

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



MAKALAH

**OPTIMALISASI POMPA PENDINGIN AIR LAUT
UNTUK MENJAGA PERFORMA MESIN INDUK
KAPAL MV. PAC CERGAS**

Oleh :

VERY DALENGKADE

NIS. 01708/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



MAKALAH

**OPTIMALISASI POMPA PENDINGIN AIR LAUT
UNTUK MENJAGA PERFORMA MESIN INDUK
KAPAL MV. PAC CERGAS**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Diklat Pelaut ATT-I**

Oleh :

**VERY DALENGKADE
NIS. 01708/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : VERY DALENGKADE
NIS : 01708/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI POMPA PENDINGIN AIR LAUT
UNTUK MENJAGA PERFORMA MESIN INDUK KAPAL
MV. PAC CERGAS

Jakarta, Juli 2021

Pembimbing I

Pembimbing II

DR. Abdul Rachman, MM
NIP. 19720103 199808 1 001

Yudhiono, S.Si, M.T
NIP. 19820130 200912 1 004

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika

Diala Zakiah, ST, MT
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19790517 200604 2 015

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : VERY DALENGKADE
NIS : 01708/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI POMPA PENDINGIN AIR LAUT
UNTUK MENJAGA PERFORMA MESIN INDUK KAPAL
MV. PAC CERGAS

Penguji I

Winarto Edi Purnama, MM

Pembina (IV/a)

NIP. 19660726 199808 1 001

Penguji II

RR. Retno Wulansawitri, M.MTr

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19820306 200502 001

Penguji III

Sursina, ST.MT

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19720723 199803 2 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2 015

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadiran ALLAH Subhana Wata'ala, atas berkat dan rahmat-Nya serta senantiasa melimpahkan anugerah-Nya, sehingga Penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar Program Upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading ATT-I, maka semua Pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada Dosen Pembimbing STIP Jakarta. Sehingga Penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“OPTIMALISASI POMPA PENDINGIN AIR LAUT UNTUK MENJAGA PERFORMA MESIN INDUK KAPAL M.V PACC CERGAS”

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan dalam penyusunan serta penulisan makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan-kekurangan dan hasilnya masih belum sempurna. Oleh sebab itu Penulis membukakan diri untuk menerima kritik serta saran-saran yang positif guna menuju keperbaikan makalah ini. Selanjutnya segala rendah hati, bersama ini Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Yth. Bapak Amiruddin, M.M, selaku Kepala Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Yth. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Yth. Ibu Diah Zakiah, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Bapak DR. Abdul Rachman, MM, selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan Penulis pada sistematika materi yang baik dan benar.
5. Yth. Bapak Yudhiono, S.Si, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini.

6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
7. Seluruh rekan-rekan Perwira Siswa ATT-I angkatan LVIII dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu.
8. Keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah.

Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi Penulis dan semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, Agustus 2021

Penulis,

VERY DALENGKADE

NIS. 01708/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	3
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	6
D. METODE PENELITIAN	6
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	7
F. SISTEMATIKA PENULISAN	8
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	10
B. KERANGKA PEMIKIRAN	27
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	28
B. ANALISIS DATA.....	29
C. PEMECAHAN MASALAH	36
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	43
B. SARAN	43
 DAFTAR PUSTAKA	45
 LAMPIRAN	
 DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tekanan Pompa Pendingin Air Laut	3
Tabel 1.2 <i>Planned Maintenance System (PMS)</i>	4

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Kapal PAC CERGAS	1
Gambar 2.1 Pompa Sentrifugal Air Laut	11
Gambar 2.2 <i>Bagian-bagian pompa sentrifugal</i>	11
Gambar 2.3 <i>Impeller</i> terbuka	14
Gambar 2.4 <i>Impeller</i> semi terbuka	14
Gambar 2.5 <i>Impeller</i> tertutup.....	15
Gambar 2.6 Shaft Pendingin Air Laut	15
Gambar 2.7 Sistem Pendinginan Tidak Langsung (Tertutup)	22
Gambar 3.1 <i>Bearing Shaft</i> Pompa	30
Gambar 3.2 <i>Rubber Joint Coupling</i>	31
Gambar 3.3 <i>Joint Coupling</i> Pompa	32
Gambar 3.4 <i>Impeller</i> pompa rusak	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship Particular

Lampiran 2. Crew List

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal PAC CERGAS adalah kapal jenis *Container Ship* berbendera Singapore, salah satu armada milik perusahaan PACC Ship Management Pte. Ltd. Kapal dengan bobot mati GT 7542 tons tersebut dilengkapi dengan mesin induk jenis motor diesel yaitu YANMAR 6EY26W. Pada motor diesel tersebut menggunakan sistem pendingin air. Hal ini sangat penting untuk mempertahankan kinerja mesin agar tetap optimal. Agar motor diesel terpelihara dari tegangan panas dan tegangan mekanis dalam batas-batas yang dapat diterima maka panas yang timbul dari hasil pembakaran harus dapat dikendalikan. Keadaan ini hanya dapat diatasi dengan cara mengedarkan media pendingin dalam jumlah yang tepat ke seluruh komponen motor.



Gambar 1.1 Kapal PAC CERGAS

Sistem pendingin pada motor diesel, dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka namun di kapal penulis menggunakan sistem pendingin tertutup. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bahan karena pemanasan berlebihan yang dapat mengakibatkan turunnya daya pada mesin itu. Tidak adanya perawatan terhadap air pendingin mesin induk dan pesawat bantu lainnya dapat berakibat fatal dan

serius. Guna menjaga lancarnya air yang keluar dari sistem pendingin, maka perlu dilakukan perhatian yang serius misalnya bagian mesin yang didinginkan, pipa pendingin, pompa air laut, *sea chest* dan sebagainya.

Dalam menunjang kelancaran pengoperasian, maka kapal kondisinya harus selalu siap pakai. Dalam ruang pembakaran sebuah motor diesel akan terjadi suhu yang sangat tinggi, karena proses ini terjadi secara terus menerus di dalam *cylinder*. Dengan demikian pendinginan dibutuhkan untuk menyerap sebagian panas dalam pembakaran untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bahan yang dapat mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk pada mesin itu. Proses pendinginan yang tidak sempurna pada motor diesel dapat mengakibatkan fatal dan serius.

Berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja di atas kapal PAC CERGAS sebagai *Chief Engineer* menemui beberapa permasalahan terkait dengan pompa pendingin air laut. Salah satunya yaitu pada tanggal 12 Desember 2020 saat kapal PAC CERGAS dalam pelayaran dari Singapore menuju Palembang, kapal dalam keadaan normal tanpa ada kerusakan atau kendala yang menghambat operasional kapal. Kapal tiba keesokan harinya sekitar 11.30 AM.LT. 12 jam sebelum kapal tiba di lokasi, mesin induk mengalami gangguan dan menyebabkan kapal terapung apung. Kemudian penulis mengecek mesin induk dan didapati ternyata tekanan pompa air laut pendingin yang masuk ke *Cooler* turun hingga 2.0 bar dari batas normalnya 3.5 bar, sehingga menyebabkan suhu pendingin air tawar mesin induk naik (*overheating*) mencapai 95°C dimana pada suhu normalnya untuk ° suhu pendingin air tawar pada mesin induk yaitu 75°C sampai 85°C. Kenaikan temperatur ini menyebabkan *alarm control thermo switch* berbunyi (alarm peringatan). Akibat dari permasalahan di atas operasi kapal mengalami keterlambatan dan kapal mendapat komplain dari pihak pencharter.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka masinis jaga melakukan pemeriksaan pada pompa secara menyeluruh, saat dilakukan pemeriksaan, ternyata ditemukan sampah-sampah atau teritip di dalam saringan air laut juga diketahui bahwa umur pompa sudah tua sehingga tidak dapat bekerja secara optimal

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penulis tertarik untuk mengangkat judul :
“OPTIMALISASI POMPA PENDINGIN AIR LAUT UNTUK MENJAGA PERFORMA MESIN INDUK KAPAL MV. PAC CERGAS”

B. IDENTIFIKASI MASALAH

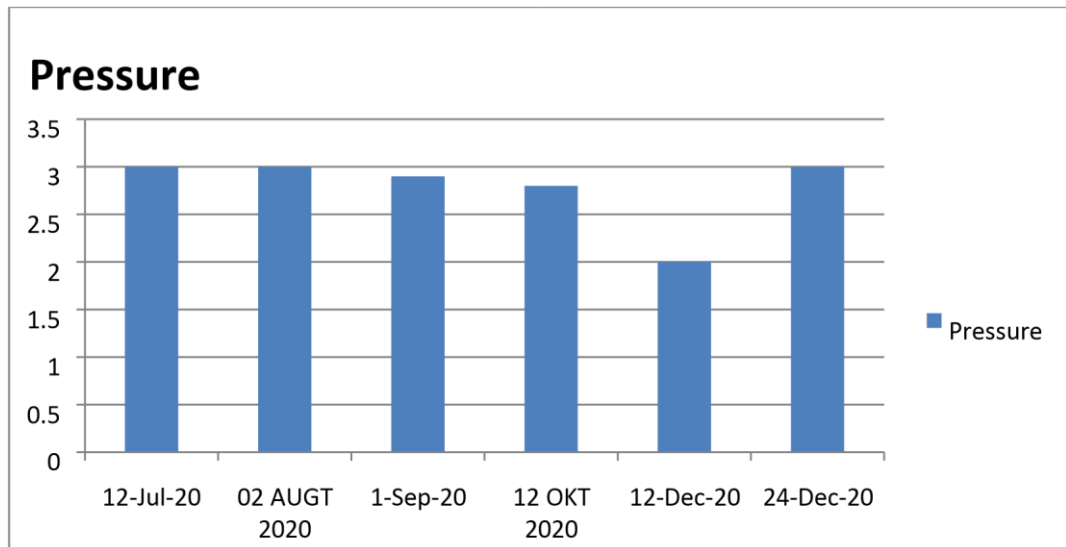
1. Identifikasi Masalah

Untuk menjaga pompa pendingin air laut agar bekerja dengan baik, perlu dilakukan perawatan secara rutin. Pompa pendingin air laut yang optimal akan berpengaruh pada sistem pendingin mesin induk sehingga mesin induk dapat dioperasikan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis mengidentifikasikan masalah sebagai berikut:

- a. Tekanan pompa pendingin air laut rendah
- b. Terjadi kerusakan pada *impeller* pompa
- c. *Vibration* yang tinggi pada pompa
- d. Perawatan pompa tidak dilakukan sesuai PMS

Tabel 1.1 Tekanan Pompa Pendingin Air Laut

NO	TANGGAL PENGOPERASIAN	JAM KERJA POMPA	KETERANGAN		KONDISI KAPAL
			Tekanan/Pressure		
1	12 JUL 2020	12.00 – 04.00 LT	3.0	NORMAL	Berlayar
2	02 AUGT 2020	04.00 – 08.00 LT	3.0	NORMAL	Berlayar
3	01 SEPT 2020	04.00 – 08.00 LT	2.9	NORMAL	Berlayar
4	12 OKT 2020	00.00 – 04.00 LT	2.8	NORMAL	Berlayar
5	12 DEC 2020	04.00 – 08.00 LT	2.0	TIDAK NORMAL	Berlayar
6	24 DEC 2020	08.00 – 12.00 LT	3.0	NORMAL	Berlayar



Tabel 1.2 *Planned Maintenance System (PMS)*

ITEM EMERIKSAAN		Interval Maintenance
POMPA AIR LAUT		
1	Check secara visual kebocoran, kekencangan baut. Dengarkan untuk suara noise dari bearing dan getaran	1 bulan
2	Lumasilah mechanical seal. Ball bearing dan bearing bush.	6 bulan
3	Check performance dan power consumption. Buka pompa untuk inspeksi	2 .4 tahun
POMPA AIR TAWAR		
1	Check secara visual kebocoran, kekencangan baut. Dengarkan untuk suara noise dari bearing dan getaran	1 bulan
2	Lumasilah mechanical seal. Ball bearing dan bearing bush.	6 bulan
3	Check performance dan power consumption. Buka pompa untuk inspeksi	2 .4 tahun
POMPA OLI		

1	Sekali dalam seminggu diadakan pemeriksaan fungsi dari pompa: kebocoran, tekanan tidak normal, suara tidak normal. Saringan minyak harus dibersihkan secara regular. Frekwensi ebutuhan disesuaikan dengan pengalaman	1 minggu
2	Bearing harus di check untuk banormal clearance dan diganti jika diperlukan	2 tahun
3	Pemeriksaan secara komplit	4 tahun
COOLERS		
1	Fresh Water Cooler No. 1 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan
2	Fresh Water Cooler No. 2 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan
3	Lubricating Oil Cooler No. 1 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan
4	Lubricating Oil Cooler No. 2 M/E Check dan dibersihkan	Cek suhu & tekanan

2. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya pembahasan mengenai permasalahan yang terjadi pada pompa pendingin air laut, maka agar pembahasannya lebih fokus penulis membatasi masalah hanya berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja di atas kapal MV. PAC CERGAS sebagai *Chief Engineer* periode 30 Maret 2020 sampai dengan 19 Januari 2021, yaitu membahas tentang :

- a. Tekanan pompa pendingin air laut rendah
- b. Terjadi kerusakan pada *impeller* pompa

3. Rumusan Masalah

Agar lebih mudah dicarikan solusi pemecahannya maka penulis perlu merumuskan masalah yang terjadi. Berdasarkan uraian identifikasi dan batasan masalah yang tersebut di atas, penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Mengapa tekanan pompa pendingin air laut rendah ?
- b. Mengapa terjadi kerusakan pada *impeller* pompa ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengidentifikasi bagaimana penanganan pompa pendingin air laut untuk menunjang performa mesin induk sehingga dapat bekerja dengan efektif.
- b. Untuk menganalisis penyebab dari permasalahan yang terjadi pada pompa pendingin air laut tersebut.
- c. Untuk mencari solusi pemecahan yang tepat dari permasalahan tersebut agar tidak terjadi masalah yang sama di kemudian hari.

2. Manfaat Penelitian

a. Aspek Teoritis

Sebagai sumbangan pemikiran bagi studi manajemen perawatan sistem pendingin, dengan cara mencermati karakteristik yang khas serta untuk mendorong melakukan penelitian tentang perawatan pompa pendingin air laut dengan cara pandang yang berbeda.

b. Aspek Praktis

Memberikan sumbangan pemikiran kepada rekan-rekan seprofesi, agar bila mendapat masalah yang sama dapat digunakan sebagai acuan sebagai upaya pemecahannya, dalam mengatasi akibat yang ditimbulkan dari pompa pendingin air laut.

D. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan makalah ini diantaranya yaitu :

1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang penulis gunakan dalam penyusunan penulisan makalah ini adalah menggunakan metode deskripsi kualitatif dimana dalam menemukan kebenaran yang obyektif dari suatu permasalahan yang melalui penguraian dan penjelasan pemecahan permasalahan melalui tugas-tugas pada setiap bagian dan pelaksanaannya.

2. Teknik pengumpulan data

Dalam penulisan ini makalah ini penulis menggunakan teknik pengumpulan data melalui teknik observasi (pengamatan) langsung di atas kapal tempat penulis bekerja sebelumnya, dan sebagai pelengkap data maka penulis juga menggunakan beberapa buku referensi yang berkaitan dengan pembahasan pompa pendingin air laut dalam penulisan makalah ini.

3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian penyusunan penulisan makalah ini berdasarkan penelitian terlebih dahulu yang dilakukan saat penulis bekerja dan melakukan aktivitas sebagai seorang *Chief Engineer* di atas kapal PAC Cergas dimana kapal di lengkapi 2 unit motor induk.

4. Teknik Analisis Data

Dalam pengambilan Teknik Analisis Data yang digunakan penulis dalam penyusunan penulisan makalah ini adalah analisis data akan akar permasalahan yang di uraikan/di bahas berdasarkan data dari pengalaman maupun dari bukubuku referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang di bahas.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dalam penyusunan makalah ini dilakukan saat penulis bekerja di atas kapal MV. PAC CERGAS sebagai *Chief Engineer* sejak tanggal 30 Maret 2020 sampai dengan 19 Januari 2021.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas MV. PAC CERGAS yaitu kapal *container* berbendera Singapore dengan berat kotor (GRT) 7.542 T.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian ini.

Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi, batasan dan rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Terdiri dari Tinjauan pustaka yang memaparkan teori-teori untuk menganalisa data-data sebagai referensi untuk mendapatkan informasi. Pada landasan teori ini juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas kapal PAC CERGAS sebagai *Chief engineer*. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas didalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

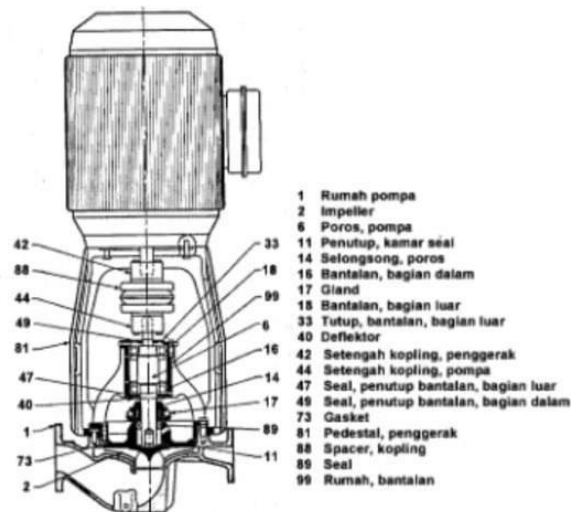
Dalam bab ini penulis memaparkan teori-teori dan istilah-istilah yang berhubungan dan mendukung dari pembahasan permasalahan yang akan dibahas lebih lanjut pada masalah ini yang bersumber dari referensi bukubuku pustaka yang terkait.

1. Pompa Pendingin Air Laut

a. Definisi Pompa

Menurut Adhi Darmawan (2016:12) pompa adalah suatu alat atau pesawat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

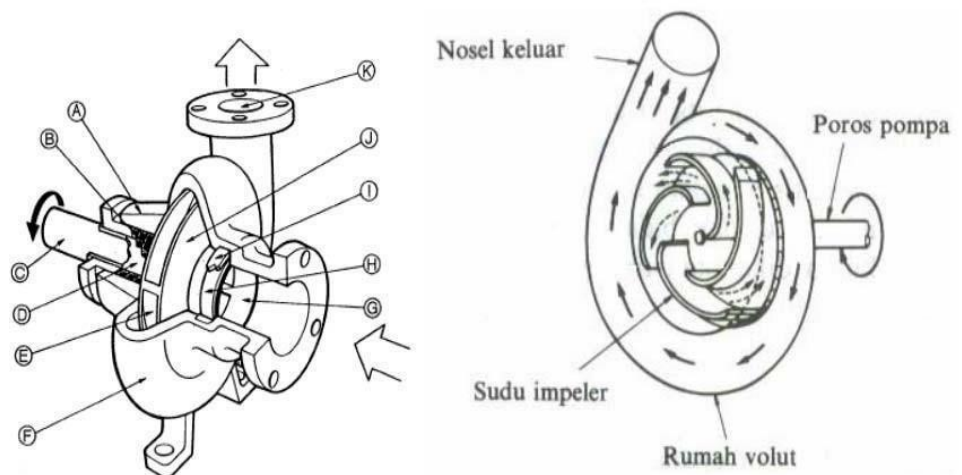
Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan dengan keluar (*discharge*), dengan kata lain pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.



Gambar 2.1 Pompa Sentrifugal Air Laut

b. Bagian-Bagian Pompa

Menurut Adhi Darmawan (2016:12) bahwa bagian-bagian utama pompa sentrifugal



Gambar 2.2 Bagian-bagian pompa sentrifugal

1) *Stuffing Box*

Stuffing box berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing.

2) *Packing*

Bagian ini digunakan untuk mencegah dan mengurangi kebocoran cairan dari casing pompa melalui poros. Biasanya terbuat dari asbes atau teflon.

3) *Shaft* (poros)

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan *impeller* dan bagian-bagian berputar lainnya.

4) *Shaft Sleeve*

Shaft sleeve berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada *stuffing box*. Pada pompa *multi stage* dapat berfungsi sebagai *leakage joint*, *internal bearing* dan *interstage* atau *distane sleeve*.

5) *Vane* (Sudu)

Sudu dari *impeller* sebagai tempat berlalunya cairan dari *impeller*

6) *Casing*

Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan *diffuser* (*guide vane*) *inlet* dan *outlet nozzle* serta tempat memberikan arah aliran dari *impeller* dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).

7) *Eye of Impeller*

Eye of Impeller merupakan bagian dari sisi masuk pada arah hisap *impeller*.

8) *Impeller*

Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinyu. Sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

9) *Casing Wearing ring*

Wearing ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan *impeller* maupun bagian belakang *impeller*, dengan cara memperkecil celah antara casing dengan *impeller*.

10) *Bearing*

Bearing (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. *Bearing* juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

11) *Discharge Nozzle*

Discharge Nozzle adalah sisi keluar pada arah *discharge*, berfungsi untuk meningkatkan tekanan dari pompa sehingga aliran yang dihasilkan akan berbeda dengan tekanan masuk.

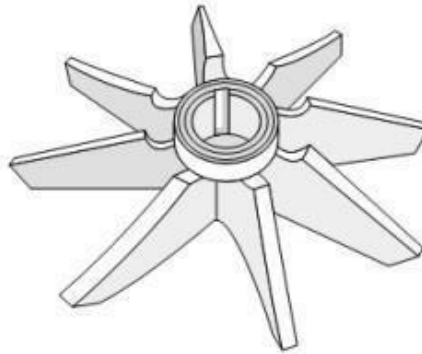
2. *Impeller Pompa Pendingin Air Laut*

Menurut Austin H. Harahap (2013:54) bahwa *Impeller* adalah bagian yang berputar dalam pompa sentrifugal yang mengubah energi listrik dari motor menjadi energi kinetik dalam cairan. *Impeller* biasanya terbuat dari baja, aluminium, plastik, kuningan, atau perunggu. Bentuk, ukuran, dan kecepatan *impeller* adalah faktor-faktor yang berpengaruh yang menentukan kinerja pompa. Sebagai konsekuensi, setiap jenis kesalahan *impeller* dapat menyebabkan kinerja yang buruk dan penurunan efisiensi pompa.

Pada umumnya, *impeller* dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu, *impeller* terbuka, *impeller* semi terbuka, dan *impeller* tertutup.

- a. *Impeller* terbuka, seperti yang terlihat pada gambar 2.3, *impeller* hanya terdiri dari blades yang melekat langsung ke poros. Blades biasanya pendek dan lebih lemah secara struktural daripada *impeller* semi terbuka atau tertutup. Jenis *impeller* ini memiliki efisiensi rendah dan umumnya hanya digunakan pada pompa energi kecil dan rendah. Keuntungan dari

impeller ini adalah bahwa hal itu cocok untuk aplikasi dimana ketahanan menyumbat diperlukan atau kemungkinan mendapat sumbatan kecil.



Gambar 2.3 *Impeller* terbuka

- b. *Impeller* semi terbuka memiliki piring (penutup) melekat pada salah satu sisi pipa (Gambar 2.4). Penutup yang digunakan untuk memperkeras dan menambah kekuatan structural. *Impeller* semi terbuka biasanya digunakan dalam pompa berdiameter sedang dan dengan cairan yang mengandung jumlah kecil padatan tersuspensi. *Impeller* jenis ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada *impeller* terbuka.



Gambar 2.4 *Impeller* semi terbuka

- c. *Impeller* tertutup, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5, memiliki piring melingkar yang melekat pada kedua sisi pisau.

Impeller tertutup ini digunakan dalam pompa besar dan dapat dioperasikan dengan cairan yang mengandung padatan tersuspensi untuk operasi tanpa tersumbat. Jenis *impeller* ini banyak digunakan pada pompa sentrifugal untuk memompa fluida jernih dan yang paling efisien.

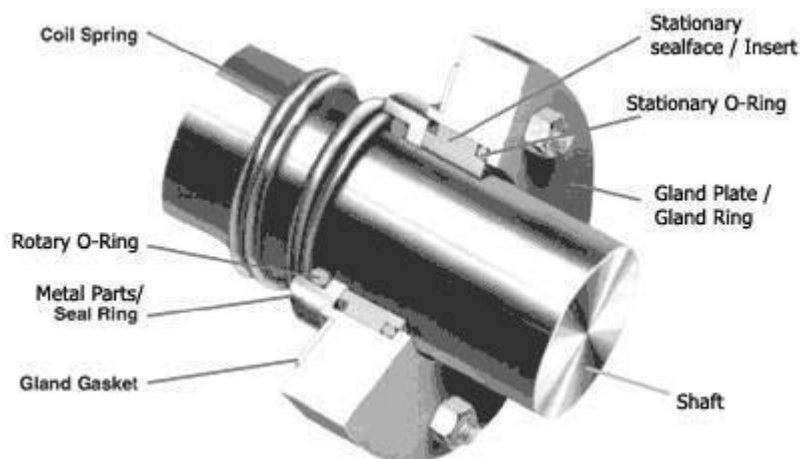


Gambar 2.5 *Impeller* tertutup

3. Shaft Pompa Pendingin Air Laut

a. Definisi Shaft Pompa

Menurut Tjipto Atmoko (2011:23) Poros pompa adalah bagian yang mentransmisikan putaran sumber gerak, seperti motor listrik, ke pompa. Yang berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan *impeller* dan bagian berputar lainnya.



Gambar 2.6 Shaft Pendingin Air Laut

b. Faktor Penyebab Rusaknya Shaft Pompa

1) Standard Operasional Prosedur (SOP)

Menurut Tjipto Atmoko (2011:34), Standar Operasional Prosedur merupakan suatu pedoman atau acuan untuk melaksanakan tugas pekerjaan sesuai dengan fungsi dan alat penilaian kinerja instansi pemerintah berdasarkan indikator-indikator teknis, administratif dan prosedural sesuai tata kerja, prosedur kerja dan sistem kerja pada unit kerja yang bersangkutan. Standar Operasional Prosedur tentang pengoperasian pompa sangat penting bagi kelancaran pengoperasian pompa. Selain itu, dengan adanya SOP bagi operator yang belum paham tentang prosedur pengoperasian pompa akan menambah wawasan dan pengetahuan bagi operator itu sendiri dan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada pompa.

2) Pemilihan bahan kurang bagus

Menurut Tjipto Atmoko (2011:35), Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi, pulley, flywheel, engkol dan elemen pemindah lainnya. Umumnya terjadinya kerusakan pada shaft pompa bisa disebabkan oleh material shaft itu sendiri. Pemilihan bahan yang bagus sangat penting karena akan mempengaruhi kinerja dari pompa itu sendiri. Selain itu produsen harus menyediakan kualitas bahan yang bagus agar pompa dapat beroperasi secara maksimal. Shaft diharapkan kuat dan awet sehingga tidak terjadi kerusakan yang menghambat pengoperasian pompa.

3) Ketidaklurusan shaft dengan penggeraknya

Menurut Tjipto Atmoko (2011:36), kelurusan pompa dan penggeraknya pada umumnya sudah diluruskan di atas satu landasan oleh pabrik pembuatnya. Meskipun demikian perangkat ini tidak boleh langsung dijalankan setelah dipasang ditempat, karena landasan yang tidak dipakai umumnya tidak mempunyai

kekakuan yang tinggi sehingga masih mungkin terjadi deformasi elastis. Selain itu perlu diingat bahwa kelurusan dipabrik umumnya dilakukan diatas bidang yang sangat rata, berbeda dengan permukaan yang ada ditempat pemasangan di lapangan. Jika tidak teliti dalam pemasangan maka sumbu poros pompa dan motor penggeraknya menjadi tidak lurus.

4) Korosi pada bearing pompa

Menurut Tjipto Atmoko (2011:36), macetnya bearing karena korosi dan kurangnya pelumasan mengakibatkan Shaft bengkok atau retak. Karena bearing pada pompa berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar dengan baik. Bearing juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan pada tempatnya, sehingga kerugian gesekan menjadi lebih kecil.

5) Human error

Menurut Peters (2015:33), human error adalah suatu penyimpangan dari standart performansi yang telah ditentukan sebelumnya sehingga menyebabkan adanya penundaan akibat dari kesulitan, masalah, insiden, dan kegagalan. Human error atau biasa dikenal dengan kesalahan manusia banyak terjadi di berbagai jenis kapal manapun. Kesalahan manusia bisa disebabkan oleh beberapa faktor yaitu komunikasi yang buruk, stress, kelelahan kerja, disiplin manusia dan kompetensi. Kesalahan yang dilakukan oleh manusia tersebut terkadang memberikan dampak yang sangat buruk terhadap pengoperasian pompa.

c. Dampak Rusaknya Shaft Pompa

Menurut Tjipto Atmoko (2011:40), dampak yang terjadi di atas kapal apabila pompa mengalami gangguan adalah sebagai berikut :

1) Putaran pompa menjadi tidak stabil

Putaran pompa tidak stabil disebabkan karena shaft berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari tenaga penggerak menuju *impeller*. Apabila tidak segera dilakukan perbaikan atau penggantian terhadap shaft yang sudah retak akan mengakibatkan terjadinya gesekan pada komponen pompa.

2) Kurangnya tekanan pompa

Kurangnya tekanan pompa disebabkan karena bergesernya shaft pompa mengakibatkan putaran menjadi tidak stabil sehingga *impeller* tidak dapat bekerja dengan maksimal dan tekanan pompa menjadi menurun.

3) *Overheat* pada mesin induk

Retaknya shaft mengakibatkan menurunnya tekanan pompa sehingga pasokan air laut yang masuk ke generator menjadi berkurang dan mengakibatkan *overheat* pada generator.

4. Sistem Pendingin

a. Definisi Pendingin Secara Umum

Menurut Arismunandar, W dan Kuichi Tsuda, (2004:37) bahwa pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam *cylinder*. Di dalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain: *cooler*, pompa sirkulasi air tawar, *strainer* pada air laut dan *sea chest*. Apabila salah satu komponen tersebut mengalami gangguan, maka akan berakibat pada kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap Motor Induk. Air pendingin dalam fungsinya sangat *vital* dalam menjaga kelancaran pengoperasian motor induk.

b. Macam-Macam Sistem Pendinginan

Pada umumnya di kapal-kapal niaga ada 2 (dua) cara untuk mendinginkan mesin utama maupun motor bantu, yaitu :

1) Sistem Pendinginan Langsung (Terbuka)

Sistem pendinginan langsung adalah sistem pendinginan yang menggunakan satu media pendingin saja yakni dengan media pendingin air laut. Proses pendinginannya dengan cara air laut diambil dari katup *kingstone* melalui filter dengan pompa air laut, kemudian air laut disirkulasikan ke seluruh bagian-bagian mesin yang membutuhkan pendinginan melalui pendingin minyak pelumas dan pendingin udara untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder dan katup pelepas gas kemudian air laut dibuang keluar kapal.

Bila ditinjau dari segi konstruksi sistem pendinginan langsung mempunyai keuntungan yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil dibandingkan dengan sistem pendinginan tidak langsung. Selain itu dapat menghemat pemakaian peralatan, karena pada sistem ini tidak memerlukan tangki air dan tidak memerlukan banyak pompa untuk mensirkulasikan air pendingin. Adapun kerugian dari sistem pendinginan langsung ini adalah pada instalasi pipa air laut mudah sekali terjadi pengerakan (karat) karena air laut ini bersifat korosif serta air pendingin sangat terpengaruh dengan temperatur air laut.

Beberapa komponen yang sering dipakai dalam sistem pendinginan langsung (pendinginan terbuka) diantaranya sebagai berikut :

a) *Sea chest*, hubungan ke laut

Kotak laut (*sea chest*) adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari pelat kulit kapal yang berada dibawah permukaan air dipergunakan untuk mengalirkan air laut kedalam kapal sehingga kebutuhan sistem air laut (*sea water sistem*) dapat dipenuhi. Pada kapal-kapal yang berukuran besar, menengah maupun kecil dengan sistem instalasi permesinan dari mesin induk seluruhnya terletak di dalam kamar mesin. Pada badan kapal bawah air menurut peraturan dari Biro Klasifikasi

Indonesia harus dipasang suatu bagian konstruksi yang disebut *sea chest*. Karena dari *sea chest* inilah kebutuhan air laut dalam kapal dapat dipenuhi.

Berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 1996 Vol.III sec.11.1 dinyatakan bahwa sekurangnya 2 *sea chest* harus ada. Bilamana mungkin *sea chest* diletakkan serendah mungkin pada masing-masing sisi kapal. Untuk daerah pelayaran yang dangkal, disarankan bahwa harus terdapat sisi pengisapan air laut yang lebih tinggi, untuk mencegah terhisapnya lumpur atau pasir yang ada di perairan dangkal tersebut.

b) Pipa air pendingin

Saluran air pendingin biasanya menggunakan pipa yang terbuat dari baja, dan bagian di dalamnya digalvanisasi. pipa ini dilalui air pendingin, dimana aliran dan kecepatan sesuai dengan luas penampang pipa untuk kebutuhan pendinginan.

c) Katup

Katup *sea chest* dipasang sedemikian sehingga dapat dioperasikan dari atas pelat lantai (*floor plates*). Pipa tekan untuk sistem pendingin air laut dipasang suatu katup *shut off* pada *shell plating*.

d) *Strainer*

Sisi hisap pompa air laut dipasang *strainer*. *Strainer* tersebut juga diatur sehingga dapat dibersihkan selama pompa beroperasi. Bilamana air pendingin disedot oleh corong yang dipasang dengan penyaringnya, maka pemasangan *strainer* dapat diabaikan.

e) Pompa

Pompa air laut berfungsi untuk menghisap air laut dan menekan air ke dalam sistem, selanjutnya disirkulasikan agar dapat melakukan pendinginan. Pada umumnya motor di kapal

nmenggunakan pompa air laut jenis sentrifugal, yang digerakkan dengan perantaraan puli (*belt*), sehingga poros pompa akan berputar dengan arah yang sama. Motor jenis ini biasanya menggunakan jenis pompa torak dan pemasangan pompa tidak boleh lebih tinggi dari tangki persediaan air, tetapi pompa harus lebih rendah dari permukaan air di dalam tangki, sehingga air laut dapat masuk ke ujung pipa hisap. (Maanen, P. Van, 2013)

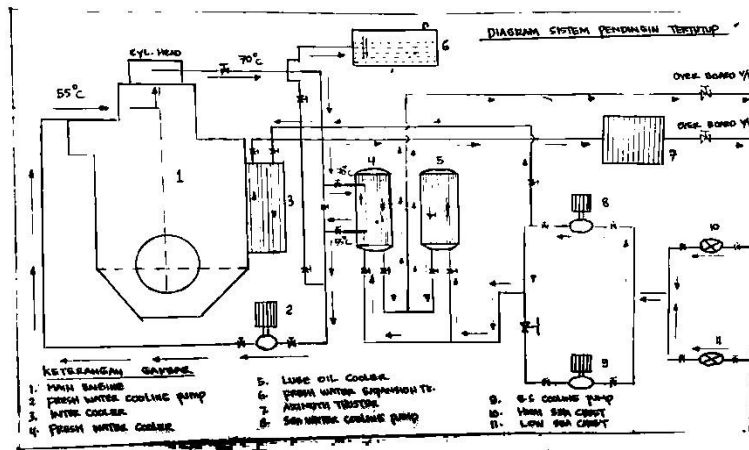
2) Sistem Pendinginan Tidak Langsung (Tertutup)

Sistem pendinginan tidak langsung menggunakan dua media pendingin, yang digunakan adalah air tawar dan air laut. Air tawar dipergunakan untuk mendinginkan bagian-bagian motor, sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar, setelah itu air laut langsung dibuang keluar kapal dan air tawar bersirkulasi dalam siklus tertutup.

Sistem pendinginan ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dan dapat mendinginkan bagian-bagian motor secara merata.

Sistem pendinginan tidak langsung ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada sistem pendinginan langsung dan dapat mendinginkan secara merata. Keuntungan lain yang didapat dari sistem pendingin ini adalah kecilnya resiko terjadinya karat.

Kerugian sistem pendinginan tidak langsung adalah terlalu banyak menggunakan ruangan untuk penempatan alat-alat utamanya, sehingga konstruksi menjadi rumit. Daya yang dipergunakan untuk mensirkulasikan air pendingin lebih besar, karena sistem ini menggunakan banyak pompa sirkulasi.



Gambar 2.7 Sistem Pendinginan tidak langsung (tertutup)

c. Macam-Macam Media Pendinginan

Pada sistem pendinginan motor dapat dilakukan dengan beberapa media pendingin, yaitu :

1) Media Pendingin Air

Air merupakan media pendingin yang baik karena air dapat mengambil 1 kkal pada tiap kg dan tiap derajat celcius.

Sedangkan volume dari 1 kg air hanya 1 dm³.

a) Media pendingin air tawar

Media pendingin dengan menggunakan air tawar ini digunakan pada sistem pendinginan tak langsung. Proses pendinginannya dilakukan dengan proses pendinginan air tawar terlebih dahulu yang terletak di tangki penampung air tawar. Setelah temperatur air tawar pada tangki penampung menurun selanjutnya air tawar disirkulasikan ke bagianbagian mesin yang memerlukan pendinginan, terutama ke bagian yang bergerak yang memiliki resiko kerusakan besar.

Untuk menjaga agar proses pendinginan pada motor dapat berjalan dengan lancar maka perlu diperhatikan sirkulasi pendinginan tersebut. Biasanya akan terdapat karat yang terjadi akibat dari endapan-endapan mineral yang terkandung di dalam air. Apabila ini dibiarkan terus-menerus, maka seiring

berjalannya waktu maka karat tersebut akan menyebabkan tersumbatnya sirkulasi air pendingin.

b) Media pendingin air laut

Media pendingin dengan menggunakan air laut ini digunakan pada sistem pendinginan secara langsung (terbuka). Proses pendinginannya dengan mensirkulasikan air laut secara langsung ke bagian-bagian mesin yang memerlukan pendinginan. Pada sistem pendinginan jenis ini diperlukan bahan pencegah pembentukan korosi terutama pada bagian di dalam blok silinder yang sering disebut *zinc anode*.

2) Media Pendingin Udara

Udara adalah bahan pendingin yang buruk karena dalam 1 kg udara atau kira-kira 0,77 m³ udara hanya dapat menerima 1 kJ tiap derajat Celcius. Panas jenis udara $\pm 1 \text{ kJ / kg derajat celcius}$. Oleh karena itu bahan pendingin ini hanya dapat dipergunakan jika :

- a) Udara tersedia dalam jumlah yang besar.
- b) Jumlah panas yang harus dikeluarkan adalah terbatas, seperti pada motor yang kecil.

Pada umumnya semua motor dengan pendinginan udara, silindersilindernya dilengkapi dengan rusuk-rusuk pendingin. Rusukrusuk pendingin ini memperbesar luas permukaan yang dapat menyerahkan panas kepada udara pendingin.

3) Media Pendingin Minyak

Minyak lumas juga dapat dipakai sebagai pendingin, akan tetapi minyak tersebut hanya dapat mengambil 0,4 kkal pada tiap kg dan tiap derajat celcius. Sehingga kita harus menyediakan minyak yang cukup banyak agar dapat mengeluarkan panas yang besarnya sama dengan media pendingin air. (Romzana, HR, M.Mar.E, 2002)

Pada motor diesel, penggunaan minyak lumas hanya untuk melumasi bagian yang bergesekan seperti gesekan pada torak, poros engkol, bantalan, dan lain-lain. Bila ditinjau dari segi penyerapan panas, maka media pendingin minyak lumas memiliki penyerapan panas lebih kecil dan rendah dibanding media pendingin air. Minyak pelumas digunakan sebagai media pendinginan permukaan yang panas dengan cara disemprotkan atau dialirkan pada bagian tersebut. Selain itu juga dapat digunakan untuk melumasi bagian-bagian yang saling bergesekan agar tidak cepat aus.

5. Perawatan

Menurut M.S Sehwarat dan J.S Narang (2011:34) dalam bukunya “*Production Management*” perawatan (*maintenance*) adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar fungsional dan kualitas. Perawatan dilakukan untuk merawat ataupun memperbaiki peralatan agar dapat melakukan kegiatan operasional dengan efektif dan efisien sesuai dengan yang diharapkan.

Perawatan terencana (PMS) adalah sistem perawatan yang dilakukan secara terencana untuk perawatan pesawat-pesawat permesinan dan peralatan lainnya di kapal secara terencana dan berkesinambungan, menurut petunjuk maker masing-masing agar dapat menghindari terjadinya kerusakan (*breakdown*) yang dapat menghambat kelancaran operasional kapal.

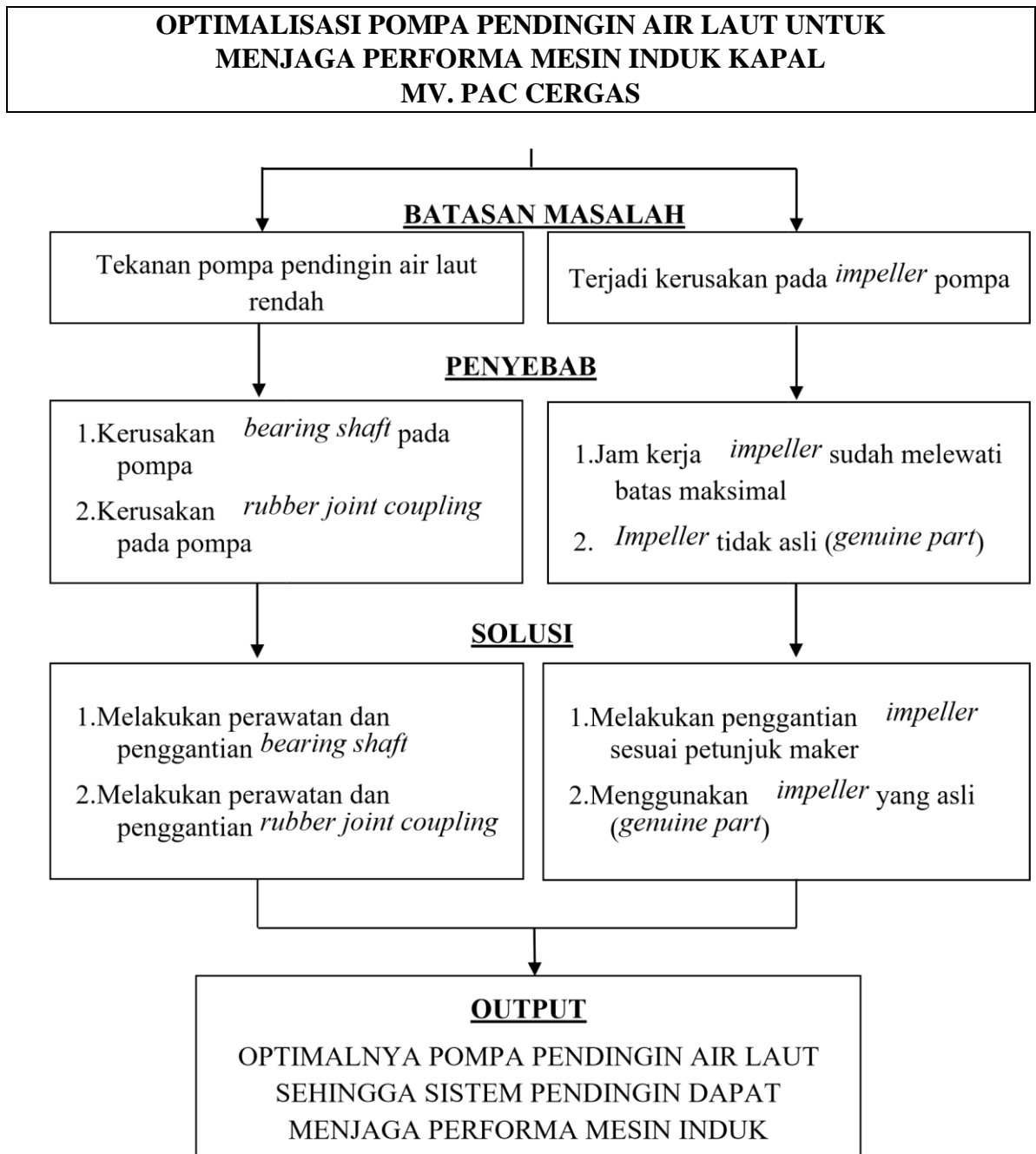
Kegiatan perawatan terencana bertujuan untuk mengurangi kemungkinan cepat rusak, supaya kondisi mesin selalu siap pakai. Terdapat dua cara perawatan terencana, pertama melakukan *patrol/regular planned maintenance inspection* yaitu kegiatan perawatan yang dilaksanakan dengan cara memeriksa setiap bagian mesin induk secara detail dan berurutan sesuai dengan *schedule*. Kedua *mayor overhaul* yaitu kegiatan perawatan yang dilaksanakan dengan mengadakan pembongkaran menyeluruh dan penelitian terhadap mesin, serta melakukan penggantian suku cadang yang sesuai dengan spesifikasinya.

- a. Yang dimaksud dengan perawatan terencana / *Planned Maintenance System (PMS)* seperti :
- 1) Perawatan setiap hari (*daily maintenance*)
 - 2) Perawatan setiap minggu (*weekly maintenance*)
 - 3) Perawatan setiap bulan (*monthly maintenance*)
 - 4) Perawatan setiap 6 bulan (*semi annual maintenance*)
 - 5) Perawatan tahunan/*dock (annually maintenance)*
- b. Keuntungan perawatan terencana yang dilaksanakan dengan baik dan benar, antara lain :
- 1) Memperpanjang waktu kerja (*lifetime*) unit pesawat penggerak utama atau mesin induk dan pesawat bantu seperti pompa pendingin air laut.
 - 2) Kondisi material pada pesawat penggerak utama atau mesin induk dapat dipantau setiap saat oleh setiap pengawas atau personil di darat, hanya dengan melihat laporan administrasi perawatan.
 - 3) Dengan tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu operasional (*downtime*).
 - 4) Operasi kapal lancar dengan memberikan rasa aman dan tenang pikiran, kepada semua personil kapal dan manajemen darat bahwa mesin induk dan permesinan lainnya bekerja secara optimal, normal dan terkontrol dengan benar.
 - 5) Walaupun biaya perawatan sangat besar, namun semuanya itu dapat diperhitungkan (*accountable*) sesuai dengan anggaran biaya perawatan, paling sedikit ada penghematan biaya.
- c. Untuk memudahkan pelaksanaan perawatan, maka kegiatan perawatan yang dilakukan sebaiknya berdasarkan :
- 1) Sistem perintah kerja atau *work order system* merupakan kegiatan Perawatan yang dilaksanakan berdasarkan pesanan dari kepala

kerja pada bagian mesin. *Work order* atau perintah kerja memuat tentang :

- a) Apa yang harus dikerjakan.
 - b) Siapa yang mengerjakan dan bertanggung jawab.
 - c) Alat-alat yang dibutuhkan serta macamnya.
 - d) Suku cadang yang dibutuhkan.
 - e) Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan perawatan tersebut dan kapan waktu penyelesaiannya.
- 2) *Checklist system* merupakan daftar atau *schedule* yang telah dibuat untuk melakukan kegiatan perawatan dengan cara pemeriksaan terhadap setiap mesin secara berkala.
- 3) Rencana kerja bulanan (*monthly maintenance*) atau 3 bulanan (*quarterly maintenance*), yaitu kegiatan maintenance yang dilaksanakan berdasarkan pengalaman atau berdasarkan catatan sejarah mesin, misalnya kapan suatu mesin harus dirawat atau diperbaiki.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Obyek penelitian dalam penyusunan makalah ini yaitu kapal PAC CERGAS tempat penulis bekerja sebagai *Chief Engineer*, yang merupakan kapal *Steel Container Ship* berbendera Singapore.

Adapun pembahasan makalah ini difokuskan pada permasalahan pompa pendingin air laut dengan spesifikasi sebagai berikut :

Type : CA-100/80-40

Monobloc centrifugal self priming vertical pump

PUMP

Flow : 75 m³/h Total head : 50 m NPSHr : 3,31 m RPM : 2900 Abs Power : 20 kW

MOTOR Power :

30 kW

Voltage : 400 V-III

Freq : 50 Hz

RPM : 2900

Type : 200 LA-2

Rated IN : 53 A

Starting : 6,5

Selama penulis bekerja di atas kapal PAC CERGAS sebagai *Chief Engineer* menemui beberapa permasalahan pada sistem pendingin yang disebabkan oleh pompa pendingin air laut tidak bekerja secara optimal, diantaranya yaitu :

1. Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Rendah

Pada tanggal 12 Desember 2020 saat kapal PAC CERGAS dalam pelayaran dari Singapore menuju Palembang, kapal dalam keadaan normal tanpa ada kerusakan atau kendala yang menghambat operasional kapal.

Kapal tiba keesokan harinya sekitar 11.30 LT. 12 jam sebelum kapal tiba di lokasi, mesin induk mengalami gangguan dan menyebabkan kapal terapung

apung. Kemudian penulis mengecek mesin induk dan didapati ternyata tekanan pompa air laut pendingin yang masuk ke *Cooler* turun hingga 2.0 bar dari batas normalnya 3.5 bar, sehingga menyebabkan suhu pendingin air tawar mesin induk naik (*overheating*) mencapai 95°C dimana pada suhu normalnya untuk suhu pendingin air tawar pada mesin induk yaitu 75°C sampai 85°C. Kenaikan temperatur ini menyebabkan *alarm control thermo switch* berbunyi (alarm peringatan). Akibat dari permasalahan di atas operasi kapal mengalami keterlambatan dan kapal mendapat komplain dari pihak pencharter.

2. Terjadi Kerusakan Pada *Impeller* Pompa

Kejadian pada tanggal 20 Desember 2020 sebagaimana dijelaskan di atas, yaitu terjadi gangguan pada pompa pendingin air laut. Untuk mengatasi masalah tersebut maka masinis jaga melakukan pemeriksaan pada saringan air laut yaitu saringan hisap sebelum pompa air laut, ternyata ditemukan kotoran berupa sampah dan teritip di dalam saringan air laut tersebut sehingga dilakukan pembersihan saringan. Kotoran tersebut menutupi sudu-sudu *impeller* dan sebagian masuk ke pipa pipa pendingin dan *cooler* air tawar sehingga penyerapan panas berkurang.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan terhadap *impeller* pompa dan ditemukan bahwa *impeller* pompa mengalami kerusakan. Kemudian Masinis jaga memeriksa *maintenance report* untuk mengetahui laporan / jadwal perawatan terhadap *impeller* tersebut. Ternyata jam kerja *impeller* sudah melewati batas yang ditentukan dan sudah seharusnya diganti. Selanjutnya diambil tindakan dengan mengganti *impeller* pompa dengan suku cadang yang baru dan *genuine part*. Setelah itu, kinerja pompa kembali normal dan operasi kapal dapat dilanjutkan.

B. ANALISIS DATA

Melalui pengkajian, penyebab dan penentuan sasaran dapat dilakukan dengan cara sistematis yaitu dengan mengkaji hubungan sebab akibat antara masalah yang dihadapi dengan penyebab timbulnya masalah.

1. Tekanan pompa pendingin air laut rendah

Masalah ini disebabkan oleh :

a. Kerusakan *Bearing Shaft* pada Pompa

Bearing (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. *Bearing* juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.



Gambar 3.1 *Bearing Shaft* Pompa

Adapun faktor–faktor menyebabkan kerusakan *bearing* pada pompa pendingin air laut, yaitu :

1) Adanya poros yang tidak lurus (*Misalignment*)

Dimana dudukkan poros pompa tidak lurus dan mengakibatkan getaran yang sangat tinggi (*Vibration*), pemasangan yang tidak lurus tersebut akan menimbulkan getaran pada saat berputar yang dapat merusak *bearing*. Kemiringan dalam pemasangan *bearing* tidak menumpu poros dengan baik, mengakibatkan timbulnya getaran yang akan merusak *bearing* tersebut.

2) Kurangnya pelumasan pada *bearing*

Bearing yang berputar harus mendapatkan pelumasan untuk memperkecil gesekan, karena kebocoran pelumasan dari *seal bearing* menyebabkan pelumas atau *stemplet* (*Grease*) terbuang yang

mengakibatkan *bearing* kurang atau tidak adanya pelumasan. Dan kebocoran pada *seal* tersebut juga menyebabkan terkontaminasinya minyak lumas oleh air laut bilamana *mechanic seal* bocor, hal tersebut dapat merusak *bearing* dengan cepat.

b. Kerusakan *Rubber Joint Coupling* Pada Pompa

Coupling ialah suatu alat yang berfungsi untuk menghubungkan dua shaft guna menyalurkan suatu gerak (torsi), secara sederhana coupling berfungsi sebagai *power transmission*. Cara kerja *coupling* ialah sederhana, ujung kedua *shaft* disambungkan pada *coupling*. Saat *shaft* penggerak mulai bekerja (berputar), terjadi hentakan di *coupling*, untuk meredam hentakan ini maka digunakanlah komponen peredam pada *coupling* yang terbuat dari karet atau plastik (sering disebut dengan *rubber joining coupling*). Apabila *rubber* tersebut rusak maka hentakan dari *shaft* pompa tidak dapat diredam, sehingga lama kelamaan dapat menyebabkan *shaft* pompa rusak.



Gambar 3.2 *Rubber Joint Coupling*

Standar operasional prosedur tentang pengoperasian pompa sangat penting bagi kelancaran pengoperasian pompa. Dengan adanya SOP bagi operator yang belum paham tentang prosedur pengoperasian pompa akan menambah wawasan dan pengetahuan bagi operator itu sendiri dan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada pompa.

Kerusakan pada *shaft* pompa bisa disebabkan oleh material *shaft* itu sendiri. Pemilihan bahan yang bagus sangat penting karena akan mempengaruhi kinerja dari pompa itu sendiri. Selain itu produsen harus menyediakan kualitas bahan yang bagus agar pompa dapat beroperasi secara maksimal. *Shaft* diharapkan kuat dan awet sehingga tidak terjadi kerusakan yang menghambat pengoperasian pompa.



Gambar 3.3 *Joint Coupling* Pompa

Adapun dampak yang terjadi di atas kapal apabila pompa mengalami gangguan adalah sebagai berikut :

- 1) Putaran pompa menjadi tidak stabil

Putaran pompa tidak stabil disebabkan karena *Shaft* berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari tenaga penggerak menuju *impeller*. Apabila tidak segera dilakukan perbaikan atau penggantian terhadap *shaft* yang sudah retak akan mengakibatkan terjadinya gesekan pada komponen pompa.

- 2) Kurangnya tekanan pompa

Kurangnya tekanan pompa disebabkan karena bergesernya *shaft* pompa mengakibatkan putaran menjadi tidak stabil sehingga

impeller tidak dapat bekerja dengan maksimal dan tekanan pompa menjadi menurun.

3) Overheat

Rusaknya shaft mengakibatkan menurunnya tekanan pompa sehingga pasokan air laut yang masuk ke mesin induk menjadi berkurang dan mengakibatkan *overheat* pada mesin induk.

2. Terjadi kerusakan pada *impeller* pompa

Kotoran yang menutupi sudu-sudu *impeller* dan sebagian masuk ke pipa pipa pendingin dan *fresh water cooler* menyebabkan penyerapan panas berkurang sehingga mengakibatkan kerusakan pada *impeller*. Adapun kerusakan pada *impeller* disebabkan oleh :

a. Jam Kerja *Impeller* Sudah Melewati Batas Maksimal

Impeller adalah salah satu bagian pompa pendingin air laut yang berputar dan berfungsi untuk mengalirkan air laut dalam sistem, dimana sistem pendingin dialirkan ke mesin induk dengan tekanan yang dihasilkan dari pompa melalui *impeller*.



Gambar 3.4 *Impeller* pompa rusak

Oleh karena itu *impeller* harus selalu dijaga kondisi dengan cara melakukan pemeriksaan secara rutin sesuai petunjuk *maker*. Fakta

yang penulis temui di atas Kapal PAC CERGAS pemeriksaan *impeller* yang tidak dilakukan secara teratur sehingga pemeriksaan *impeller* sering melewati jam kerjanya. Pemeriksaan yang tidak teratur menyebabkan kerusakan pada *impeller* tidak dapat diketahui sejak dini.

Penulis pernah mengalami pada saat pompa dijalankan terdapat bunyi dan putaran yang tidak normal, setelah dicek ternyata sumber dari suara dan getaran tersebut adalah diakibatkan *impeller* terkikis oleh kotoran. Akibat dari kinerja *impeller* pada pompa yang dapat mengakibatkan getaran pada pompa sehingga mengakibatkan bagian dari pompa menjadi ikut terpengaruh oleh getaran tersebut, sehingga pompa tidak dapat bekerja secara optimal dan menyebabkan produksi dari pompa menurun. Zat cair yang telah masuk ke dalam ruang *impeller* akan ditekan keluar oleh pompa dengan tenaga penggerak motor listrik disini zat cair akan ditekan keluar oleh *impeller* akibat gaya sentrifugal dengan dihubungkan satu poros dengan motor listrik melalui saluran keluar yang berbentuk *konis*. Permulaan dari rumah keong adalah bagian yang sempit, kemudian melebar semakin jauh semakin lebar dan akhirnya keluar dari bagian ini adalah bagian yang paling lebar dan cairan itu akan bergerak dan menuju ke arah keluar menuju *cooler*.

Akibat kerusakan pada *impeller* tekanan pada pompa pendingin air laut berkurang / tidak mencapai tekanan yang diharapkan. Kerusakan pada *impeller* yang dimaksud yaitu sering terjadi adanya keretakan pada dudukkan *impeller* hingga patah. Kebanyakan kerusakan tersebut diakibatkan dari getaran (*vibration*) dan tidak seimbang nya putaran *impeller* pada pompa atau jam kerja pompa sudah melampaui batas yang ditentukan.

b. *Impeller* Tidak Asli (*Genuine Part*)

Impeller merupakan komponen pompa yang memiliki peran penting khususnya pada pompa sentrifugal. Faktor penyebab kerusakan yang terjadi pada *impeller* diantaranya yaitu *impeller* sudah melewati jam kerja / sudah seharusnya diganti sebagaimana telah dijelaskan di atas.

Selain itu, penggunaan suku cadang *impeller* yang tidak asli (*genuine part*) juga menjadi faktor penyebab adanya gangguan pada *impeller*. Hal ini dikarenakan suku cadang yang tidak asli tidak dapat bertahan lama sebagaimana suku cadang asli. Sehingga prediksi perawatan / penggantian pada *impeller* yang tidak asli seringkali meleset dan baru diketahui saat terjadi gangguan pada pompa pendingin air laut.

Penggunaan suku cadang yang tidak asli / rekondisi biasanya dilakukan untuk keadaan darurat. Dimana terjadi kerusakan pada *impeller* pompa akan tetapi suku cadang yang asli (*genuine part*) tidak tersedia di atas kapal. Dalam keadaan seperti ini seringkali digunakan cara merekondisi suku cadang yang rusak dan masih layak pakai. Akan tetapi terkadang pihak kantor sengaja mengirimkan suku cadang yang tidak asli dengan alasan menghemat biaya perawatan.

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

Selain *impeller*, pada pompa sentrifugal salah satu komponen yang penting adalah *bearing* sebagai penumpu poros untuk menggerakkan *impeller* pada pompa *centrifugal*, agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Akibat adanya gaya-gaya yang timbul sebagai akibat dari putaran pompa timbul gaya aksial dan menghasilkan getaran yang menyebabkan *bearing* tidak dapat mengatasi gaya-gaya yang timbul tersebut, yang mengakibatkan *bearing* mudah mengalami kerusakan, kerusakan *bearing* akan menahan putaran pompa atau tersendat.

Bearing yang berputar harus mendapatkan pelumasan untuk memperkecil gesekan, karena kebocoran pelumasan dari *seal bearing* menyebabkan pelumas atau *stemplet (grease)* terbuang yang mengakibatkan *bearing* kurang atau tidak adanya pelumasan. Dan kebocoran pada *seal* tersebut juga menyebabkan terkontaminasinya

minyak lumas oleh air laut bilamana *mechanic seal* bocor, hal tersebut dapat merusak *bearing* dengan cepat.

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Rendah

Pemecahan masalahnya adalah :

1) Melakukan Perawatan Dan Penggantian *Bearing Shaft*

Setiap permesinan di atas kapal ada batas penggunaannya, artinya setiap berapa jam sekali harus dilakukan perawatan dan perbaikan. Hal ini tercatat dalam jadwal perawatan terencana / *Planned Maintenance System (PMS)*. Seperti halnya pompa pendingin air laut, harus dilakukan perawatan secara berkala untuk menjaga performa pompa, sehingga sistem pendingin mesin induk dapat bekerja maksimal.

Penulis pernah mengalami kejadian dimana pompa pendingin air laut sudah tidak dapat berfungsi secara maksimal. Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dengan melihat riwayat atau laporan perawatan permesinan, ditemukan bahwa jadwal perawatan terhadap pompa pendingin air laut tidak dilaksanakan dengan baik.

Dari kejadian rusaknya *bearing shaft* pada pompa pendingin air laut, maka dapat diatasi dengan cara :

a) Perawatan *bearing*

- (1) Melihat jadwal tabel perawatan pada pompa sentrifugal
- (2) Menyiapkan grease
- (3) Lepaskan baut-baut yang terpasang pada pompa
- (4) Membongkar bagian gear box pada penghubung pompa dan motor

- (5) Lepaskan bearing dari poros
 - (6) Berikan grease pada bushing sebagai pelumas
 - (7) Cek kondisi dari bearing apakah masih layak digunakan atau sudah waktunya untuk diganti
 - (8) Jika bearing masih layak atau sudah diganti pasang kembali komponenkomponennya
 - (9) Sedangkan bila sudah rusak, maka ganti *bearing* dengan yang baru
 - (10) Pasang kembali bearing pada poros dan juga pada pompa
 - (11) Kembalikan alat yang sudah dipakai pada tempat penyimpanan alat
- b) Penggantian *bearing* pompa air laut

Untuk pengecekan terhadap bahan material *bearing* bisa dilihat dari bentuk *bearing* dan bisa dicek visual dengan cara memutar *bearing* pada *shaft*, apabila masih dalam keadaan bagus, maka *bearing* tersebut akan berputar dengan halus, dan untuk *mechanic seal* bisa dicek dari bentuk pegas (*spring*) masih bekerja atau tidak, untuk permukaan karbon yang selalu bergesekan juga dicek ada atau tidaknya karbon yang tidak rata begitu pula dengan karet *sealnya* masih elastis atau tidak.

- c) Pengecekan terhadap bahan material dari *bearing*

Untuk pengecekan terhadap bahan material *bearing* bisa dilihat dari bentuk *bearing* dan bisa di *check visual* dengan cara memutar *bearing* pada *shaft*, apabila masih dalam keadaan bagus, maka *bearing* tersebut akan berputar dengan halus, dan untuk *mechanic seal* bisa dicek dari bentuk pegas (*spring*) masih bekerja atau tidak, untuk permukaan karbon yang selalu bergesekan juga di *chek* ada atau tidaknya karbon

yang tidak rata begitu pula dengan karet *sealnya* masih elastis atau tidak.

c. Pengecekan dan pergantian apabila poros pompa tidak lurus (*Misalignment*)

Bila melakukan pengecekan atau pergantian poros pompa (*shaft pump*) yang tidak lurus biasanya dibawa ke darat atau bengkel untuk diperbaiki dengan menggunakan mesin bubut untuk dilakukan penyenteran poros pompa dengan alat (*alignment dial indicator*), bila poros pompa tidak lurus (sudah tidak dapat dipakai) ganti poros pompa dengan suku cadang yang baru.

2) Melakukan Perawatan Dan Penggantian *Rubber Joint Coupling*

Rubber joint coupling yang sudah rusak harus diganti dengan yang baru, sehingga mampu menahan hentakan akibat putaran dari *shaft* pompa. Adapun cara penggantian *rubber joint coupling* yaitu sebagai berikut :

- a) Siapkan peralatan untuk mengecek *coupling*
- b) Lepaskan baut pada sambungan pompa dan motor pompa
- c) Geser motor pompa agar kita bisa mengambil *coupling*
- d) Lepas *rubber joint coupling* yang rusak, dan ganti dengan yang baru
- e) Periksa juga apakah *coupling* masih bagus atau tidak
- f) Bila masih bagus maka pasang kembali *coupling* tersebut
- g) Apabila kondisi *coupling* sudah koyak atau rusak maka ganti *coupling* tersebut dengan yang baru
- h) Pasang *coupling* yang kondisinya bagus pada pompa
- i) Setelah memasang kopling kunci dengan baut agar *coupling* tidak terlepas dengan memperhatikan keseimbangan atau

presisi dari pompa dan motor. Ini dimaksudkan agar kopling bisa bekerja dengan maksimum dan terhindar dari keausan dini

j) Pasang kembali pelindung kopling

b. Terjadi Kerusakan Pada *Impeller* Pompa

Alternatif pemecahannya adalah :

1) Melakukan Penggantian *Impeller* Sesuai Petunjuk Maker

Pemeriksaan *impeller* harus dilakukan sesuai dengan PMS agar dapat diketahui sejak dini apabila ada tanda-tanda kerusakan, sehingga tidak menyebabkan kerusakan yang lebih fatal. Pemeriksaan *impeller* biasanya dilakukan setiap 3 (tiga) bulan sekali sesuai petunjuk dalam *manual book*.

Impeller yang sudah aus / tipis karena sudah melebihi jam kerja dapat menyebabkan kinerja pompa air laut tidak maksimal, oleh karena itu perlu dilakukan penggantian dengan suku cadang yang baru. Jika tekanan airnya pada sisi tekan di bawah tekanan 2,0 bar maka mesin akan terjadi suhu yang berlebihan, sehingga mesin harus diturunkan putarannya, perhatikan tekanan pada *manometer*, apabila rendah maka cepat-cepat harus diatasi karena dapat berakibat fatal pada mesin.

ABK Mesin perlu melakukan pengecekan dan penggantian apabila *impeller* tidak seimbang (*unbalance*). Pengecekan *impeller* secara visual biasanya dilihat dari bentuk *impeller* apabila *body impeller* terkikis, maka putaran *impeller* tidak seimbang, putaran yang tidak seimbang akan berpengaruh terhadap putaran *bearing* dan poros, *impeller* yang seperti ini sudah tidak dapat dipakai lagi dan harus diganti dengan yang baru.

Adapun komponen pompa lainnya yang erat hubungannya dengan *impeller* yaitu *bearing*. *Bearing* ini mempunyai peranan penting, karena jika *bearing* ini rusak sebaiknya cepat dilakukan

penggantian dengan yang baru dan asli (*genuine part*) karena dapat merusak bagian lain dari pompa seperti *impeller* atau kipas akan menjadikan gerakannya tidak stabil yang mengakibatkan *impeller* atau kipas bergesekan dengan rumah pompanya.

2) Menggunakan *Impeller* yang Asli (*Genuine Part*)

Apabila diketahui hasil tekanan pompa pendingin air laut di bawah normal, dapat dilakukan dengan memeriksa *impeller*, yaitu dengan membuka rumah siputnya pada bagian depannya saja, dengan membuka baut-bautnya. Setelah itu diamati lubanglubang *impellernya*, kemudian sogok dengan memakai kawat, agar batangan-batangan kotoran dapat keluar. Perhatikan juga pada *impellernya* itu sendiri, berputar harus *center*, dan apabila berputarnya tidak normal, maka poros *pen* sebagai penyebabnya. Apabila mengalami kejadian diatas perlu untuk penggantian yang baru.

Pengecekan *impeller* secara visual biasanya dilihat dari bentuk *impeller* apabila *body impeller* terkikis, maka putaran *impeller* tidak seimbang, putaran yang tidak seimbang akan berpengaruh terhadap putaran *bearing* dan poros, *impeller* yang seperti ini sudah tidak dapat dipakai lagi dan harus diganti dengan yang baru.

Dalam hal penggantian *impeller* hendaknya diperhatikan kualitas suku cadangnya, yaitu dengan menggunakan suku cadang yang asli (*genuine part*). Penggunaan suku cadang yang asli lebih menguntungkan dibandingkan penggunaan suku cadang yang tidak asli / rekondisi.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Rendah

1) Melakukan perawatan dan penggantian *bearing shaft*

Keuntungannya :

- a) Tekanan pompa pendingin air laut sesuai yang diharapkan yaitu normalnya 3.5 bar
- b) Sistem pendingin mesin induk bekerja maksimal, sehingga tidak terjadi *overheating*

Kerugiannya :

- a) Membutuhkan waktu yang cukup untuk melakukan penggantian *bearing shaft*
- b) Membutuhkan persediaan suku cadang di atas kapal

2) Melakukan perawatan dan penggantian *rubber joint coupling*

Keuntungannya tekanan pompa pendingin air laut sesuai yang diharapkan yaitu normalnya 3.5 bar

Kerugiannya yaitu membutuhkan waktu dan biaya untuk suku cadang.

b. Terjadi Kerusakan Pada *Impeller* Pompa

1) Melakukan penggantian *impeller* sesuai petunjuk maker

Keuntungannya yaitu *impeller* dapat berfungsi dengan baik sehingga kinerja pompa pendingin air laut lebih maksimal

Kerugiannya yaitu membutuhkan persediaan suku cadang di atas kapal, perawatan tepat waktu dan ini terkadang terkendala karena operasional kapal yang sangat padat.

2) Menggunakan *impeller* yang asli (*genuine part*)

Keuntungannya :

- a) *Impeller* lebih awet (tahan lama)
- b) Suku cadang asli dipastikan cocok karena sesuai *part number*

- c) Waktu perbaikan selanjutnya lebih lama

Kerugiannya :

- a) Harga suku cadang asli lebih mahal
- b) Terkadang pengiriman suku cadang ke kapal tidak tepat waktu

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Rendah

Berdasarkan hasil pembahasan pada evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka untuk mengatasi masalah tekanan pompa pendingin air laut yang rendah, pemecahan masalah yang dipilih yaitu :

Melakukan perawatan dan penggantian *bearing shaft*

b. Terjadi Kerusakan Pada *Impeller* Pompa

Berdasarkan hasil pembahasan pada evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah di atas, maka pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi kerusakan pada *impeller* pompa yaitu :

Melakukan perawatan dan penggantian *bearing shaft*

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dalam upaya mengoptimalkan pompa pendingin air laut untuk menjaga performa mesin induk di kapal PAC CERGAS mengalami *overheating*. Sesuai uraian dan penjelasan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tekanan pompa pendingin air laut rendah hanya 2.0 bar dari tekanan normalnya yaitu 3.5 bar disebabkan adanya kerusakan *bearing shaft* dan *rubber joint coupling*. Masalah ini dapat diatasi dengan melakukan perawatan secara berkala dan penggantian sesuai jam kerja / petunjuk maker.
2. Terjadi kerusakan pada *impeller* pompa pendingin air laut disebabkan jam kerja *impeller* sudah melewati batas maksimal sehingga tidak berfungsi dengan baik dan akibat penggunaan *impeller* yang tidak asli (*genuine part*). Masalah ini dapat diatasi dengan cara melakukan penggantian *impeller* dengan suku cadang asli sesuai dengan jam kerjanya (*running hours*) atau mengikuti *instruction manual book*.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis memberikan saran kepada perusahaan dan crew kapal bagian mesin untuk mengoptimalkan kerja pompa pendingin air laut diantaranya sebagai berikut :

1. Melakukan perawatan *bearing shaft* secara berkala dan melakukan penggantian jika diperlukan atau mengikuti jam kerjanya (*running hours*) sehingga tidak menghambat kinerja pompa pendingin air laut saat dioperasikan.

2. Melakukan penggantian *rubber joint coupling* dengan yang baru untuk mempertahankan kinerja pompa pendingin air laut sehingga tekanan pompa normal.
3. Melakukan perawatan *impeller* secara berkala dengan membersihkan sudusudunya dari kotoran yang menempel dan menggantinya jika ditemui tandatanda kerusakan.
4. Pihak perusahaan seharusnya dapat mensuplai suku cadang yang asli (*genuine part*) dengan tepat waktu, sehingga jika terjadi kerusakan dapat segera diganti dengan suku cadang yang baru dan asli.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W dan Kuichi Tsuda. (2004). *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Atmoko, Tjipto. (2011). *Prosedur Pengoperasian Pompa Sentrifugal*. Jakarta : Djangkar
- Darmawan, Adhi. (2016). *Pompa Sentrifugal*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Goenawan Danoaesmore. (2003). *Manajemen Perawatan*, Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudera
- Harahap, Austin H. (2013). *Pompa dan Blower Sentrifugal*. Jakarta : Erlangga
- Jusak Johan Handoyo. (2015). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta : Djangkar
- Maanen. P Van. (2013). *Motor Diesel Kapal*, Jilid I. Departemen Perhubungan.
- M.S Sehwarat dan J.S Narang. (2011). *Production Manajemen*, Jakarta, Erlangga
- Peters. (2015). *Sumber Daya Manusia*. Jakarta : Rineka Cipta
- Romzana, HR, (2002). *Sistem Pendingin Minyak Lumas*. Jakarta : Djangkar
- Jurnal Harian Kapal M.V PACC CERGAS (Logbook Engine) dan PMS.

LAMPIRAN 1



PACC Container Line Pte Ltd

No.1 Kim Seng Promenade, #06-02 Great World City, Singapore 237994
Tel: (65) 6737 7655 Fax: (65) 6839 7010

SHIP'S PARTICULARS

NAME	:MV. PAC CERGAS		
TYPE	:STEEL CONTAINER SHIP		
PORT OF REGISTRY	:SINGAPORE		
OFFICIAL NUMBER	:400898		
I.M.O. No.	:9808493		
CALL SIGN	:9V5301		
MMSI No.	:563028700		
IMMARSAT - C	:456601391/456601392		
e-Mail ADDRESS:	:paccergas@paccfleet.com		
SAT PHONE,	:870773246445		
OWNERS	:CERGAS SHIPPING PTE,LTD.		
OPERATORS/MANAGER	:PACC SHIP MANAGERS PTE LTD GREAT WORLD CITY, SINGAPORE		
BUILDERS	:PAXOCEAN ENGINEERING ZHUHAI CO LTD(HULL # PX1066)		
KEEL LAID	:09-Dec-15		
DELIVERED	:04-Aug-17		
CLASSIFICATION	:ABS +A1,(E), +AMS,CONTAINER CARRIER,UWILD,CSC		
HULL AND MACHINER P & I	:HDI- Gerling Oslo, Norway (Under the Norwegian Hull condition) :SHIPOWNERS(MUTUAL P&I ASSOCIATION),SINGAPORE BRANCH		
LENGTH O.A.	:123.0M		
LENGH BETWEEN PP	:118.0M		
MAX BREADTH	:24.4M		
DEPTH MOULDED	:7.00 M		
MAX. HEIGHT	:34.96M		
INTERNATIONAL GROSS TONNAGE	:	7,542	
NET TONNAGE	:	2,262	
	DRAFT	Freeboard	DEADWEIGHT
SUMMER:	5.0M	2.0M	8088.7
TPC	27.9		DISPLT. 12069.6
FWA		:108MM	
LIGHT WEIGHT CONTAINERS		:3980.94	
TOTAL CAPACITY	:500TEUS		
BOW THRUSTER	:NAKASHIMA(TCT-150 HP-650KW)		
FRESH WATER	:370M3		
TOTAL BALLAST	:6412.3M3	BALLAST TANKS:35	
BUNKERS(100%)	:MGO= 291M3	MDO= 760M3	
MAIN ENGINE	:2 X YANMAR 6EY26W-DIESEL(MAKER-YANMAR CO.,LTD JAPAN)		
BHP	:2 X 1920.00KW	MAX RPM:750	
PROPELLER	:2 X 4 BLADED SOLID,-FIXED PITCH 25Deg Skew Dia 2700mm		
SPEED	:10.0 KNOTS		
AIS	:FITTED FURUNO		

LAMPIRAN 2

VESSEL NAME : MV. PAC CER GAS
PORT OF REGISTRY SINGAPORE
GRI : 7542 MT
NRT : 2262 MT
Port PALEMBANG
Date 07-Dec-20

Call Sign : 9V5301
Official no : 400898

CREWLIST

No.	Name	Date of Birth	Nationality	Passport Number	Passport's Exp. Date	Rank	Port Engaged	Date Engaged
1	M Rizka Hakiki	21.02.1989	Indonesian	C 3514153	19.11.2024	MASTER	Palembang	26.06.2020
2	Adi Irmawan Turhadi Saputra	18.06.1990	Indonesian	B 5805464	20.07.2022	C/O	Palembang	18.10.2020
3	Wahyu Afriyan Cipta Sendana	11.04.1985	Indonesian	C 4272794	04.07.2024	2/O	Palembang	18.10.2020
4	Yesa Aridinata Tambunan	31.03.1996	Indonesian	C 3515127	09.12.2024	3/O	Palembang	27.07.2020
5	Very Dalengkade	16.08.1963	Indonesian	C 3093123	09.04.2024	C/E	Palembang	30.07.2020
6	Fajar Eko Yulianto	01.07.1975	Indonesian	B 8198894	08.01.2023	2/E	Palembang	14.12.2020
7	Mas Yuliono	15.07.1976	Indonesian	C 0194580	15.11.2023	3/E	Palembang	27.11.2020
8	Yakup	12.06.1965	Indonesian	C 6729316	09.06.2025	A/B	Palembang	27.11.2020
9	Imam Koderi	09.10.1969	Indonesian	B 8429110	21.02.2023	A/B	Palembang	18.10.2020
10	Ardiyanto	29.04.1988	Indonesian	C 0752095	20.07.2023	A/B	Palembang	18.10.2020
11	Agustinus Yunus Salawany	13.06.1981	Indonesian	B 9990418	09.04.2023	C/S	Palembang	30.07.2020
12	Fatahillah	02.06.1977	Indonesian	C 7575469	18.01.2026	OILER	Palembang	27.11.2020
13	Aswan Adjimu	13.10.1980	Indonesian	B 8097977	22.09.2022	OILER	Palembang	24.08.2020
14	Iwan Harmoko	07.09.1980	Indonesian	C 3899938	17.05.2024	COOK	Palembang	10.11.2020
TOTAL CREW ON BOARD = 14 Person (All Indonesia)								


Capt. M Rizka Hakiki
MASTER

DAFTAR ISTILAH

<i>Cooler</i>	: Alat pemindah panas untuk menurunkan temperatur air tawar.
<i>Expansion Tank</i>	: Tangki yang gunanya untuk menampung air pendingin kemudian didistribusikan ke mesin
<i>Filter</i>	: Suatu alat untuk mentapis kotoran pada aliran zat cairgas.
<i>Fresh Water Pump</i>	: Pompa pendingin air tawar atau yang biasa disebut dengan sistem pendingin tertutup.
<i>High Fresh Water Temperature</i>	: Suatu keadaan dimana suhu sistem pendingin air tawar sangat tinggi (melebihi batas normal).
<i>Impeller</i>	: Semacam piringan berongga dengan sudu-sudu melengkung di dalamnya dan dipasang pada poros yang digerakkan oleh motor listrik.
<i>Mechanical Seal</i>	: Suatu alat mekanis yang berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida dari ruang/wadah yang memiliki poros berputar.
<i>PMS (Planned Maintenance System)</i>	: Suatu sistem perencanaan pemeliharaan kapal yang berisi hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan dan pemeliharaan kapal.
<i>Sea Chest Strainer</i>	: Tempat isapan air laut sebelum diisap oleh pompa. : Saringan pencegah kotoran agar tidak masuk ke dalam sistem.
<i>Overheating</i>	: Suhu mesin yang melebihi batas normal sehingga mengakibatkan panas berlebihan.
<i>Zink Anode</i>	: Batang zink yang gunanya menyerap mengurangi ion atau unsur garam.