</b> <i>Sea Water Cooling Pump</i> .....	30
<b>Gambar 2.25</b> <i>Cooling System for Main Diesel Engine</i> .....	31
<b>Gambar 2.26</b> Kerangka Pikir .....	35
<b>Gambar 4.1</b> Logo PT DBS .....	44
<b>Gambar 4.2</b> MV. Dian Prosperity .....	45

<b>Gambar 4.3</b> <i>Crew List</i> MV. Dian Prosperity .....	46
<b>Gambar 4.4</b> <i>Ship's Particulars</i> .....	47
<b>Gambar 4.5</b> Pengecekan dan Pembersihan Filter <i>Seachest</i> .....	52
<b>Gambar 4.6</b> Impeller yang Terkorosi .....	52
<b>Gambar 4.7</b> <i>Impeller</i> Terkorosi .....	65
<b>Gambar 4.8</b> <i>Vane</i> .....	66
<b>Gambar 4.9</b> <i>Eye of Impeller</i> .....	66
<b>Gambar 4.10</b> <i>Discharge Nozzle</i> .....	67
<b>Gambar 4.11</b> <i>Stuffing Box</i> .....	68
<b>Gambar 4.12</b> <i>Bearing</i> .....	69
<b>Gambar 4.13</b> <i>Casing</i> .....	70

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data Meningkatnya Temperatur Air Pendingin.....	4
<b>Tabel 1.2</b> Data Menurunnya Tekanan Air Pendingin.....	6
<b>Tabel 2.1</b> <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya.....	11
<b>Tabel 4.1</b> Data Temperatur Air Pendingin pada 03 Oktober 2021.....	49
<b>Tabel 4.2</b> Data Menurunnya Tekanan Air Pendingin pada 03 Oktober 2021.....	50
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Wawancara Penulis dengan Masinis 2 dan 3.....	53
<b>Tabel 4.4</b> <i>Failure Mode</i> .....	55
<b>Tabel 4.5</b> Penyebab Kegagalan .....	55
<b>Tabel 4.6</b> Potensi Efek Kegagalan .....	56
<b>Tabel 4.7</b> <i>Rating Severity</i> .....	57
<b>Tabel 4.8</b> Nilai <i>Severity</i> .....	57
<b>Tabel 4.9</b> <i>Rating Occurance</i> .....	58
<b>Tabel 4.10</b> Nilai <i>Occurance</i> .....	59
<b>Tabel 4.11</b> <i>Rating Detection</i> .....	60
<b>Tabel 4.12</b> Nilai <i>Detection</i> .....	61
<b>Tabel 4.13</b> Nilai <i>Risk Priority Number (RPN)</i> .....	62
<b>Tabel 4.14</b> Hasil FMEA .....	63

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. LATAR BELAKANG

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.

Dalam mesin induk terdapat beberapa komponen alat mulai dari *cylinder head*, piston, *connecting rod*, *crank shaft*, *flywheel*, *crankcase*, *water cooler* dan lain sebagainya. Akan tetapi, 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. Pada sistem pendingin air laut bisa digunakan secara langsung untuk mendinginkan mesin kapal dengan cara penukaran panas. Sedangkan pada sistem pendingin utama menggunakan air tawar sebagai media untuk mendinginkan mesin di rangkaian tertutup. Proses pendinginan menggunakan air tawar adalah masuk ke dalam mesin dan akan kembali lagi menuju *exchanger* panas yang kemudian pendinginan dilanjutkan menggunakan air laut. Pengetahuan mengenai sistem pendingin mesin kapal ini sangat penting diketahui terutama oleh para engineer kapal. Terutama mengenai berbagai masalah yang biasa terjadi saat pengoperasian mesin induk. Masalah yang biasa terjadi dan sering disepelekan adalah mengenai bergetarnya pompa pendingin air laut. Padahal, kejadian tersebut bisa memicu timbulnya masalah baru dari mesin yang terpengaruh oleh getaran tersebut. Sehingga, bisa menurunkan kinerja mesin induk itu sendiri.

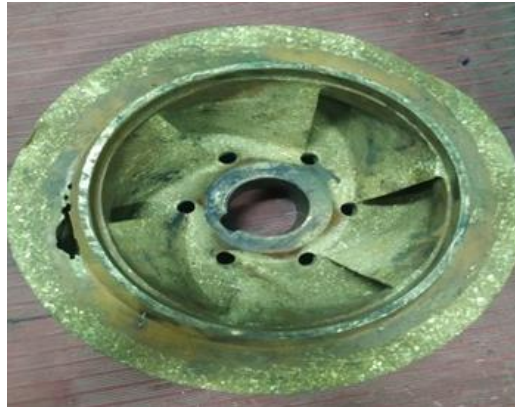
Pendinginan menggunakan air laut biasa disebut sistem pendinginan terbuka yang menggunakan air laut sebagai media pendinginnya. Biasanya, setelah melakukan proses pendinginan, air laut akan dibuang kembali menuju ke laut. Pengaliran air laut sebagai pendingin ini tentunya membutuhkan bantuan pompa. Pompa 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. Berikut merupakan gambar impeller pada pompa pendingin yang mengalami korosi pada saat praktek berlayar:



**Gambar 1.1** Korosi pada Impeller

Sumber : Data pribadi (2023)

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa impeller mengalami korosi hingga pengeroposan. Korosi yang timbul dapat merusak fungsi dari impeller sehingga tidak bekerja secara optimal. Sehingga, bisa menimbulkan beberapa permasalahan pada pompa, yaitu pompa bergetar. Sementara itu, terdapat faktor lain yang bisa menyebabkan terjadinya masalah pada sistem pendingin yang diakibatkan oleh pergetaran pompa adalah menurunnya tekanan air pendingin dan meningkatnya temperatur air pendingin. Berikut merupakan tabel peningkatan suhu dan penurunan tekanan pada *water cooler* pada *main engine* dikarenakan terjadinya masalah pada pompa pendingin yang diambil pada literatur jurnal di atas MV. Dian Prosperity pada saat praktek berlayar:

**Tabel 1.1** Data Meningkatnya Temperatur Air Pendingin

Time	Fresh Water Cooler 50-55°C		Fresh Water Cyl 60-70 °C		NORMAL		TIDAK NORMAL	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
03-10-2021								
00.00-04.00	55	52	62	70	60	75	65	84
04.00-08.00	55	53	64	71	58	74	67	82
08.00-12.00	56	55	65	73	59	73	64	83
12.00-16.00	57	55	65	75	58	74	63	82
16.00-20.00	67	65	67	79	60	75	65	84
20.00-00.00	61	58	68	74	58	74	63	83

Sumber : Dokumentasi Peneliti (2021)

Temperatur atau suhu adalah suatu besaran yang menyatakan derajat panas atau dinginnya suatu benda. Satuan suhu menurut Sistem Internasional (SI) biasanya disebut Kelvin. Dengan demikian suhu suatu zat menyatakan tingkat panas atau dinginnya suatu benda. Pada sistem pendinginan di atas kapal dilakukan pengontrolan terhadap suhu air pendinginnya. Sebab, suhu yang digunakan harus sesuai standar keamanan mesin. Pada data di atas terjadi kenaikan suhu air pendingin pada mesin induk. Sedangkan, seharusnya suhu normal *in* pada mesin induk adalah 60-70°C dan suhu keluar 74-85°C. Sehingga, 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* adalah 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 dan tekanan pompa air laut yang menurun. Apabila hal tersebut terjadi, maka akan menyebabkan proses penyerapan panas dari air pendingin mesin induk ke air laut akan berkurang.

Dengan demikian, 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). Sementara itu, terdapat faktor lain yang menjadi penyebab pompa pendingin air laut bergetar, yaitu tekanan pada air pendingin berkurang seperti yang dijelaskan pada

**Tabel 1.2.**

**Tabel 1.2** Data Menurunnya Tekanan Air Pendingin

03-10-2021 TIME	S.W COOLING PUMP		F.W COOLING PUMP	
	TEKANAN		TEKANAN	
	NORMAL 3,0 kg/cm <sup>2</sup>	TIDAK NORMAL 2,0 kg/cm <sup>2</sup>	NORMAL 3,0 kg/cm <sup>2</sup>	TIDAK NORMAL 1,5 kg/cm <sup>2</sup>
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	

Sumber : Dokumentasi Peneliti (2021)

Tekanan adalah suatu besaran yang menyatakan besarnya gaya yang bekerja di tiap satuan luas permukaan atau bidang tekan. Tekanan dapat timbul diakibatkan adanya gaya tekan yang bekerja pada benda per satuan luas permukaan dengan arah yang tegak lurus. Tekanan sangat bergantung pada besarnya gaya. Pada data di atas menunjukkan bahwa tekanan pada air pendingin mengalami penurunan. Menurut Masdin 2019, hal tersebut bisa terjadi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kurangnya air pendingin, tekanan pompa menurun, dan adanya kebocoran pipa.

Kebocoran pipa bisa menyebabkan tekanan isap ataupun tekanan pompa sirkulasi air pendingin terganggu. Gangguan bisa berupa kebocoran air tawar pendingin sehingga dapat menyebabkan berkurangnya air tawar pendingin didalam sistem. Kebocoran pipa juga memungkinkan udara masuk ke dalam sistem dan

bercampur dengan air pendingin sehingga menyebabkan turunnya tekanan air pendingin. Apabila hal tersebut terjadi bisa mengakibatkan kapasitas air pendingin berkurang dan menyebabkan mesin menjadi panas (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.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang terjadi serta dampak yang ditimbulkan, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian Karya Ilmiah Terapan dengan judul **“Analisa Bergetarnya Pompa Sentrifugal Air Laut (*Centrifugal Seawater Pump*) Kapasitas 400 m<sup>3</sup>/h Pada Mesin Induk Di MV. Dian Prosperity dengan Metode FMEA”**.

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Dari latar belakang di atas, maka permasalahan utama yang akan dibahas dalam karya ilmiah ini adalah sebagai berikut :

1. Apa saja dampak yang diakibatkan oleh bergetarnya pompa pendingin air laut pada mesin induk kapal?

2. Apakah pergetaran pompa pendingin air laut akan berpengaruh terhadap kinerja mesin induk kapal?

### **C. BATASAN MASALAH**

Penulis membatasi pembahasan penelitian mengenai terjadinya pergetaran pada *sea water pump* ini, agar pembahasan Karya Ilmiah Terapan ini tidak meluas yaitu diantaranya :

1. Ruang lingkup materi ini pada *sea water pump*.
2. Ruang lingkup tempat dan waktu yaitu selama penulis melaksanakan praktek laut di MV. Dian Prosperity pada 31 agustus 2021.

### **D. TUJUAN PENELITIAN**

Dari rumusan masalah di atas, maka tujuan penulis dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh bergetarnya pompa pendingin air laut pada mesin induk kapal.
2. Untuk mengetahui pengaruh pergetaran pompa pendingin air laut terhadap kinerja mesin induk kapal.

### **E. MANFAAT PENELITIAN**

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian “Analisa Bergetarnya Pompa Sentrifugal Air Laut (*Centrifugal Seawater Pump*) Kapasitas 400 m<sup>3</sup>/h Pada Mesin Induk Di MV. Dian Prosperity dengan Metode FMEA” adalah sebagai berikut :

a. Manfaat Secara Teoritis

Dapat menjadi sumber informasi tambahan kepada pembaca dan *crew* di atas kapal saat menghadapi kejadian bergetarnya pompa pendingin air laut.

b. Manfaat Secara Praktis

1. Memberikan pengetahuan dan wawasan yang lebih luas mengenai pompa pendingin air laut bagi para taruna di Politeknik Pelayaran Surabaya sebagai calon Perwira, agar dapat dijadikan sebagai bahan acuan bagi peneliti berikutnya untuk dapat menyajikan hasil penelitian yang lebih baik dan diharapkan dapat menambah pengetahuan bagi calon perwira kapal tentang cara dan persiapan yang akan dilakukan saat menghadapi kejadian bergetarnya pompa pendingin air laut di atas kapal.
2. Memberikan suatu wawasan dan pemikiran akan pentingnya tindakan dari *crew* atau *engineer* di atas kapal saat menghadapi kejadian bergetarnya pompa pendingin air laut di atas kapal.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Pada penelitian umumnya dibutuhkan banyak data pendukung untuk menunjang hasil penelitian diantaranya adalah *review* penelitian sebelumnya dan literatur mengenai teori. *Review* atau resensi adalah ulasan atau pertimbangan mengenai buku atau pertimbangan dan ulasan mengenai buku yang dibentuk menjadi tulisan artikel yang paing sederhana atau dalam bentuk ringkasan (Amin, 2021). Sehingga, pada penelitian kali ini digunakan *review* penelitian sebelumnya sebagai sumber pendukung pada penelitian.

Berdasarkan *review* penelitian sebelumnya yang membahas mengenai pompa *seawater* yang bergetar ini sangat merujuk kepada penelitian kali ini yang berjudul “Analisa Bergetarnya Pompa Sentrifugal Air Laut (*Centrifugal Seawater Pump*) Kapasitas 400 m<sup>3</sup>/h Pada Mesin Induk Di MV. Dian Prosperity dengan Metode FMEA”. *Review* penelitian sebelumnya ditampilkan pada Tabel 2.1.



**Tabel 2.1** *Review* Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul	Masalah	Ringkasan
1	Sahaduta, Yegar. (2020)	Analisis Terjadinya Getaran pada <i>Sea Water Pump</i> di MV. ORIENTAL RUBY	Getaran pada pompa air laut tidak normal	Faktor penyebab terjadinya <i>problem</i> pada pompa air laut di kapal Oriental Ruby berawal dari rusaknya karet <i>coupling</i> , <i>bearing</i> pompa, keterlambatan pengiriman <i>sparepart</i> sehingga proses perbaikan terhambat. Sementara itu, kerusakan alat disebabkan oleh perawatan yang tidak sesuai dengan PMS (Plane Maintenance System).
2	Yando, Markus, dkk. (2021)	Analisis Pengaruh Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Terhadap <i>Fresh Water Cooler</i> Mesin Induk MV. Ibrahim Zahier.	Terjadi permasalahan pada pompa pendingin air laut yang mengalami penurunan tekanan sebesar 1,5 bar. Sehingga mengakibatkan suhu pada <i>fresh water cooler</i> dengan suhu 58-62°C dan mengganggu operasional mesin induk pada MV. Ibrahim Zahier	Penyebab tekanan pompa menurun pada kasus ini adalah karena ditemukan korosi dan kotoran pada impeller dan filter pompa pendingin air laut. Sehingga menyebabkan kinerja pompa tidak maksimal. Tekanan pompa diasumsikan sangat berpengaruh terhadap kinerja <i>fresh water cooler</i> . Apabila tekanan pompa di atas normal akan menyebabkan temperature menurun dan berakibat kebocoran pipa.

## B. LANDASAN TEORI

Pada landasan teori akan dijelaskan beberapa penjelasan yang berkaitan dengan Analisa Bergetarnya Pompa Air Laut (*Seawater Pump*) Pada Mesin Induk di MV. Dian Prosperity dengan Metode FMEA. Landasan teori ini diperlukan untuk menemukan teori yang akan diajukan sebagai acuan dalam penelitian. Sementara

itu, dengan adanya landasan teori bisa menambah pengetahuan dan menyempurnakan karya ilmiah terapan pada kali ini.

## 1. Kapal

Kapal adalah salah satu alat transportasi yang digunakan untuk transport penyeberangan antar pulau. Definisi kapal laut menurut KUHD adalah semua kapal yang dipakai untuk kegiatan pelayaran di laut. Kapal dapat digolongkan ke dalam beberapa jenis menurut sistemasi penggerakannya, antara lain kapal dengan penggerak mekanik, tenaga angin, kapal yang ditunda, kapal dinamis, kapal selam, dll.

### a. Kapal dengan Penggerak Mekanik

Kapal yang memiliki tenaga penggerak mesin yang contoh kapalnya adalah kapal uap, kapal motor, kapal bertenaga matahari, dan kapal nuklir.

### b. Kapal Tenaga Angin

Kapal yang dapat bergerak dengan bantuan udara atau angin, contohnya kapal layar.

### c. Kapal Tunda

Kapal Tunda adalah kapal yang bergerak dengan bantuan kapal lain.

### d. Kapal Berdaya Dukung Dinamis

Kapal jenis ini adalah kapal yang bisa beroperasi di permukaan air dengan menggunakan daya dukung penggerak dinamis. Gaya dukung dinamis ini bisa muncul karena adanya kecepatan atau rancang bangun kapal itu sendiri, contohnya kapal cepat, *jetfoil*, *hidrofoil*, *hovercraft*, dll.

e. Kapal Selam

Kapal Selam adalah kapal yang bisa beroperasi di bawah permukaan air, biasanya kapal ini dioperasikan untuk kepentingan militer.

f. Kapal Pesiar

Kapal Pesiar merupakan kapal yang beroperasi untuk mengangkut penumpang yang biasanya bertujuan untuk berwisata. Kapal pesiar menyediakan fasilitas yang lengkap mirip dengan hotel berbintang.

g. Kapal Ferry

Kapal ferry adalah kapal yang dioperasikan untuk bidang jasa penyeberangan baik antar pulau atau antar Pelabuhan. Kapal ini mampu menampung penumpang sekaligus kendaraan pribadi penumpang seperti mobil, truk, bus, motor, dan lainnya.

h. Kapal Tanker

Kapal Tanker adalah kapal yang dioperasikan untuk mengangkut minyak baik minyak mentah atau minyak jadi yang sudah diolah.

i. Kapal Kargo

Kapal Kargo adalah kapal barang yang dioperasikan untuk membawa muatan barang berkapasitas besar antar Pelabuhan. Biasanya barang yang dimuat berasal dari perdagangan internasional.

j. Kapal *Bulk Carrier*

Kapal *Bulk Carrier* adalah kapal yang dioperasikan untuk membawa muatan barang dalam bentuk curah seperti batu bara, bijih besi, semen, dan barang curah lainnya.

k. Kapal Samudera

Kapal Samudera adalah jenis kapal yang mirip dengan kapal pesiar hanya saja dibedakan tujuannya. Kapal Samudera adalah kapal penumpang yang berlayar antar samudera dan memiliki Pelabuhan keberangkatan dan pemberhentian yang khusus.

l. Kapal Kontainer

Kapal Kontainer adalah kapal yang sering disebut dengan kapal petikemas. Kapal jenis ini dioperasikan untuk memuat barang atau peti kemas seperti kapal kargo. Namun, kapal kontainer memiliki muatan barang yang standar.

m. Kapal Perang

Kapal perang adalah jenis kapal yang digunakan untuk kepentingan militer. Biasanya kapal ini dioperasikan oleh TNI Angkatan Laut untuk mengawasi perbatasan yang ada di laut.

n. Kapal Tongkang

Kapal Tongkang adalah salah satu kapal yang ditarik oleh kapal tunda. Karena kapal ini tidak memiliki mesin sendiri, jadi hanya bisa berjalan apabila ditarik oleh kapal lain. Kapal tongkang berfungsi untuk membawa muatan sesuai dengan ukuran dan daya muat tongkang.

k. Kapal Patroli

Kapal yang dimiliki oleh negara ini digunakan untuk mengawasi dan melindungi perbatasan laut.

l. Kapal Pengeboran

*Drillship* merupakan kapal yang memiliki alat pengeboran untuk mengebor minyak dan bati bara di wilayah perairan (Capt Kartini, 2019)

## 2. 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).



**Gambar 2.1** Mesin Penggerak Utama Kapal

Sumber: Data Pribadi (2022)

Dengan pembuatan mesin induk yang sesuai persyaratan, maka dibutuhkan juga perawatan mesin induk secara maksimal untuk mempertahankan performanya. Dalam perawatan mesin induk ini memiliki tujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan yang lebih parah dari mesin kapal tersebut,

memperbaiki kerusakan mesin yang terpantau meskipun belum waktunya dilakukan perbaikan, serta untuk menjaga keamanan mesin induk dan keselamatan penumpang kapal. Pada 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). Mesin-mesin yang ada pada mesin induk adalah sebagai berikut :

a. *Cylinder*

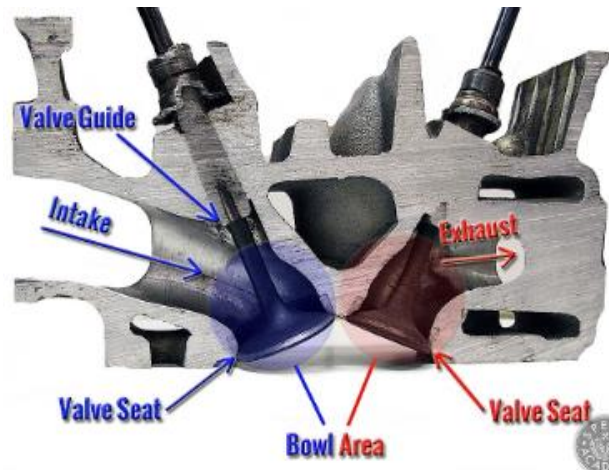


**Gambar 2.2** *Cylinder*

Sumber: Handoyo (2014)

*Cylinder* adalah alat yang berfungsi sebagai tempat pembakaran bahan bakar, dan dibentuk dengan lapisan/liner, lubang/bore, selongsong/sleeve.

b. *Cylinder Head*



**Gambar 2.3** *Cylinder Head*

Sumber: Handoyo (2014)

*Cylinder Head* adalah alat untuk menutup bagian atas silinder dan berisikan katup empat udara, serta untuk masuk dan keluarnya bahan bakar.

c. Piston / Torak



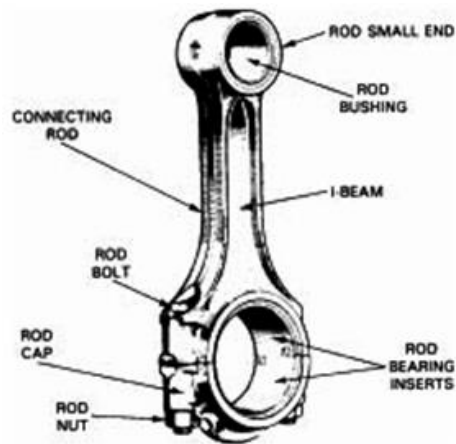
**Gambar 2.4** Piston

Sumber: Handoyo (2014)

Piston berfungsi untuk menerima campuran udara dan meneruskan tekanan untuk memutar poros engkol melalui connecting rod (batang piston).



d. *Connecting Rod*



**Gambar 2.5** Batang Piston (*Connecting Rod*)

Sumber: Handoyo (2014)

*Connecting Rod* berfungsi untuk menghubungkan piston ke poros engkol dan menerima tenaga dari piston lalu meneruskannya ke poros engkol.

e. Poros Engkol



**Gambar 2.6** Poros Engkol

Sumber: Handoyo (2014)

Poros Engkol berfungsi sebagai pengubah gerakan naik turun yang diperoleh dari piston kemudian mengubah menjadi gerakan memutar.



f. *Flywheel*

**Gambar 2.7** *Flywheel*

Sumber: Handoyo (2014)

*Flywheel* berfungsi untuk menyimpan tenaga putar yang dihasilkan mesin pada langkah usaha, sehingga poros engkol dapat terus berputar.

g. *Camshaft*

**Gambar 2.8** *Camshaft*

Sumber: Handoyo (2014)

*Camshaft* berfungsi untuk membuka dan menutup katup sesuai *firing order*, dan menggerakkan *fuel pump*.

#### h. *Crankcase*



**Gambar 2.9** *Crankcase*

Sumber: Handoyo (2014)

*Crankcase* berfungsi sebagai rumah dari komponen seperti generator, *oil pump*, *clutch*, *crankcast*, dan *carter*.

### 3. Pompa

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 turie*, motor listrik, dan motor bakar. Sementara itu, pompa juga memiliki standarisasi tertentu sehingga dinilai layak untuk digunakan. Standarisasi pompa

Pompa mengalirkan beberapa jenis fluida yang berbeda. Sehingga, perlu memperhatikan sifat fluida atau cairan yang akan dipindahkan. Peninjauan ini dilakukan untuk menentukan jenis pompa yang akan digunakan apakah perlu pompa yang berbahan khusus atau tidak. Sementara itu, Panjang dan lebar dimensi pompa juga harus ditentukan sesuai dengan letak sumber, ketinggian sumber, letak penempatan pompa, jumlah volume cairan yang harus dipompakan dan kecepatan aliran cairan, dan faktor pembebanan selama pompa bekerja. Kemudian, tekanan pompa juga harus diperhatikan dengan cara meninjau fungsi pompa, waktu yang dibutuhkan aliran untuk mencapai kapasitasnya, serta tempat tujuan aliran apakah jauh atau tidak. Apabila tujuan tempat cairan jauh maka tekanan yang dibutuhkan lebih besar.

Sementara itu, jika ditinjau dari pompanya, terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangan, yaitu jenis pompa yang mungkin digunakan, desain pompa, dasar kebutuhan, dan sistem kerja pompa dalam pengoperasiannya baik dalam kondisi khusus yang akan mungkin timbul atau pada jam kerja yang lama. Selain itu, jumlah efisiensinya dan jumlah efisien komersialnya juga harus diperhatikan mulai dari harga awalnya dan berapa harga relatif di dalam penggunaannya. Pompa memiliki beberapa jenis diantaranya pompa sentrifugal, *gear pump*, *rotary pump*, *screw pump*, dan pompa piston.

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa yang paling banyak digunakan untuk memindahkan atau menghisap fluida/ cairan seperti air laut dan air tawar. Pompa sentrifugal sering digunakan karena memiliki kelebihan dalam

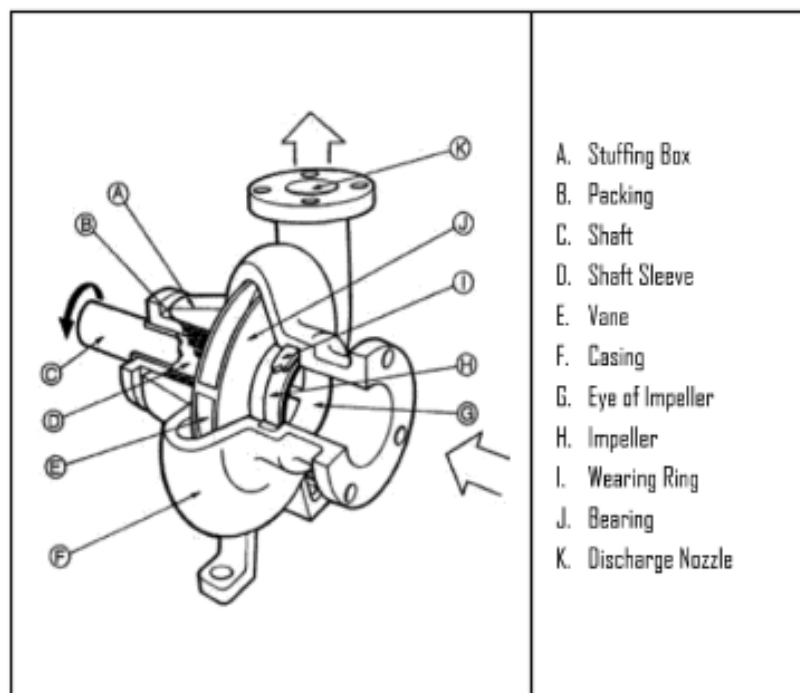
pengoperasiannya yang lebih mudah. Sementara itu, *maintenance* yang tidak terlalu memakan biaya yang mahal, dan tidak berisik. Sedangkan, *gear pump* adalah pompa yang sering digunakan untuk memindahkan atau menghisap fluida cair seperti minyak lumas, bahan bakar, dan hidraulic oil. Pompa ini menggunakan dua roda gigi sebagai penggerak fluida kerja di dalam casing pompa. Lalu, *rotary pump* adalah pompa yang digunakan untuk memompa udara dan minyak. Pompa rotari termasuk pompa perpindahan positif yang komponen pompanya berputar seperti lobe, roda gigi, ulir, *roller*. Sementara itu, *screw pump* adalah pompa yang sering digunakan untuk memompa minyak. Pompa *screw* digunakan untuk menangani cairan yang mempunyai viskositas tinggi, heterogen, sensitive terhadap getaran dan cairan yang mudah berbusa. Serta, pompa piston adalah jenis pompa yang sering digunakan untuk memompa cairan dan udara. Pompa ini merupakan salah satu jenis pompa air desak bolak-balik yang menggunakan piston sebagai komponen yang bekerja bolak-balik menghisap masuk dan mendorong keluar air. Jenis ini memiliki mekanisme satu atau beberapa set katub dibagian lobang masuk dan dilobang keluaran untuk menjaga air sesuai dengan arah masuk dan keluarannya (Sahaduta, 2020). Dengan berbagai macam jenis pompa yang ada, dalam penelitian kali ini menggunakan jenis pompa sentrifugal. Adapun penjelasan mengenai pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:

#### **A. Pompa Sentrifugal**

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. 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 2.10.



**Gambar 2.10** Pompa Sentrifugal

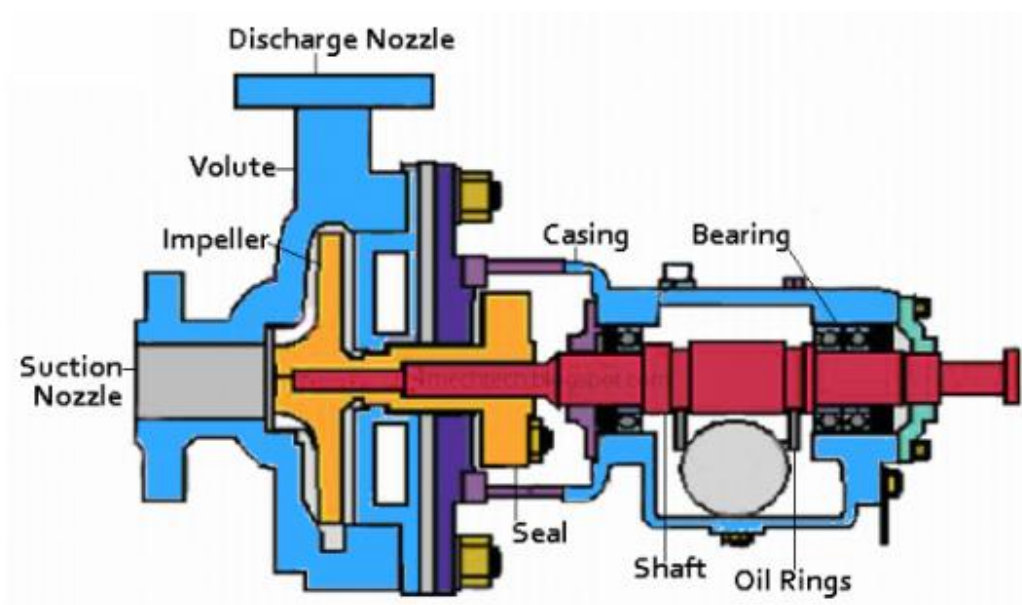
Sumber : Efendi (2021)





**Gambar 2.11** Pompa Sentrifugal 3D

Sumber: Efendi (2021)



**Gambar 2.12** Komponen Pompa Sentrifugal

Sumber: Dzulqornain (2015)

Dari gambar di atas dapat diketahui beberapa elemen dari pompa sentrifugal diantaranya sebagai berikut:

a. *Stuffing Box*



**Gambar 2.13** *Stuffing Box*

Sumber: BoatUS Magazine (2012)

Adapun fungsi dari *Stuffing Box* adalah untuk mencegah terjadinya kebocoran pada daerah poros pompa yang menembus *casing*.

b. *Packing*



**Gambar 2.14** *Packing*

Sumber: Data Pribadi (2022)

*Packing* berfungsi untuk mencegah dan mengurangi kebocoran cairan yang berasal dari *casing* pompa melalui poros. Umumnya *packing* terbuat dari Teflon atau asbes.

## c. Poros



**Gambar 2.15** Poros

Sumber: Syafi'i, dkk (2020)

Poros berfungsi sebagai media penghubung momen punter dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan *impeller*, serta bagian-bagian yang berputar lainnya.

d. *Shaft Sleeve*

**Gambar 2.16** *Shaft Sleeve*

Sumber: Dzulqornain (2015)

*Shaft Sleeve* berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi, dan keausan pada *stuffing box*.

e. *Vane*

**Gambar 2.17** *Vane*

Sumber: Data Pribadi (2022)



Sudu atau *Vane* dari *impeller* berfungsi sebagai tempat cairan pada *impeller* mengalir.

f. *Casing*



**Gambar 2.18** *Casing*

Sumber: Dzulqornain (2015)

*Casing* adalah bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai salah satu media pelindung komponen yang ada di dalam pompa. Elemen-elemen tersebut termasuk elemen yang berputar, tempat dudukan *diffusor*, *inlet*, dan *outlet nozzle*, serta tempat memberikan arah aliran *impeller*. Sementara itu, *Casing* juga berperan untuk mengonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis.

g. *Eye of Impeller*



**Gambar 2.19** *Eye of Impeller*

Sumber: Data Pribadi (2022)

*Eye Of Impeller* adalah bagian sisi masuk pada arah isap *impeller*.

*h. Impeller*



**Gambar 2.20** *Impeller*

Sumber: Data Pribadi (2022)

*Impeller* atau baling-baling pompa berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan guna bisa mengalirkan fluida secara kontinu dengan aliran yang teratur. Sehingga, cairan pada sisi isap bisa secara terus menerus masuk dan mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

*i. Wearing Ring*



**Gambar 2.21** *Wearing Ring*

Sumber: Data Pribadi (2022)

*Wearing Ring* berfungsi untuk memperkecil kemungkinan terjadinya kebocoran cairan pada bagian depan *impeller* maupun bagian belakang *impeller* dengan cara memperkecil celah antara *casing* dengan *impeller*.

j. *Bearing*

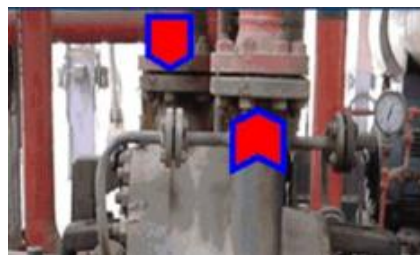


**Gambar 2.22** *Bearing*

Sumber: Dzulqornain (2015)

Berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik beban radial maupun beban aksial.

k. *Discharge Nozzle*



**Gambar 2.23** *Discharge Nozzle*

Sumber: Data Pribadi (2022)

*Discharge Nozzle* berfungsi sebagai saluran keluar fluida dari dalam pompa.

### 3. *Sea Water Cooling Pump*

Pompa pendingin air laut merupakan salah satu pompa yang digunakan untuk sistem pendinginan. Fluida yang dialirkan adalah air laut oleh karena itu pompa ini disebut sebagai pompa pendingin air laut. Pada umumnya, pompa pendingin air laut menggunakan jenis pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal ini sering dijumpai dalam industri kerja karena memiliki kemampuan yang baik dengan sistem kerja dan desain yang sederhana. Pompa tersebut merupakan salah satu komponen penting di atas kapal yang harus dijaga dalam perawatan dan perbaikannya, agar

pengoperasian mesin induk berjalan lancar (Yando, Markus, dkk, 2021). Pompa pendingin air laut ini digunakan untuk mensirkulasikan air laut menuju ke *cooler*.

Adapun gambar *Sea Water Cooling Pump* adalah sebagai berikut:

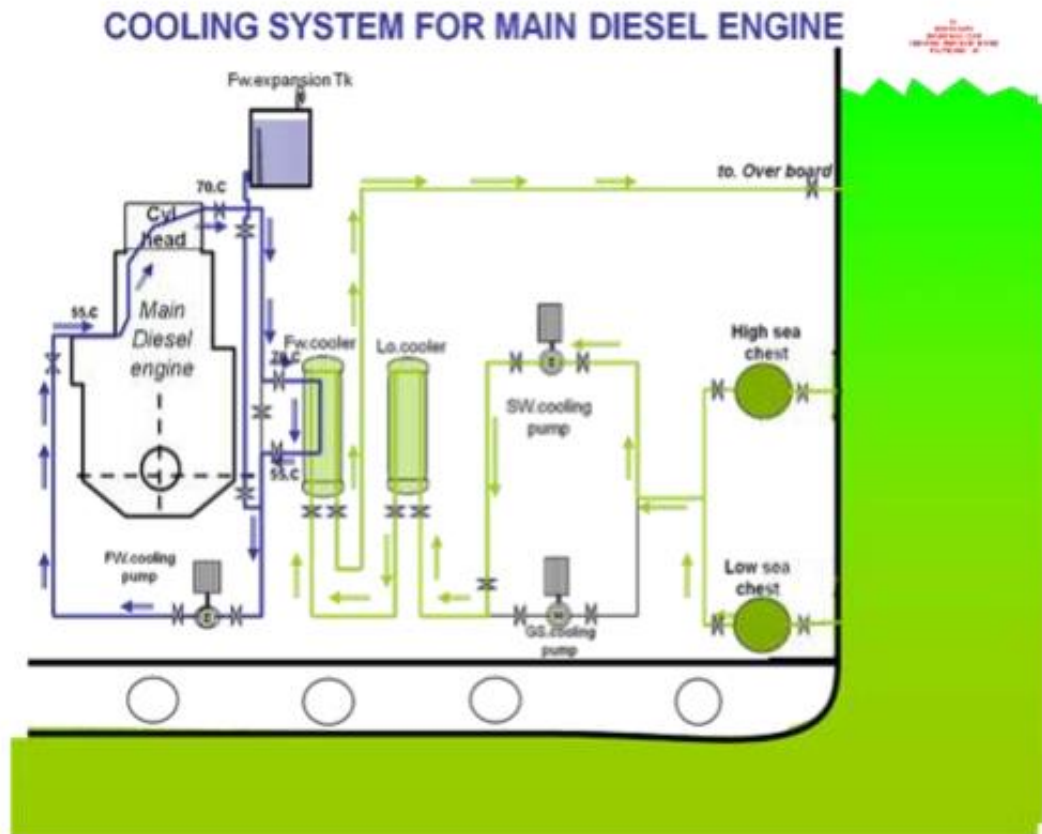


**Gambar 2.24** *Sea Water Cooling Pump*

Sumber: Data pribadi (2022)

#### **4. Sistem Pendingin**

Sistem pendingin kapal adalah salah satu sistem yang dalam kinerjanya bertujuan untuk mendinginkan mesin induk pada kapal. Pada sistem pendingin terdapat beberapa jenis, yaitu sistem pendingin terbuka dan tertutup. Adapun *flowdiagram* sistem pendingin di kapal adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.25** *Cooling System for Main Diesel Engine*

Sumber: Dedi (2019)

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 sederhana dan media pendinginnya selalu tersedia karena menggunakan air laut. Selain memiliki kelebihan, sistem pendingin terbuka pun memiliki kekurangan, yaitu mudah mengalami pengerasan 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. 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*. Sistem pendingin ini memiliki desain perancangan yang sederhana, yaitu hanya mempunyai satu *heat exchanger* yang didinginkan dengan air laut, *cooler* yang dilengkapi dengan *water jacket* sebagai pelindung. Sebagai sistem perlindungan terhadap korosi, komponen yang dimungkinkan mudah terkorosi diberikan pelumas secara teratur. Sementara itu, udara bilas didinginkan dengan air tawar yang bertemperatur rendah. Sistem pendingin tertutup juga memiliki kelebihan antara lain dapat mengurangi resiko terhadap korosi karena dalam pengoperasiannya



menggunakan air tawar dan suhu masuk serta suhu keluar dari air pendingin lebih mudah diatur melalui *cooler*. Selain memiliki kelebihan, tentunya sistem ini juga memiliki kekurangan di antaranya adalah sistem ini memiliki ketergantungan terhadap persediaan air tawar pendingin dan konstruksinya rumit karena memerlukan perlengkapan *expansi tank* maupun *cooler* sehingga biaya perawatan lebih mahal (Manen P. Van).

Pada sistem pendingin kapal baik sistem pendingin terbuka maupun sistem pendingin tertutup tidak selamanya akan berjalan dan memiliki performa yang baik-baik saja. Akan tetapi, terdapat situasi yang mengakibatkan sistem tersebut terganggu. Terdapat beberapa macam gangguan yang umum terjadi pada mesin pendingin kapal. Pertama, tersumbatnya pipa-pipa dan saluran-saluran pendinginan (pada mantel-mantel air) oleh kerak-kerak. Hal ini mampu berakibat fatal pada mesin pendingin karena apabila terdapat salah satu pipa yang tersumbat, maka air pendingin tidak dapat dialirkan dan otomatis akan mengakibatkan kenaikan temperatur pada mesin induk kapal. Apabila hal ini terus menerus terjadi, maka bisa saja mesin induk *overheat*. Selain itu, juga terdapat gangguan yang lain seperti terhambatnya aliran udara yang dihisap pada permukaan radiator oleh debu atau kotoran-kotoran, performansi engine yang tidak bisa seimbang oleh performansi pompa pensirkulasi airnya, kekosongan air tawar pada tangki mesin pendingin, air tawar di tangki cepat habis dan kotor, serta masih banyak gangguan lainnya yang mengakibatkan performa sistem pendingin terganggu (Maimun, dkk, 2004).

## 6. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

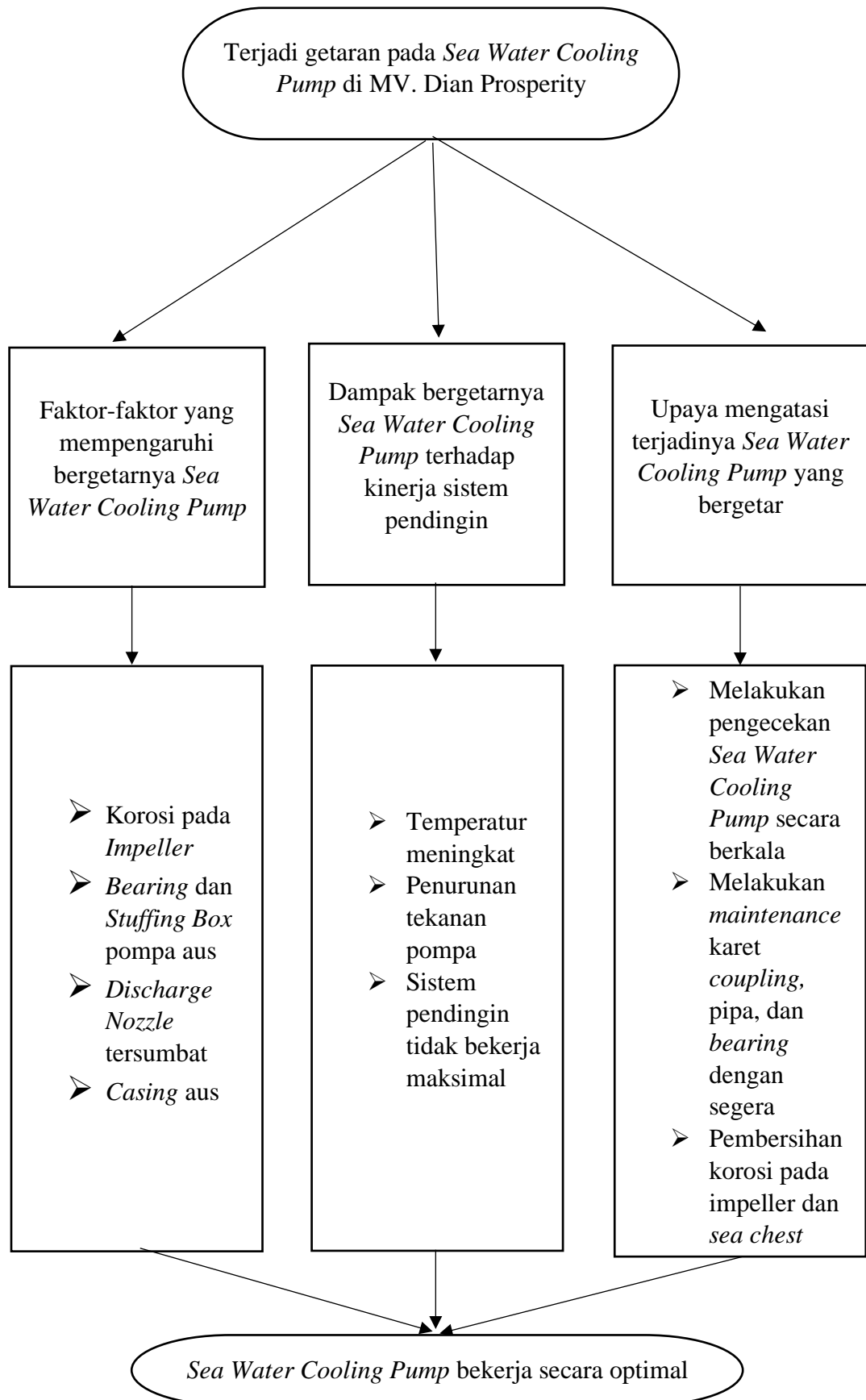
Menurut Rahmad & Fahma (2021) , *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah salah satu jenis metode yang termasuk ke dalam metode kualitatif. Metode

ini berfungsi untuk melakukan identifikasi kemungkinan-kemungkinan terjadinya kegagalan yang diakibatkan oleh alat, proses, dan juga sistem. FMEA adalah metode yang dapat dipakai dalam mengidentifikasi dan menganalisa suatu kegagalan dan akibat dari kegagalan tersebut. Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa FMEA merupakan pendekatan terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan dalam suatu sistem. Metode FMEA memiliki alur yang sederhana dan mudah untuk diterapkan dalam hal menentukan risiko yang memiliki potensi yang besar serta perlu untuk dilakukan tindakan *preventive* supaya bisa mencegah timbulnya masalah. Dalam metode FMEA ini juga memiliki tujuan pengembangan yaitu untuk memastikan produk akan mencapai persyaratan yang ditetapkan. Walaupun FMEA ini merupakan metode yang sudah tepat, namun masih mempunyai kelemahan yaitu penggunaannya yang kurang fleksibel dalam hal peningkatan desain.

### **C. KERANGKA PIKIR**

Kerangka pemikiran adalah alur yang disusun untuk memudahkan penulis pada saat pembahasan laporan penelitian terapan. Di dalam kerangka pikir penelitian akan dijelaskan mengenai tahap-tahap pemikiran secara kronologis dalam menjawab pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman dan pengalaman penulis pada saat praktek laut di MV. Dian Prosperity. Bagan kerangka pikir yaitu:





**Gambar 2.26** Kerangka Pikir Penelitian

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. JENIS 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 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. FMEA adalah metode yang dapat dipakai dalam mengidentifikasi dan menganalisa suatu kegagalan dan akibat dari kegagalan tersebut. Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa FMEA merupakan pendekatan terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan dalam suatu sistem. Metode FMEA memiliki alur yang sederhana dan mudah untuk diterapkan dalam hal menentukan risiko yang memiliki potensi yang besar dan perlu dilakukan tindakan *preventive* supaya bisa mencegah timbulnya masalah. Metode FMEA juga memiliki tujuan pengembangan yaitu untuk memastikan bahwa bahan yang diteliti bisa mencapai persyaratan yang ditetapkan dan mendapatkan solusi.

Oleh karena itu, dalam melakukan penelitian sangat diperlukan metode penelitian untuk memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi prosedur dan langkah-langkah yang harus ditempuh, waktu penelitian, sumber data, dan dengan langkah apa data-data tersebut diperoleh dan selanjutnya diolah dan dianalisis. Menurut Ismayani Ade, penelitian atau *research* adalah upaya atau cara kerja yang sistematis untuk menjawab permasalahan atau pertanyaan dengan jalan mengumpulkan data dan merumuskan generalisasi berdasarkan data tersebut. Penelitian merupakan salah satu cara untuk mendapatkan ilmu pengetahuan. Sementara itu, tujuan dari penelitian adalah untuk mendapatkan solusi dan penyebab dari penelitian yang dilakukan sehingga diperoleh data tertentu yang diinginkan penulis. Oleh karena itu, penelitian atau riset harus dilakukan secara ilmiah berdasarkan pada ciri-ciri keilmuan.

Dari paparan diatas penulis mengambil jenis penelitian kualitatif dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ini karena mampu menganalisa pergetaran yang terjadi pada *Centrifugal Sea Water Pump* yang kemudian dapat ditentukan akibat dari pergetaran pompa atau dampak dari *problem shooting* yang terjadi. Sehingga dapat menghasilkan upaya yang terbaik dalam mengatasi *trouble shooting* di atas MV. Dian Prosperity. Dalam penelitian ini masalah yang diteliti oleh penulis adalah menganalisa pergetaran yang terjadi pada *Centrifugal Sea Water Pump* yang berkapasitas 400 m<sup>3</sup>/h.

## **B. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN**

### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di atas kapal dimana saat penulis melaksanakan Praktek Berlayar di MV. DIAN PROSPERITY.

## 2. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan oleh penulis saat Praktek Berlayar selama kurang lebih 12 bulan di atas kapal yang terhitung saat penulis *sign on* dan diakhiri saat penulis *sign off* dari kapal.

## C. SUMBER DATA DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

### 1. Sumber Data

Berdasarkan cara mencari data pada penelitian sebagai pendukung tersusunnya Karya Ilmiah Terapan kali ini diantaranya sebagai berikut:

#### a. *Person* (Narasumber)

Narasumber merupakan media bagi peneliti untuk melakukan wawancara dan menggali informasi terkait penelitian yang dilakukan. Tentunya narasumber yang dipilih adalah yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

#### b. *Paper* (Kertas)

Kertas adalah media peneliti untuk memperoleh sumber informasi secara tertulis baik dari membaca dokumen, jurnal, literatur, gambar dan dokumentasi, dan lain sebagainya.

#### c. *Place* (Tempat)

Tempat adalah tempat berlangsungnya kegiatan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Tempat menjadi media yang sangat penting untuk menunjang keberhasilan sebuah penelitian.

### 2. Teknik Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang diterapkan pada karya ilmiah terapan ini adalah sebagai berikut :

a. Observasi

Observasi merupakan salah satu metode pengumpulan data dengan cara mengamati atau meninjau secara cermat dan langsung di lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi yang terjadi atau membuktikan kebenaran dari sebuah desain penelitian yang sedang dilakukan. Penulis mengamati secara langsung dan menganalisa gangguan yang terjadi pada sistem ini serta proses perawatan pada sistem ini.

b. Wawancara

Metode wawancara sebagai metode pengumpulan data penelitian adalah proses untuk mendapatkan informasi yang digunakan untuk tujuan penelitian dan dilakukan dengan cara Tanya jawab antar pewawancara dengan responden atau narasumber dengan menggunakan suatu daftar yang dinamakan panduan wawancara. Penulis melakukan wawancara kepada ABK atau *engine* kapal untuk mengetahui gejala gangguan yang terjadi pada sistem pendingin motor induk pada kapal Prala dan gangguan-gangguan yang sebelumnya terjadi pada sistem ini dan proses perawatan perawatannya seperti apa.

c. Identifikasi Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di lapangan, maka ditemukan gangguan yang terjadi pada sistem pendingin motor induk khususnya adalah bergetarnya pompa air laut sehingga perlu dilakukan perawatan lanjutan untuk mencegah terjadi gangguan kembali terjadi dan sering terjadi getaran pompa air laut secara cepat dan abnormal.

d. Teknik Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seorang. Dokumen yang berbentuk tulisan misalnya catatan harian, sejarah kehidupan (life histories), ceritera, biografi, peraturan, kebijakan. Dokumen yang berbentuk gambar misalnya foto, gambar hidup, sketsa dan lain-lain. Dokumen yang berbentuk karya misalnya karya seni, yang dapat berupa gambar, patung, film dan lain-lain. Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif.

e. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan topik yang diangkat.

#### **D. TEKNIK ANALISIS DATA**

Analisis data adalah proses pengolahan data dengan tujuan untuk menemukan informasi yang berguna yang dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan untuk solusi suatu permasalahan.

Dari uraian diatas, penulis menggunakan metode FMEA dimana dalam metode tersebut memiliki beberapa teknik analisis data guna menunjang sesuai yang terdapat pada rumusan masalah diantaranya sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi sistem

Pada langkah awal ini yang dimaksud yaitu konteks kesehatan dan keselamatan kerja (K3), kegagalan yang dimaksudkan merupakan suatu bahaya yang muncul dari suatu proses.

2. Mengidentifikasi *Failure Mode* (Moda Kegagalan)

Langkah kedua ini akan ditemukan penyebab kegagalan kejadian.

3. Mengidentifikasi *Failure Effect*

Kemudian dalam *Failure Effect* akan didapatkan suatu efek atau dampak yang ditimbulkan dari bentuk kegagalan yang dihasilkan pada *Failure Mode*.

4. Mengidentifikasi sebab-sebab kegagalan (*Causes*)

Tahap *cause* ini mengidentifikasi sebab-sebab dari *Failure Mode* yang mengakibatkan kejadian kecelakaan kerja atau kerusakan produk.

5. Menganalisis tingkat keseriusan akibat yang terjadi (*Severity*)

Pada *Severity* menilai keseriusan efek atau dampak dari *Failure Mode*.

6. Menganalisis frekuensi terjadinya kegagalan (*Occurance*)

Pada tahapan ini penulis diminta mengklarifikasikan seberapa sering penyebab kegagalan spesifik terjadi.

7. Menganalisis kesulitan pengendalian yang dilakukan (*Detection*)

Deteksi penilaian dari kemungkinan dapat mendeteksi penyebab terjadinya suatu bentuk kegagalan.

8. Perhitungan *Resiko Priority Number* (RPN)

RPN merupakan angka prioritas risiko yang didapatkan. Tahap ini bertujuan mendapatkan urutan tingkat kepentingan *Failure Mode*. Dalam menentukan

angka prioritas risiko dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D} \text{ (Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection)}.$$