

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN POMPA PENDINGIN AIR
LAUT GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN
INDUK PADA KAPAL POSH HAWK**

Oleh :

RICKY KRISNAWAN
NIS. 01983/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2023**

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN POMPA PENDINGIN AIR
LAUT GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN
INDUK PADA KAPAL POSH HAWK**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

Oleh :

RICKY KRISNAWAN

NIS. 01983/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2023

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : RICKY KRISNAWAN
No. Induk Siwa : 01983/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN POMPA PENDINGIN
AIR LAUT GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN
MESIN INDUK PADA KAPAL POSH HAWK

Pembimbing I,

Jakarta, Agustus 2023
Pembimbing II,

Dr. Innayatur Robbany, M.Si., M.Mtr

Pembina TK.I (IV/b)
NIP. 19660421 199103 2 002

Ir. Mauritz H. M. Sibarani, Dess., ME

Pembina utama madya (IV/d)
NIP. 19681129 199403 1 002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M

Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : RICKY KRISNAWAN
No. Induk Siwa : 01983/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN POMPA PENDINGIN
AIR LAUT GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN
MESIN INDUK PADA KAPAL POSH HAWK

Penguji I

Winarto Edi Purnama, M.M.
Pembina (IV/a)
NIP. 19660726 199808 1 001

Penguji II

Capt. Fausil, M.M.
Dosen Stip

Penguji III

Dr. Inayatur
Robbany, M.Si., M.MTr
Pembina TK.I (IV/b)
NIP. 19660421 199103 2 022

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkah dan rahmat serta karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN POMPA PENDINGIN AIR LAUT GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK PADA KAPAL POSH HAWK”

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknik Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

1. H.Ahmad Wahid,S.T.,M.T.,M.Mar.E, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Dr. Innayatur Robbany,M.Si.,M.Mtr., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar.
5. Ir. Mauritz H. M. Sibarani, Dess., ME., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan 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 Pasis Ahli Teknik Tingkat I angkatan LXVII tahun ajaran 2023 yang ikut memberikan bimbingan, sumbangsih, pikiran dan saran yang baik secara material maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.
8. Ucapan terimakasih untuk kedua orang tua, Istri dan Anak yang selalu memberikan dukungan, nasehat, perhatian, doa sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

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

Jakarta, Agustus 2023

Penulis,



RICKY KRISNAWAN

NIS. 01983/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
D. Metode Penelitian	4
E. Waktu dan Tempat Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan	6
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Kerangka Pemikiran	28
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	29
B. Analisis Data	31
C. Pemecahan Masalah	36
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	55
B. Saran	56
 DAFTAR PUSTAKA	58
 LAMPIRAN	
 DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal	12
Gambar 2.2 Bagian Dari Pompa Sentrifugal	14
Gambar 2.3 Motor Diesel 4 Tak	24
Gambar 2.4 Siklus Motor Diesel 4 Tak	24
Gambar 2.5 Motor Diesel 2 Tak	25
Gambar 2.6 Siklus Motor Diesel 2 Tak	26
Gambar 2.7 Kerangka Pemikiran.....	28
Gambar 3.1 Sketsa Pompa Pendingin Air Laut	30
Gambar 3.2 <i>Impeller</i> Pompa Rusak.....	32
Gambar 3.3 Kebocoran pada <i>Casing</i> Pompa.....	33
Gambar 3.4 <i>Bearing</i> Pompa Rusak.....	34
Gambar 3.5 <i>Shaft</i> Pompa Tidak Lurus.....	35
Gambar 3.6 <i>Impeller</i> Pompa Baru	45
Gambar 3.7 <i>Casing</i> Pompa Pendingin Baru	47
Gambar 3.8 <i>Bearing</i> Pompa Baru.....	49
Gambar 3.9 Pergantian <i>Shaft</i> Pompa	50

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pada masa sekarang kebanyakan kapal menggunakan motor diesel baik untuk mesin penggerak utama maupun untuk mesin bantunya. Pada umumnya motor diesel menggunakan sistem pendingin air laut. 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 bisa diatasi dengan cara mengedarkan media pendingin dalam jumlah yang tepat ke seluruh komponen motor.

Sistem pendingin pada motor diesel, dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem pendinginan tertutup dan sistem pendinginan terbuka. Sistem pendingin tertutup adalah sistem yang umumnya memiliki sirkulasi tertutup, yang berarti cairan pendingin tidak bersentuhan langsung dengan lingkungan luar dan Sistem pendingin terbuka adalah jenis sistem pendingin di mana cairan pendingin langsung berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Pada penelitian ini penulis menggunakan sistem pendingin tertutup. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada pesawat bantu di kamar mesin karena pemanasan berlebihan yang dapat mengakibatkan turunnya daya pada mesin tersebut.

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*. 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. 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.

Pada penelitian ini penulis mengangkat permasalahan yang terjadi pada kapal *Posh Hawk*. Kapal *Posh Hawk* adalah kapal jenis *Anchor Handling Tug* berbendera Singapore yang beroperasi di alur pelayaran *Ocean going*. Jenis kapal *Anchor Handling Tug* (AHT) adalah jenis kapal yang dirancang khusus untuk tugas-tugas yang terkait dengan pengangkatan, penempatan, dan pengelolaan jangkar kapal yang besar dan berat di perairan dalam. Jenis kapal ini juga sering digunakan untuk membantu operasi rig minyak dan gas, termasuk penempatan dan pemindahan platform lepas pantai.

Berdasarkan pengalaman selama bekerja sebagai *Second Engineer* ditemukan kejadian dimana sistem pendingin tidak bekerja optimal. Fakta ini terjadi pada tanggal 18 April 2023 saat kapal dalam pelayaran, tiba-tiba tekanan pompa air laut pendingin yang masuk ke *cooler* turun menjadi 2,0 bar dari batas normalnya 3,5 bar, sehingga suhu air tawar mesin induk naik mencapai 85°C dimana suhu normalnya antara 65°C sampai 75°C. Kejadian ini menyebabkan *alarm control thermo switch high temperature* berbunyi. Akibat dari permasalahan di atas operasi kapal mengalami keterlambatan dan kapal mendapat komplain dari pihak pencharter.

Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pemeriksaan pada pompa secara menyeluruh. Pada saat dilakukan pemeriksaan, ditemukan sampah atau teritip di dalam saringan air laut. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan pada pompa pendingin air laut dan ditemukan bahwa *bearing* dan *shaft* pompa rusak sehingga terjadi getaran yang cukup keras pada pompa. Putaran pompa menjadi tidak setabil dan terjadi kebocoran pada

pompa air laut, yang mengakibatkan pompa air laut tidak dapat bekerja secara optimal. Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penulis tertarik untuk mengangkat judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN POMPA PENDINGIN AIR LAUT GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN MESIN INDUK PADA KAPAL POSH HAWK”

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Pompa pendingin air laut rentan terhadap korosi akibat air asin. Kerusakan pada bagian dalam pompa akibat korosi atau akumulasi kontaminan seperti garam laut dapat membuat *Impeller* menjadi rusak. 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 dapat dioperasikan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

- a. Turunnya tekanan pompa pendingin air laut
- b. Terjadinya getaran yang cukup keras pada pompa
- c. Terjadi kebocoran pada pompa pendingin air laut
- d. Putaran pompa pendingin air laut tidak stabil

2. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya pembahasan permasalahan yang terjadi pada pompa pendingin air laut, maka penulis lebih fokus penulis membatasi hanya pada masalah yang menjadi prioritas, yaitu :

- a. Turunnya tekanan pompa pendingin air laut
- b. Terjadinya getaran yang cukup keras pada pompa

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah di atas, penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Apa yang menyebabkan turunnya tekanan pompa pendingin air laut ?
- b. Mengapa terjadi getaran yang cukup keras pada pompa ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis penyebab dari turunnya tekanan pompa pendingin air laut dan mencari pemecahan masalah.
- b. Untuk menganalisis penyebab dari terjadinya getaran yang tinggi pada pompa pendingin air laut dan mencari pemecahan masalah.

2. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Teoritis

Setelah membaca makalah ini diharapkan para pelaut akan menambah pengetahuan tentang perawatan dan perbaikan pompa pendingin air laut pada mesin induk kapal.

b. Manfaat Praktis

Sebagai sumbangan pemikiran dan saran kepada perusahaan dimana penulis bekerja dan memberi motivasi khususnya rekan seprofesi para pelaut, agar mampu melakukan perawatan pompa pendingin air laut secara aman, efektif dan efisien.

D. METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan makalah ini penulis memerlukan data yang relevan agar dapat memperoleh hasil penulisan yang baik. Untuk

mengumpulkan data tersebut penulis menggunakan metode-metode sebagai berikut :

1. Teknik Pendekatan

Metode pendekatan yang digunakan dalam makalah ini adalah deskriptif kualitatif. Deskriptif kualitatif adalah upaya pengolahan data menjadi sesuatu yang dapat diutarakan secara jelas dan tepat dengan tujuan agar dapat dimengerti oleh orang yang tidak langsung mengalaminya sendiri, yang disajikan dalam uraian kata-kata. (Maxwell, J. A. 2005)

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penyusunan makalah ini, penulis menggunakan beberapa cara untuk membantu dalam menganalisa dan membahas permasalahan yang ada. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu :

a. Teknik Observasi

Teknik ini merupakan suatu metode yang sistematis dan yang dipertimbangkan dengan baik melalui pengamatan, penelitian serta pengumpulan data dari kapal secara langsung dalam penanganan pada masalah pompa pendingin air laut di atas kapal Posh Hawk pada saat penulis bekerja di kapal tersebut.

b. Studi Pustaka

Metode ini digunakan untuk mencari dan mendapatkan informasi dalam perawatan dan penanganan permasalahan dalam operasional ruang pendingin dan alat alat yang mendukung bekerjanya pompa pendingin air laut dengan cara membaca buku manual, literatur serta sumber-sumber lainnya yang ada hubungannya dengan permasalahan untuk menyusun kerangka teori yang relevan dengan pokok bahasan.

c. Dokumentasi

Membaca laporan-laporan terdahulu mengenai segala kerusakan dan perbaikan yang pernah dilakukan sebelumnya serta membaca jurnal jaga *engine* departemen mengenai pompa pendingin air laut yang ditulis dalam *log book*.

3. Teknik Analisis Data

Untuk menganalisa data yang diperoleh maka penulis melakukan analisa secara analisis akar permasalahan, dimana penulis mengadakan pengkajian dari data data yang diperoleh sehingga dapat ditemukan solusi dari permasalahan yang terjadi.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dalam penyusunan makalah ini dilakukan saat penulis bekerja di atas kapal Posh Hawk sebagai *Second Engineer* sejak 28 November 2022 sampai dengan 13 Mei 2023.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal Posh Hawk milik perusahaan Posh Fleet Service.

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

Pada bab ini dijelaskan tentang 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

Pada bab ini dijelaskan tentang teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. 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

Pada bab ini dijelaskan tentang Deskripsi Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas kapal Posh Hawk. 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

Pada bab ini dijelaskan tentang 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 buku-buku pustaka yang terkait.

1. Perawatan

Menurut **M.S Sehwarat dan J.S Narang (2011)** 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.

Menurut **Dhillon (2002:15)** Sistem 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 sistem 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 .

Plan maintenance adalah pemeliharaan yang terorganisir dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Perawatan terencana/*Planned Maintenance* seperti :

- a. Perawatan setiap hari (*daily maintenance*)
- b. Perawatan setiap minggu (*weekly maintenance*)
- c. Perawatan setiap bulan (*monthly maintenance*)
- d. Perawatan setiap 6 bulan (*semi annual maintenance*)
- e. Perawatan tahunan/*dock (annually maintenance)*

Keuntungan perawatan terencana dengan baik dan benar, antara lain :

- a. Memperpanjang waktu kerja (*lifetime*) unit pesawat penggerak utama atau mesin induk dan pesawat bantu seperti pompa pendingin air laut.
- b. 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.
- c. Dengan tersedianya suku cadang yang cukup, maka pada saat ada perawatan dan perbaikan tidak kehilangan waktu operasional (*downtime*).
- d. 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.

- e. Walaupun biaya perawatan sangat besar, namun semuanya itu dapat diperhitungkan (*accountable*) sesuai dengan anggaran biaya perawatan, paling sedikit ada penghematan biaya.

Untuk memudahkan pelaksanaan perawatan, maka kegiatan perawatan yang dilakukan sebaiknya berdasarkan :

- a. 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 :
 - 1) Apa yang harus dikerjakan.
 - 2) Siapa yang mengerjakan dan bertanggung jawab.
 - 3) Alat-alat yang dibutuhkan serta macamnya.
 - 4) Suku cadang yang dibutuhkan.
 - 5) Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan perawatan tersebut dan kapan waktu penyelesaiannya.
- b. *Checklist system* merupakan daftar atau *schedule* yang telah dibuat untuk melakukan kegiatan perawatandengan cara pemeriksaan terhadap setiap mesin secara berkala.
- c. 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.

2. Pompa

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.

b. Tenaga penggerak pompa :

Seperti telah diutarakan diatas bahwa pompa itu tidak dapat bekerja sendiri melainkan harus ada tenaga yang menggerakkannya. Mengenai tenaga yang digunakan itu disesuaikan dengan keperluan dan fungsinya dari pompa tersebut.

Macam-macam pesawat tenaga penggerak pompa adalah :

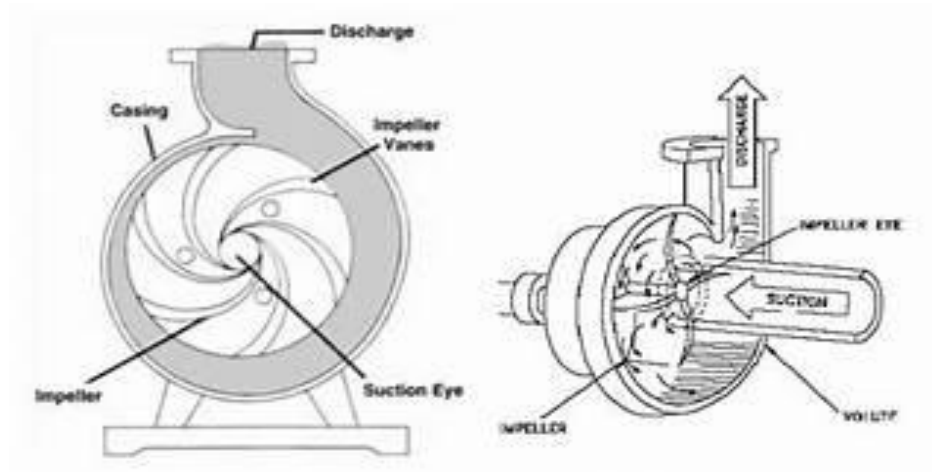
- 1) Tenaga manusia, untuk tenaga rendah.
- 2) Motor listrik, untuk kecepatan tinggi atau rendah.

Semua tenaga pembangkit itu penggunaannya disesuaikan dengan keperluannya. Ini agar tidak terdapat pemborosan waktu atau tenaga serta untuk mengatasi agar tidak terjadi kerugian-kerugian yang tidak diinginkan.

c. Prinsip kerja Pompa Sentrifugal

Menurut **Tjipto Atmoko (2011:23)** bahwa salah satu jenis pompa pemindah non positif adalah pompa sentrifugal yang prinsip

kerjanya mengubah energi kinetik (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu *impeller* yang berputar dalam *casing*.



Sumber : www.etsworlds.id

Gambar 2.1 Prinsip kerja pompa sentrifugal

1) Klasifikasi pompa sentrifugal

Pompa sentrifugal dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa hal sebagai berikut :

a) Kapasitas

- (1) Kapasitas rendah $< 20 \text{ m}^3/\text{jam}$
- (2) Kapasitas menengah $20 - 60 \text{ m}^3/\text{jam}$
- (3) Kapasitas tinggi $> 60 \text{ m}^3/\text{jam}$

b) Tekanan discharge

- (1) Tekanan rendah $< 5 \text{ bar}$
- (2) Tekanan menengah $5 - 50 \text{ bar}$
- (3) Tekanan tinggi $> 50 \text{ bar}$

c) Jumlah / susunan *impeller* dan tingkat

- (1) *Single stage* : terdiri dari suatu *impeller* dan satuan *casing*.

- (2) *Multi stage* : terdiri dari beberapa *impeller* yang tersusun seri dalam satu *casing*.
- (3) *Multi impeller* : terdiri dari beberapa *impeller* yang tersusun *pararel* dalam satu *casing*.
- (4) *Multi impeller* : “*multi stage*” kombinasi *multi impeller* dan *multi stage*.

d) Posisi poros

- (1) *Vertical shaft* (poros tegak) : Poros utama pompa yang berjalan secara vertikal, tegak lurus terhadap permukaan tanah.
- (2) *Horizontal shaft* (poros mendatar) : Poros utama yang berjalan secara *horizontal*, sejajar dengan permukaan tanah.

e) Jumlah *suction*

- (1) *Single suction* (hisapan tunggal) : Pada pompa dengan hisapan tunggal, cairan disedot melalui satu sisi *impeller* (rotor) saja. Ini berarti cairan
- (2) hanya mengalir masuk dari satu arah ke *impeller*, dan kemudian dikeluarkan melalui tekanan yang dihasilkan oleh putaran *impeller*.
- (3) *Double suction* (hisapan ganda) : Pompa dengan hisapan ganda memiliki desain di mana cairan disedot melalui kedua sisi *impeller* secara simetris. Ini menghasilkan aliran cairan yang lebih merata ke *impeller*, mengurangi beban pada masing-masing sisi dan menciptakan distribusi tekanan yang lebih baik.

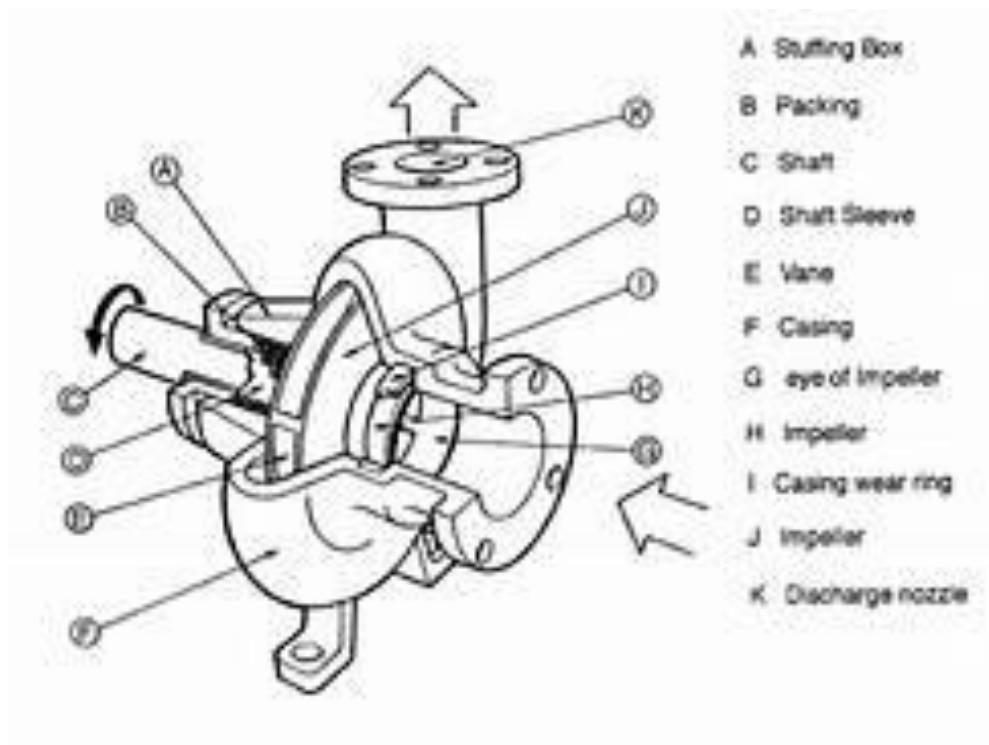
f) Arah aliran keluar *impeller*

- (1) *Radial flow* (aliran radial) : Pada jenis aliran ini, cairan masuk ke *impeller* secara *radial*, yaitu menuju ke pusat poros *impeller*. Setelah melewati *impeller*, cairan bergerak secara merata ke arah *radial* dari pusat poros ke tepi *impeller*.
- (2) *Axial flow* (aliran aksial) : Dalam aliran aksial, cairan mengalir sepanjang sumbu *impeller*, mirip dengan aliran udara melalui kipas.

Cairan masuk dan keluar *impeller* dengan mengikuti arah sepanjang poros utama.

- (3) *Mixid flow* (aliran campuran) : Aliran campuran adalah kombinasi dari aliran *radial* dan aliran aksial. Cairan memasuki *impeller* dengan arah radial tetapi kemudian mengubah arah menjadi aksial saat melewati *impeller*.

2. Bagian-Bagian Utama Pompa Sentrifugal :



Sumber : www.tneutron.net

Gambar 2.2 Bagian dari pompa sentrifugal

a. *Stuffing Box*

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

b. *Packing* (gasket)

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

c. *Shaft* (Poros)

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

d. *Shaft Sleeve* (pelindung poros)

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*.

e. *Casing* (penutup)

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

f. *Impeller* (kipas)

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

g. *Wearing ring* (cincin as)

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

h. Bearing (bantalan)

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.

3. 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 Mesin 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 induk maupun motor bantu, yaitu :

1) *Open cooling system* (sistem pendinginan terbuka)

Sistem pendinginan terbuka 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 terbuka mempunyai keuntungan yaitu lebih sederhana dan daya yang diperlukan untuk sirkulasi air lebih kecil dibandingkan dengan sistem pendinginan tertutup. 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 terbuka ini adalah pada instalasi pipanya 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* (kotak laut)

Sea chest adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari pelat kulit kapal yang berada di bawah permukaan air dipergunakan untuk mengalirkan air laut ke dalam 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 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 sekurang-kurangnya 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) *Valve* (katub)

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

c) *Strainer* (saringan)

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.

d) *Pump* (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 menggunakan pompa air laut jenis sentrifugal (sebagaimana telah dijelaskan di atas), yang digerakkan dengan perantara 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.

e) *Oil cooler* (Pendingin minyak pelumas)

Minyak pelumas adalah suatu media yang berfungsi untuk mendinginkan bagian-bagian mesin yang bergesekan dan bersirkulasi di dalam sistem pelumasan di dalam motor. Tempat pertukaran panas menggunakan jenis cangkang dan tabung (*shell and tube*) untuk pertukaran panas dengan air sebagai media pendingin dimana di dalamnya terdapat pipa-pipa tembaga yang dialiri air laut sebagai media pendinginnya, sedangkan di sekeliling pipa-pipa mengalir minyak pelumas yang didinginkan. (Maneen, P. Van, 2018)

f) *Cooling water pipe* (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.

2) *Closed cooling system* (Sistem Pendinginan Tertutup)

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

Kerugian sistem pendinginan tertutup 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.

c. Macam-Macam Media Pendinginan

Pada sistem pendinginan motor diesel 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 dengan menggunakan air laut. Setelah temperatur air tawar pada tangki penampung menurun selanjutnya air tawar disirkulasikan ke bagian-bagian 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, silinder-silindernya dilengkapi dengan rusuk-rusuk pendingin. Rusuk-rusuk 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, 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 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.

4. Mesin Induk (*Motor Diesel*)

a. Definisi Mesin induk Secara Umum

Mesin Induk yaitu suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung, berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Menurut **Jusak Johan Handoyo, (2015: 34)** dalam buku Mesin diesel penggerak utama kapal. Menyatakan bahwa Mesin diesel adalah satu pesawat yang mengubah energi potensial panas langsung menjadi energi mekanik, atau disebut juga *combustion engine system*. Kapal niaga pada umumnya menggunakan mesin diesel sebagai mesin penggerak utamanya. Mesin Induk bisa berupa mesin diesel atau mesin turbin gas, tergantung pada jenis kapal dan kebutuhan tenaga. Mesin diesel umum digunakan karena efisiensi bahan bakarnya yang lebih baik, sementara mesin turbin gas sering digunakan pada kapal perang dan kapal cepat. Yang menghasilkan daya sangat besar, biasanya diukur dalam megawatt (MW) atau lebih. Kapal-kapal besar seperti kapal kargo, kapal pesiar, dan

kapal perang memerlukan tenaga yang besar untuk mengatasi tahanan air dan cuaca laut.

Prinsip kerja mesin diesel ada dua macam yang sangat populer disebut dengan mesin diesel 4 tak dan mesin diesel 2 tak. Motor diesel 4 tak adalah mesin yang bekerja melakukan empat kali gerakan (dua kali putaran engkol) menghasilkan satu kali langkah kerja. Sedangkan mesin 2 tak adalah mesin pembakaran dalam yang dalam satu siklus pembakaran terjadi dua langkah kerja.

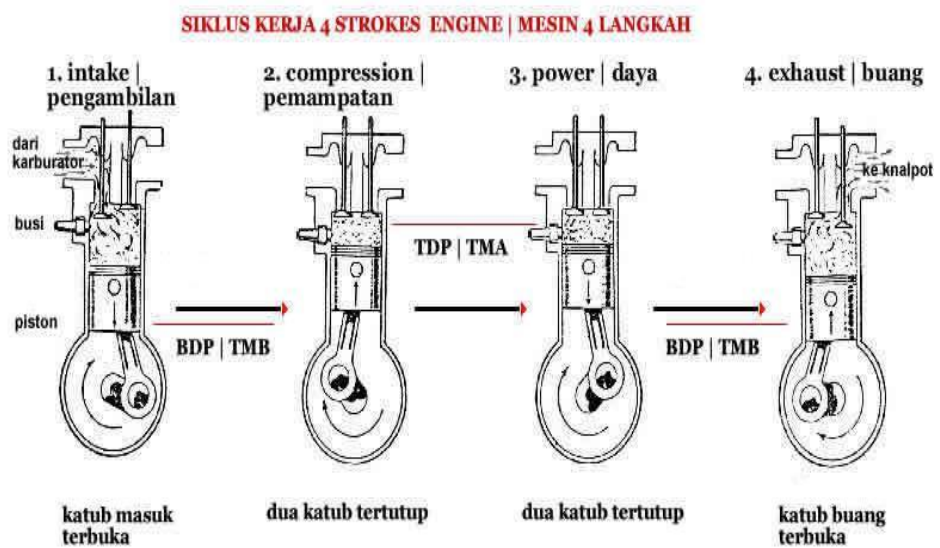
Secara skematis prinsip kerja motor diesel 4 tak dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Langkah hisap Pada langkah ini katup masuk membuka dan katup buang tertutup. Udara mengalir ke dalam silinder.
- 2) Langkah kompresi Pada langkah ini kedua katup menutup, *piston* bergerak dari titik TBM ke TMA menekan udara yang ada dalam silinder. Setelah mencapai TMA, bahan bakar diinjeksikan.
- 3) Langkah ekspansi Karena injeksi bahan bakar ke dalam silinder yang bertemperatur tinggi, bahan bakar terbakar dan berekspansi menekan *piston* untuk melakukan kerja sampai *piston* mencapai TMB. Kedua katup tertutup pada langkah ini.
- 4) Langkah buang Ketika *piston* hampir mencapai TMB, katup buang terbuka, katup masuk tetap tertutup. Ketika *piston* bergerak menuju TMA sisa pembakaran terbuang keluar ruang bakar. Akhir langkah ini adalah ketika *piston* mencapai TMA. Siklus kemudian berulang lagi.



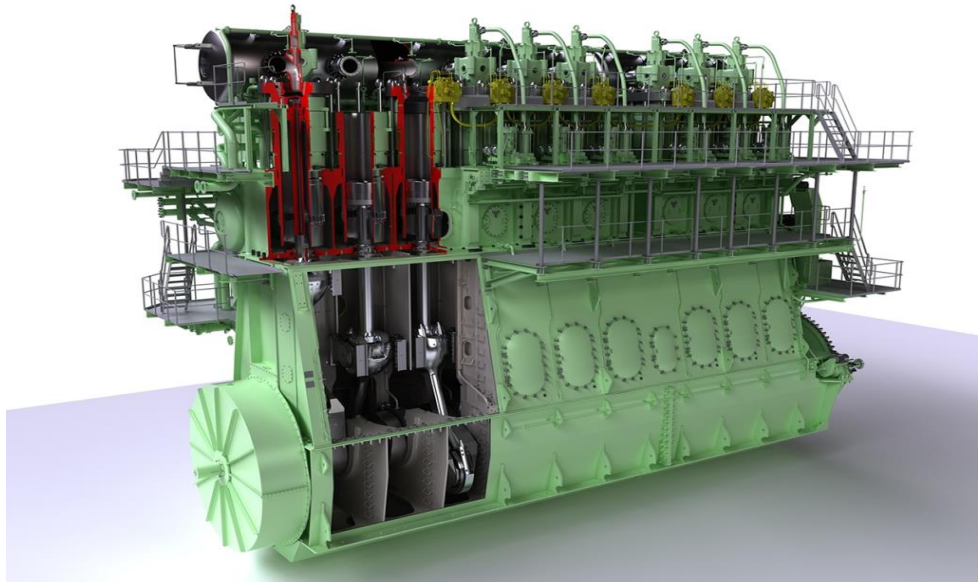
Sumber : www.yanmar.com

Gambar 2.3 Motor Diesel 4 tak



Sumber : www.teknik-otomotif.com

Gambar 2.4 Siklus Motor Diesel 4 tak



Sumber : www.marineinbox.com

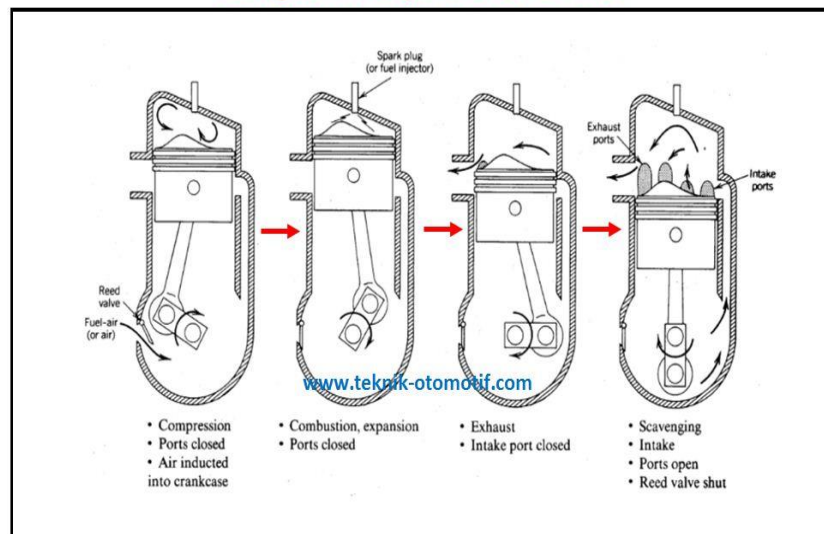
Gambar 2.5 Motor Diesel 2 tak

Secara skematis prinsip kerja motor diesel 2 tak dapat dijelaskan sebagai berikut:

(1) Langkah hisap & kompresi

Pada sistem 2 tak, kedua langkah ini terjadi dalam satu langkah secara bergantian. Dimulai dari *piston* yang ada di TMB (titik mati bawah), saat *piston* ada di TMB udara akan masuk melalui lubang udara yang ada di sekitar dinding silinder. Udara ini dapat terdorong masuk karena pada saluran *intake* terdapat *blower* atau *turbo* yang mendorong udara ke arah mesin. Lalu *piston* akan bergerak naik, pergerakan ini akan membuat lubang udara tertutup oleh dinding *piston*. Akibatnya, ketika *piston* baru bergerak $\frac{1}{4}$ ke TMA kompresi udara akan dimulai. Ketika *piston* mencapai TMA, udara sudah berhasil dipampatkan sehingga suhunya naik dan siap untuk dilakukan pembakaran.

Langkah Kerja Motor 2 Tak



Sumber : www.Teknik-Otomotif.com

Gambar 2.6 Siklus Motor Diesel 2 tak

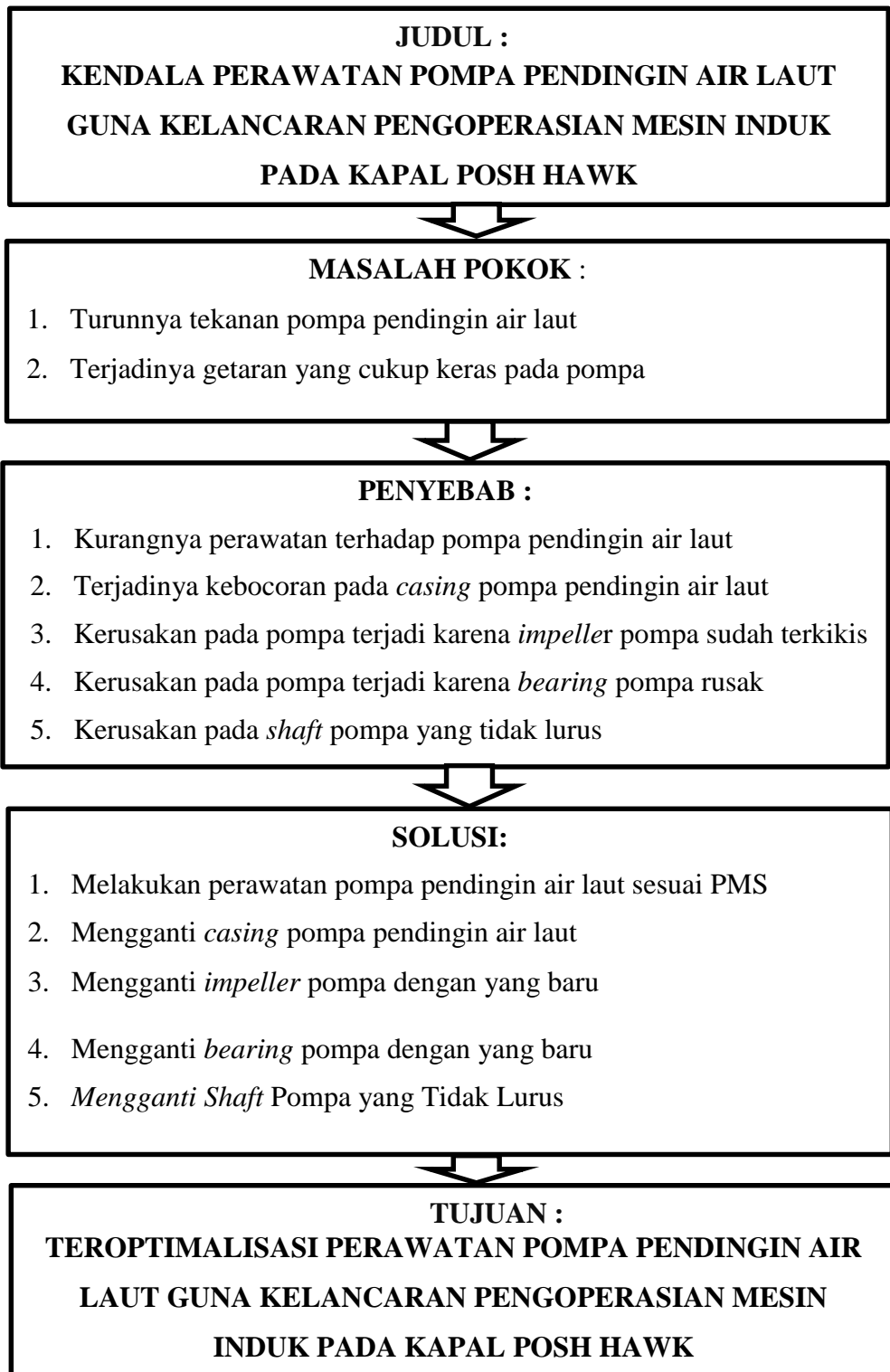
(2) Langkah Usaha dan Langkah Buang

Setelah *piston* mencapai titik mati bawah (TMB) dan memulai *piston* bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA). Pemasukan udara segar dari blower ke dalam silinder dan pengeluaran sisa-sisa gas pembakaran dari ruang silinder berlangsung terus sampai *piston* di bagian atas menutup pintu bilas (ruang pengumpul udara) dan berikutnya *piston* menutup katup buang dan saluran buang. Setelah pintu bilas dan pintu buang tertutup, maka dimulailah gerakan kompresi. Udara-udara yang telah memasuki ruangan silinder mulai dikompresi/dipadatkan sehingga mencapai suhu $500 - 600^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan 40 Kg/cm^2 . Sedikit sebelum *piston* mencapai titik mati atas (TMA) pada saat yang bersamaan pengabut (*Injection Nozzle*) menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut ke dalam udara yang bertemperatur tinggi sehingga terjadilah pembakaran bahan bakar tersebut. Demikianlah proses tersebut terjadi secara berulang-ulang.

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Berdasarkan kajian yang disebutkan di atas, secara garis besar masalah perawatan pompa pendingin air laut tidak optimal menyebabkan pengoperasian mesin induk tidak lancar. Tidak optimalnya kerja pompa pendingin air laut disebabkan tekanan pompa rendah melebihi batas normal dan terjadinya getaran yang cukup keras pada pompa.

Untuk mewujudkan kinerja pompa pendingin air laut yang diharapkan maka diperlukan perawatan secara optimal. Untuk lebih memudahkan dalam memahami pembahasan pada bab berikutnya penulis membuat kerangka pemikiran dalam bentuk diagram sebagai berikut :



Gambar 2.7 Kerangka Pemikiran

BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Fakta kondisi yang terjadi di atas kapal Posh Hawk terkait dengan masalah sistem pendingin mesin induk, selama penulis bekerja sebagai *Second Engineer* diantaranya yaitu :

1. Turunnya Tekanan Pompa Pendingin Air Laut

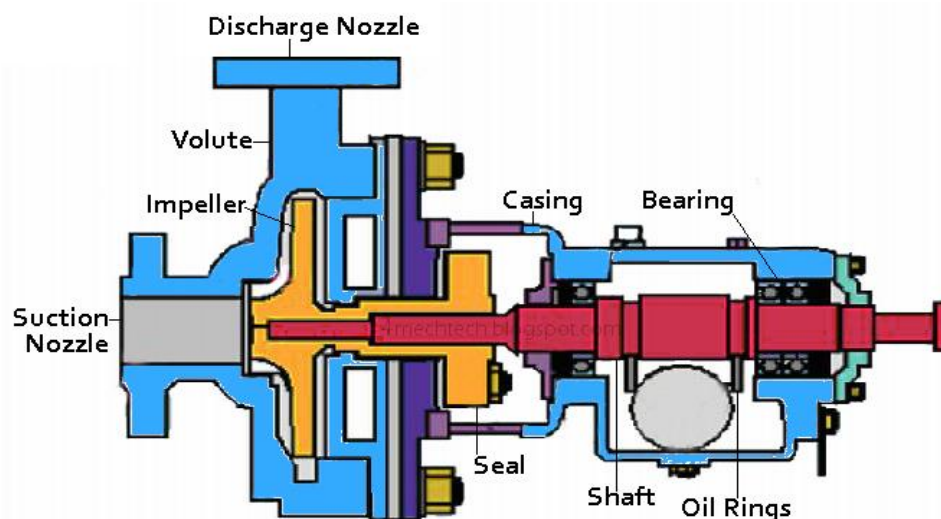
Pada tanggal 18 April 2023 saat kapal dalam pelayaran, tiba-tiba tekanan pompa air laut pendingin yang masuk ke *cooler* turun di bawah tekanan 2,0 bar dari batas normalnya 3,5 bar, sehingga suhu air tawar mesin induk naik mencapai 85°C, sementara suhu normalnya antara 65°C sampai 75°C. Kejadian ini menyebabkan *alarm control thermo switch high temperature* mesin induk berbunyi. Hal ini menunjukkan adanya permasalahan pada system pendingin.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka dilakukan pemeriksaan pada saringan air laut sebelum masuk ke pompa air laut. ditemukan sampah dan teritip di dalam saringan air laut tersebut dan dilakukan pembersihan. Hal ini sering terjadi karena daerah yang dilalui adalah daerah dangkal sehingga saringan air laut atau *sea chest* cepat kotor banyak sampah dan teritip yang terhisap oleh pompa. Teritip dan sampah tersebut menutupi sudu-sudu *impeller* dan sebagian masuk ke pipa-pipa pendingin dan *cooler* penyerapan panas menjadi berkurang. Akibat dari itu operasi kapal terlambat karena harus melakukan perbaikan pada pompa pendingin air laut tersebut dan kapal mendapatkan teguran dari pihak pencharter.

2. Terjadinya Getaran Cukup Keras Pada Pompa

Kejadian pada tanggal 18 April 2023 sebagaimana dijelaskan di atas, yaitu terjadi masalah pada pompa pendingin air laut. Pada saat melakukan pemeriksaan secara *visual*, terdengar bunyi yang cukup keras, Ketika dilakukan pemeriksaan dengan melakukan *overhaul* pompa pendingin, ditemukan bahwa *bearing* pompa rusak dan *shaft* pompa tidak lurus. Hal ini menunjukkan beberapa masalah yang mungkin terjadi pada sistem pompa.

Perawatan terhadap pompa pendingin air laut seharusnya dilakukan secara maksimal, seperti perawatan pembersihan pada katup hisap, pemeriksaan kelurusan *shaft*, minyak pelumas bantalan, arah putaran dan penanganan katup keluar pada waktu *start*. Selain itu perlu dilakukan pula pemeriksaan pada kondisi pompa saat beroperasi. Dengan tujuan untuk mengidentifikasi potensi masalah pada pompa, sehingga dapat diambil tindakan pencegahan atau perbaikan yang diperlukan sebelum masalah menjadi lebih serius.



Sumber : www.inameq.com

Gambar 3.1 Sketsa Pompa Pendingin Air Laut

B. ANALISIS DATA

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

1. Turunnya Tekanan Pompa Pendingin Air Laut

Tekanan normal pompa pendingin air laut yaitu 3,5 bar. Jika tekanan pompa turun maka akan menyebabkan suhu air tawar pada mesin induk tinggi. Adapun penyebab menurunnya tekanan pompa pendingin air laut yaitu :

a. Kurangnya Perawatan Pompa Pendingin Air Laut

Banyak faktor yang menyebabkan kinerja pompa pendingin air laut tidak optimal, salah satunya kerusakan pada *impeller* sebagaimana kejadian di atas. Kerusakan yang terjadi pada pompa pendingin air laut pada umumnya disebabkan kurangnya perawatan pada pompa tersebut. Perawatan terencana terhadap pompa pendingin air laut tersebut kurang diperhatikan atau tidak dilaksanakan sesuai *Planned Maintenance System* (PMS). Karena jadwal operasional kapal yang sangat padat dan tidak dilakukannya perawatan secara berkala maka kinerja pompa pendingin air laut menurun.

Selain padatnya jadwal operasional kapal, faktor penyebab lainnya yaitu faktor lingkungan seperti suhu ekstrem, tekanan, atau kondisi cuaca buruk dapat mempengaruhi kinerja pompa.

b. *Impeller* Pompa Sudah Terkikis

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*. Oleh karena itu *impeller* harus

selalu dijaga kondisi dengan melakukan pemeriksaan secara rutin sesuai petunjuk buku manual.

Pemeriksaan pada *impeller* dilakukan dengan membuka rumah siput pompa pada bagian depannya dan membuka baut-baut rumahnya. Perlu diperhatikan juga pada *impeller* itu sendiri, berputar harus *center*, dan apabila berputarnya tidak normal, maka poros *shaft* sebagai penyebabnya. Pengecekan *impeller* secara *visual* dilihat dari bentuk *impeller*. Apabila *body impeller* terkikis, putaran *impeller* menjadi tidak seimbang. Jika mengalami kejadian diatas perlu dilakukan penggantian yang baru.

Dalam hal penggantian *impeller* hendaknya diperhatikan kualitas suku cadangnya, dengan menggunakan suku cadang yang asli. Penggunaan suku cadang yang asli lebih menguntungkan dibandingkan penggunaan suku cadang yang tidak asli/rekondisi. Fakta yang penulis temui di atas kapal Posh Hawk pemeriksaan *impeller* tidak dilakukan dengan mengikuti *standart operasional prosedur*, sehingga pemeriksaan *impeller* sering melewati jam kerjanya tidak sesuai dengan *manual book*.



Gambar 3.2 *Impeller* pompa rusak

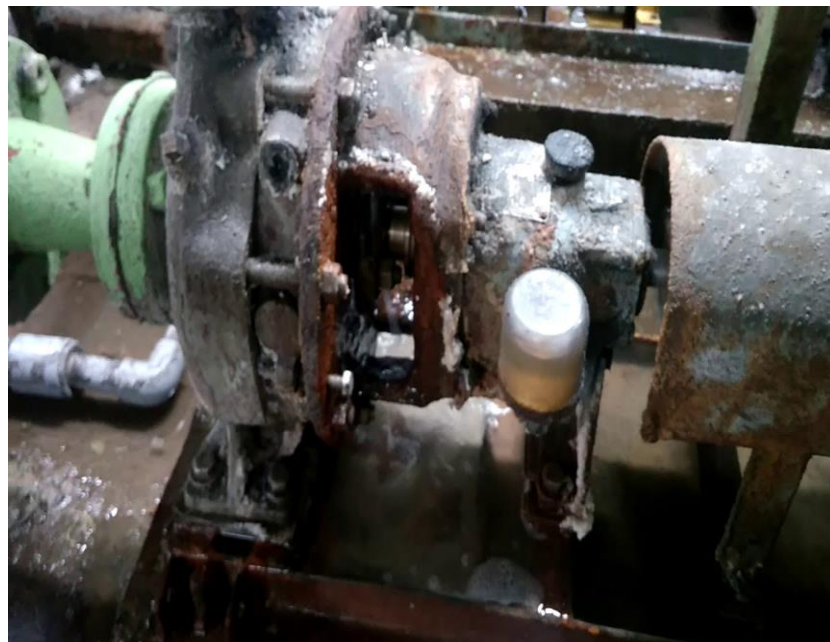
Zat cair yang telah masuk ke dalam ruang *impeller* akan ditekan keluar oleh pompa dengan tenaga penggerak motor listrik disini zat cair

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* di sebabkan sering terjadinya pengikisan oleh air laut.

c. Terjadi kebocoran pada casing pompa pendingin air laut

Kebocoran pada *casing* pompa pendingin air laut masalah serius yang perlu segera di atasi. Kebocoran air laut dapat mengurangi kinerja pompa pendingin, yang dapat menyebabkan peningkatan suhu pada peralatan yang harus didinginkan dan penurunan *pressure*/tekanan, hal ini dapat mengurangi efisiensi operasional dan bahkan menimbulkan kerusakan peralatan.



Gambar 3.3 kebocoran pada *casing* pompa

2. Terjadinya Getaran yang Cukup Keras Pada Pompa

Getaran yang cukup keras pada pompa pendingin air laut menunjukkan bahwa adanya masalah pada pompa. Sebagaimana pada deskripsi di atas, diketahui bahwa penyebabnya yaitu :

a. *Bearing* Pompa Rusak

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



Gambar 3.4 *Bearing* pompa rusak

b. *Shaft* pompa yang tidak lurus (*Misalignment*).

Shaft pompa yang tidak lurus (*misalignment*) pada pompa pendingin air laut dapat berdampak serius pada kinerja pompa dan komponen yang terlibat. *Misalignment* dapat terjadi ketika poros (*shaft*)

dari motor penggerak dan pompa tidak sejajar atau tidak dalam posisi yang tepat. Ini bisa mengakibatkan sejumlah masalah, termasuk getaran berlebihan. Getaran ini bisa merambat ke komponen lain dalam sistem, mengganggu operasional dan mengurangi efisiensi.



Gambar 3.5 *Shaft* pompa tidak lurus

Ketika *misalignment* terjadi, poros pompa mungkin berada dalam posisi yang miring atau *off-center* dari poros motor penggerak. Hal ini menyebabkan sejumlah masalah berupa getaran pada pompa yang mempengaruhi operasi sistem pompa.

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Turunnya Tekanan Pompa Pendingin Air Laut

Permasalahan turunnya tekanan pompa pendingin air laut, dapat dilakukan pemecahannya sebagai berikut :

1) Melakukan Perawatan Pompa Pendingin Air Laut Sesuai PMS

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 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.

Adapun pelaksanaan perawatan serta berbagai gangguan pada pompa dan cara mengatasinya, diantaranya sebagai berikut :

a) Perawatan Terencana (*Planned Maintenance System*)

Perawatan terencana (*Planned Maintenance System*) di lakukan tahapan yaitu pemeriksaan sebelum pompa dijalankan dan pemeriksaan pada kondisi operasi.

(1) Pemeriksaan sebelum pompa dijalankan pompa yang baru selesai dipasang atau sudah lama tidak dipakai harus terlebih dahulu diperiksa sebelum dijalankan.

(a) Pembersihan pada katup hisap dan pipa hisap

Jika selama perawatan instalasi pompa ada benda asing, kotoran atau sampah yang masuk ke dalam pipa hisap, maka pompa akan mengalami gangguan yang serius karena itu pompa harus diperiksa sebelum dicoba dan benda-benda yang dapat mengganggu dan merusak harus disingkirkan, perhatian khusus perlu diberikan kepada pompa yang menggunakan perapat mekanis. Dalam beberapa kasus tertentu *packing* tekan harus dipakai terlebih dahulu di dalam kotak *packing* pompa dalam pelaksanaan perawatan atau pemeliharaan serta mempermudah dalam mengatasi kerusakan atau perbaikan pesawat pompa dan instalasinya dimanapun kapal berada.

(b) Pemeriksaan kelurusan

Kelurusan poros pompa dan motor harus diperiksa, agar memastikan bahwa poros pompa dan motor berada dalam posisi yang benar dan saling sejajar.

(c) Pemeriksaan minyak pelumas bantalan

Gemuk dan minyak untuk bantalan harus diperiksa kebersihan dan jumlahnya, agar membantu meredam gesekan antara permukaan bantalan, mengurangi panas yang dihasilkan oleh pompa.

(d) Pemeriksaan dengan memutar poros

Poros harus dapat berputar dengan halus jika diputar dengan tangan. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hambatan, kekakuan, atau kerusakan pada komponen yang mengganggu pergerakan poros.

(e) Pemeriksaan pipa alat Bantu

Semua katup *system* pipa pembantu seperti pipa pendingin harus terbuka penuh, jumlah dan tekanan air pendingin dan air pelumas harus sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. Hal ini untuk memastikan bahwa sistem pipa berfungsi dengan optimal.

(f) Pemeriksaan katup sorong (*gate valve*)

Katup sorong (*gate valve*) yang dipasang ditengah pipa hisap pada hisapan dengan dorongan, harus dipastikan dalam keadaan terbuka penuh. Agar menghindari hambatan aliran dan memastikan aliran berjalan lancar.

(g) *Priming*

Pompa harus dipancing dengan mengisi penuh pompa dan pipa hisap dengan zat cair. Agar pompa dapat bekerja secara efektif dan efisien

dalam menghisap cairan dari sumber karena tidak ada hambatan isapan atau keadaan operasional yang tidak stabil.

(h) Pemeriksaan arah putaran

Pemeriksaan arah putaran biasanya dilakukan terlebih dahulu dengan melepas kopling yang menghubungkan pompa dan motor penggerak. Motor dihidupkan sendiri dan diperiksa putarannya. Agar mengikuti prosedur yang diberikan oleh *maker* untuk memastikan bahwa arah putaran pompa benar dan sesuai dengan kebutuhan sistem.

(i) Penanganan katup keluar pada waktu *start*

Pada waktu *start*, katup sorong pada pipa keluar harus dalam keadaan tertutup penuh. Setelah pompa dijalankan, katupnya lalu dibuka pelan-pelan dan *manometer* diamati terus sampai

menunjukkan tekanan normal sebagaimana dinyatakan dalam spesifikasi pompa operasi dalam keadaan katup tertutup tidak boleh berlangsung terlalu lama karena zat cair di dalam pompa akan menjadi panas sehingga dapat menimbulkan berbagai kesulitan dalam keadaan katup tertutup pompa tidak boleh dijalankan lebih dari 5 menit, agar pompa tidak terjadi gesekan *internal* antara komponen pompa seperti *impeller* dan *casing* yang menghasilkan kenaikan suhu yang signifikan di dalam pompa dan dapat merusak komponen pompa, *seal*, bahkan memicu kerusakan.

(2) Pemeriksaan pada kondisi operasi

Ada beberapa hal yang perlu diperiksa serta cara penilaian kasar tentang kondisi pompa baik pada waktu uji coba, maupun pada waktu operasi.

(a) Pembacaan *manometer* dan *ampermeter*

Tekanan keluar dan tekanan hisap harus sesuai atau mendekati harga yang telah ditentukan atau diperhitungkan sebelumnya, serta tidak boleh berfluktuasi secara tidak normal. Jika ada benda asing yang menyumbat atau ada udara yang terhisap, maka tekanan akan jatuh atau akan berfluktuasi secara tidak normal.

(b) Arus listrik yang dikonsumsi harus lebih rendah dari pada yang dinyatakan pada label motor, arus ini tidak berfluktuasi secara tidak normal. Jika ada benda asing atau pasir yang terselip pada celah sempit antara *impeller* dan rumah pompa, arus listrik dapat berfluktuasi secara tidak normal sebelum *impeller* macet.

(3) Pengelolaan perawatan pompa

Ketentuan selanjutnya yang dipakai sebagai dasar untuk melaksanakan pemeriksaan rutin adalah menentukan bagian

yang diperiksa beserta jangka waktunya, Atas dasar petunjuk yang tertera dalam *manual book*. Adapun frekuensi perawatan, dapat dilakukan sebagai berikut :

(a) Pemeriksaan harian

Hal-hal yang perlu diperiksa setiap hari adalah sebagai berikut :

- (1) *Temperature* permukaan rumah bentuk dan rumah pompa dapat dirasakan dengan tangan.
- (2) Tekanan hisap dan tekanan keluar petunjuk *manometer* dan *vacum meter* harus dibaca.
- (3) Kebocoran dari kotak *packing* diamati secara cermat.
- (4) Arus listrik dibaca pada *amperemeter*.
- (5) Jumlah pelumas didalam rumah bentuk dirasakan dengan tangan, dilihat dan didengarkan.

(b) Pemeriksaan bulanan

Pemeriksaan bulanan terhadap tahanan isolasi pada motor pompa adalah langkah untuk menjaga kinerja, keamanan, dan integritas peralatan listrik. Jika tahanan isolasi kurang dari 1 mega ohm ($M\Omega$), tindakan perbaikan atau penggantian komponen yang rusak mungkin diperlukan untuk menjaga keamanan dan kinerja motor pompa.

(c) Pemeriksaan bantalan

Pemeriksaan bantalan adalah proses memeriksa kondisi fisik dan kinerja bantalan pada peralatan mesin, seperti pompa, motor, atau peralatan bergerak lainnya. Bantalan adalah komponen penting dalam mesin yang mendukung poros atau komponen berputar lainnya, pemeriksaan bantalan dilakukan secara rutin sebagai bagian dari program perawatan terencana untuk memastikan bahwa bantalan bekerja dengan baik dan tidak

mengalami kerusakan yang dapat mempengaruhi kinerja dan umur pakai peralatan.

- (1) Jika bantalan yang digunakan memakai cara pelumas cincin maka ini harus dapat berputar secara normal.
- (2) Jika rumah bantalan dipegang dengan tangan harus tidak terasa panas yang berlebihan. Jika diukur dengan *thermometer* biasanya bantalan diangkat normal lihat temperaturnya tidak lebih dari 40°C di atas temperatur udara disekitarnya.

(d) Pemeriksaan getaran dan bunyi

Pemeriksaan getaran dan bunyi adalah untuk memantau kondisi dan kinerja peralatan mesin, seperti pompa, motor, atau peralatan membantu dalam mendeteksi masalah atau kerusakan, yang memungkinkan, tindakan yang diambil sebelum pompa menjadi rusak sebagai berikut :

- (1) Pemeriksaan dilakukan dengan meletakkan tangan pada permukaan pompa. Apa bila tangan diletakan diatas permukaan
- (2) rumah pompa, harus tidak ada getaran-getaran yang berlebihan. Pengukuran yang lebih teliti, getaran dapat diukur dengan *vibrometer* pada rumah bantalan dan pada motor. Nilai getaran yang diukur harus kurang dari 30 mm, pada 3000 rpm dan kurang dari 50 mm pada 1500 rpm.
- (3) Tidak boleh ada bunyi yang berdenting/bunyi keras dari bantalan.
- (4) Pengamanan untuk penghentian pompa.

b) Perawatan *Insidentil*

Pengadaan perawatan *insidentil* serta berbagai gangguan pada pompa dan cara mengatasinya.

a) Pompa sukar di *vacum*

Pompa sukar di *vacum* di mana pompa mengalami kesulitan atau tidak dapat menghisap cairan dari sumbernya. Di mana pompa berusaha untuk menghasilkan perbedaan tekanan yang memungkinkan cairan dihisap ke dalam sistem.

- (1) Apakah katup isi tersumbat sampah atau benda asing
bersihkan benda-benda asing tersebut.
- (2) Apakah dudukan katup aus : perbaiki katup atau ganti yang baru.

b) Bunyi dan getaran terlalu berlebihan.

Bunyi dan getaran yang berlebihan dapat mengindikasikan adanya ketidakseimbangan, keausan, kerusakan, atau kondisi operasional yang tidak normal pada peralatan.

- (1) Apakah kelurusan kopling kaku berubah : perbaiki kelurusan.
- (2) Apakah pondasi atau penumpu pipa kurang kokoh :
periksa kembali pondasi dan bila perlu diperkuat.
- (3) Apakah ada udara masuk : kencangkan sambungan pipa dan *packing* tekan.
- (4) Apakah ada benda asing tersangkut di dalam pipa :
keluarkan benda asing.

(5) Apakah bagian tidak berputar karena *impeller* aus : seimbangkan kembali *impeller* atau ganti dengan yang baik.

c) Kebocoran dan pemanasan kotak *packing*.

Kebocoran dan pemanasan kotak *packing* adalah dua masalah yang terkait dengan sistem atau peredam di dalam pompa.

(1) Air bocor dari *packing* tekan.

(a) Apakah penekan *packing* cukup tekanannya: kencangkan tekanan *packing* sampai air yang bocor dari kotak *packing* mengecil dan menetes dari jumlah yang memadai.

(b) Apakah *packing* terlalu pendek sehingga celah terlalu besar : ganti dengan *packing* yang panjangnya sesuai.

(c) Apakah *packing* sudah buruk dan selubung poros aus : ganti *packing* yang anti selubung poros.

(2) *Packing* tekan terlalu panas.

Packing tekan yang terlalu panas adalah masalah yang dapat terjadi pada sistem atau peredam di dalam pompa. *Packing* tekan digunakan untuk mencegah kebocoran cairan dari sambungan bergerak, seperti poros dan rumahannya.

(a) Apakah penekan *packing* dikencangkan secara berlebihan setelah penekan *packing* tidak ada yang menetes keluar dari kotak *packing*.

(b) Apakah tekanan dalam pompa terlalu tinggi untuk *packing* yang ada ganti *packing* dengan jenis yang sesuai untuk tekanan tinggi.

(3) Air bocor dari perapat mekanis

Air bocor dari perapat mekanis adalah masalah yang terjadi pada sistem, terutama pada perapat mekanis yang digunakan

untuk mencegah kebocoran cairan dari sambungan bergerak, seperti poros pompa.

(a) Apakah permukaan yang saling bergesek menjadi cacat karena kemasukan benda asing permukaan dirasakan dan diharuskan dengan lap atau ganti baru.

(b) Apakah *packing* pada bagian perapat rusak ganti *packing*.

2) Mengganti *Impeller* Pompa Dengan Yang Baru

Impeller yang sudah aus/korosi 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.

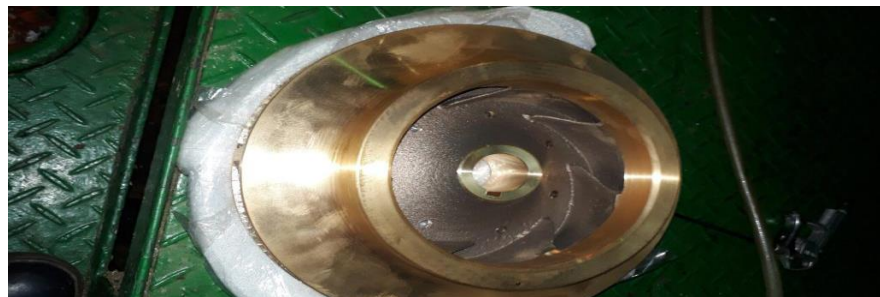
Dalam kondisi *impeller* aus/korosi masinis perlu melakukan pengecekan dan penggantian apabila *impeller* tidak seimbang (*Unbalance*). Pengecekan *impeller* secara visual biasanya dilihat dari bentuk *impeller* apabila *body impeller* terkikis, maka putaran

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.

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*.

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 lubang-lubang *impeller*-nya, kemudian membersihkan dengan memakai kawat, agar batangan-batangan kotoran dapat keluar. Perlu diperhatikan juga pada *impeller*-nya itu sendiri, berputar harus *center*, dan apabila berputarnya tidak normal, maka *shaft* sebagai penyebabnya. Apabila mengalami kejadian diatas perlu untuk penggantian 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.



Gambar 3.6 *Impeller* pompa baru

3) Mengganti *casing* pompa pendingin air laut

Mengganti *casing* pompa pendingin air laut adalah suatu tindakan perawatan atau penggantian komponen yang penting dalam sistem pendingin pada kapal, atau instalasi industri yang menggunakan air laut sebagai media pendingin. *Casing* pompa adalah bagian yang mengelilingi *impeller* dan membentuk rongga di mana air dihisap dan dipompa. Proses mengganti *casing* pompa pendingin air laut memerlukan keahlian teknis dan pengetahuan yang baik tentang sistem pendingin. Selain itu, pastikan untuk mengikuti pedoman keselamatan dan prosedur perawatan yang berlaku agar menghindari risiko kecelakaan dan kerusakan sistem.

Berikut adalah langkah-langkah dalam proses mengganti *casing* pompa pendingin air laut :

a) Persiapan dan Pemeliharaan Keselamatan :

Pastikan keamanan kerja dengan mematikan sumber daya listrik atau sumber tenaga lain yang terkait dengan pompa.

Pasang tanda-

tanda peringatan dan tindakan pengaman lainnya untuk menghindari bahaya bagi personel.

b) Pembongkaran :

Mulai dengan membongkar semua perangkat dan pipa yang terhubung dengan *casing* pompa. Lepaskan semua baut dan koneksi yang mengikat *casing* pompa ke rangkaian lainnya, hati-hati mengeluarkan *casing* pompa dari posisinya.

c) Pembersihan dan Pemeriksaan :

Periksa *casing* pompa yang lama untuk memastikan penyebab yang mempengaruhi kinerjanya. Bersihkan bagian dalam *casing* pompa dari kerak garam laut atau kotoran lainnya yang dapat mengganggu aliran air.

d) Penggantian *Casing* Pompa :

Pasang casing pompa yang baru dengan hati-hati, memastikan semua koneksi dan baut terpasang dengan benar sesuai dengan petunjuk *maker*. Pastikan *casing* pompa ditempatkan secara tepat agar *impeller* dapat berputar dengan lancar.



Gambar 3.7 *casing* pompa pendingin baru

b. Terjadinya Getaran Yang Cukup Keras Pada Pompa

Terjadinya getaran yang cukup keras pada pompa adalah masalah serius yang memerlukan perhatian segera. Getaran yang berlebihan dapat mengindikasikan adanya masalah mekanis atau operasional yang dapat mempengaruhi kinerja pada pompa. Mengenai penyebab getaran yang cukup keras pada pompa dapat dilakukan pemecahan sebagai berikut :

1) Mengganti *Bearing* Pompa Dengan Yang Baru

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

a) 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.

b) Perawatan *bearing*

Perawatan *bearing* pada pompa sangat penting, untuk memastikan operasi yang aman, efisien, dan tahan lama. *Bearing* berperan dalam mendukung rotasi poros dan komponen bergerak lainnya, dan perawatan yang tepat dapat membantu menghindari kerusakan yang berpotensi merugikan. Untuk mencegah dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- (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) Mengganti *bearing* dengan yang baru jika *bearing* sudah rusak
- (9) Memasang kembali *bearing* yang sudah di ganti (layak pakai)
- (10) Memasang kembali *bearing* pada poros dan juga pada pompa
- (11) Mengembalikan alat yang sudah dipakai pada tempat penyimpanan alat



Gambar 3.8 *Bearing* pompa baru

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 dicek ada atau tidaknya karbon yang tidak rata begitu pula dengan karet *sealnya* masih elastis atau tidak.

2) Melakukan dan mengganti poros pompa yang tidak lurus (*Misalignment*)

Pompa yang tidak lurus (*misalignment*) dapat dilakukan pengecekan atau pergantian poros pompa (*Shaft pump*). Pompa yang tidak lurus dibawa ke darat atau bengkel untuk diperbaiki dengan menggunakan mesin bubut untuk dilakukan penyenteran poros pompa dengan alat (*Alignment dial indicator*), apa bila poros pompa tidak lurus (sudah tidak dapat dipakai) maka poros pompa dapat di ganti dengan suku cadang yang baru.



Gambar 3.9 Pergantian *Shaft* Pompa

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Turunnya Tekanan Pompa Pendingin Air Laut

Turunnya tekanan pada pompa pendingin air laut merupakan masalah yang perlu dievaluasi dan diperbaiki dengan cepat untuk menjaga kinerja dan keandalan sistem pendingin. Evaluasi pemecahannya adalah sebagai berikut :

1) Melakukan Perawatan Pompa Pendingin Air Laut sesuai PMS

Melakukan perawatan pompa pendingin air laut sesuai dengan *Planned Maintenance System* (PMS) memiliki banyak keuntungan dan kerugian yang signifikan. Beberapa keuntungan dan kerugian dari melaksanakan perawatan pompa pendingin air laut sesuai dengan PMS :

Keuntungan :

- a) Perawatan rutin sesuai PMS dapat membantu memastikan pompa pendingin air laut beroperasi dengan optimal. Ini dapat mengurangi risiko kerusakan atau kegagalan yang dapat mengganggu operasional sistem pendingin dan akibatnya mengurangi efisiensi sistem keseluruhan. Tekanan pompa pendingin air laut sesuai yang diharapkan yaitu 3.5 bar
- b) Perawatan yang tepat dapat memperpanjang umur pakai pompa pendingin air laut. Dengan menjaga pompa dalam kondisi baik,
- c) dapat menghindari penggantian yang sering dan menghemat biaya jangka panjang.

Kerugian :

- a) Perawatan rutin dapat memerlukan biaya untuk bahan-bahan, tenaga kerja, dan waktu. Meskipun biaya ini mungkin lebih rendah daripada biaya perbaikan besar atau penggantian, mereka tetap menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan dalam anggaran operasional.
- b) Terkadang, sumber daya seperti tenaga kerja terlatih atau suku cadang tidak tersedia dengan mudah atau tepat waktu, yang dapat mempengaruhi pelaksanaan perawatan yang direncanakan.

2) Mengganti *Impeller* Pompa Dengan Yang Baru

Mengganti *impeller* pompa dengan yang baru memiliki beberapa keuntungan dan kerugian, terutama dalam menjaga kinerja dan efisiensi pompa. *Impeller* adalah komponen penting dalam pompa yang berfungsi untuk menggerakkan cairan dan menciptakan aliran. Berikut beberapa keuntungan dan kerugian dari mengganti *impeller* pompa dengan yang baru:

Keuntungan :

- a) *Impeller* yang baru dan lebih efisien dapat meningkatkan aliran cairan dalam sistem. Ini penting terutama dalam sistem pendingin atau peralatan yang memerlukan aliran cairan yang cukup untuk menjaga suhu dan kinerja optimal.
- b) *Impeller* yang baru akan membantu meningkatkan efisiensi dan kapasitas pompa. Ini akan memungkinkan pompa bekerja dengan lebih baik dalam mengatasi tekanan *volume* cairan yang di butuhkan.

Kerugian:

- a) Membutuhkan biaya yang lebih besar

b. Terjadinya getaran yang cukup keras pada pompa

Terjadinya getaran yang cukup keras pada pompa merupakan masalah serius yang memerlukan evaluasi dan tindakan perbaikan yang tepat. Getaran yang berlebihan dapat merusak komponen, mengganggu operasi. Evaluasi pemecahannya adalah :

1. Mengganti *bearing* pompa dengan yang baru

Mengganti *bearing* pompa dengan yang baru memiliki beberapa keuntungan dan kerugian yang penting dalam menjaga kinerja dan keandalan pompa. *Bearing* adalah komponen kritis yang mendukung rotasi poros dan komponen bergerak lainnya dalam pompa. Berikut adalah beberapa keuntungan dan kerugian dari mengganti *bearing* pompa dengan yang baru:

Keuntungannya :

- a) Dengan penggantian *bearing* pompa yang baru sehingga bunyi keras pada pompa hilang, getaran pompa normal sehingga kinerjanya juga maksimal.

Kerugiannya :

- a) Penggantian *bearing* baru membutuhkan persediaan suku cadang di atas kapal sedangkan terkadang pengiriman suku cadang dari pihak perusahaan lambat.

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

Pengecekan dan pergantian jika poros pompa tidak lurus (*misalignment*) memiliki banyak keuntungan dan kerugian dalam menjaga kinerja, keandalan, dan umur pakai pompa serta komponennya. *Misalignment* adalah kondisi di mana poros pompa dan poros motor penggerak tidak sejajar dengan benar. Berikut beberapa keuntungan dan kerugian melakukan pengecekan dan pergantian apabila poros pompa tidak lurus :

Keuntungan:

- a) Dengan menjaga poros dalam posisi yang benar, Anda dapat memperpanjang umur pakai *bearing*, *seal*, *impeller*, dan komponen lainnya.
- b) mengurangi getaran dan kebisingan

Kerugian :

- a) Kerusakan yang lebih cepat dan bahkan kegagalan komponen, memerlukan penggantian dan perbaikan yang lebih sering dan mahal.

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

a. Turunnya Tekanan Pompa Pendingin Air Laut

Pemecahan masalah yang dipilih untuk memaksimalkan kinerja pompa pendingin air laut yaitu dengan cara :

- (1) Melakukan perawatan pompa pendingin air laut sesuai PMS
- (2) Mengganti *casing* pompa pendingin air laut dengan yang baru
- (3) Mengganti *impeller* pompa dengan yang baru

b. Terjadinya getaran yang cukup keras pada pompa

Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi terjadinya getaran pada pompa yaitu dengan cara :

- 1) Mengganti *bearing* pompa dengan yang baru
- 2) Pengecekan dan pergantian apabila *shaft*/poros pompa tidak lurus

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Upaya meningkatkan perawatan sistem pendingin air laut dalam mempertahankan suhu kerja mesin induk di kapal Posh Hawk terdapat mengalami berbagai kendala. Sesuai uraian dan penjelasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Turunnya tekanan pompa pendingin air laut.
 - a. Turunnya tekanan pada pompa pendingin air laut disebabkan kurangnya perawatan terhadap pompa pendingin air laut dan untuk itu perlu dilakukan perawatan sesuai *Planned Maintenance System* (PMS).
 - b. Turunnya tekanan pada pompa pendingin air laut disebabkan oleh terjadinya kebocoran pada *casing* pompa, untuk itu perlu dilakukan perawatan secara tepat dan teratur.
 - c. Upaya yang konsisten dalam merawat dan memelihara *impeller* dapat menghindarkan gangguan mendadak yang dapat mengganggu operasional kapal.
2. Terjadinya getaran yang cukup keras pada pompa disebabkan.
 - a. Mengganti *bearing* pompa yang rusak dengan yang baru adalah langkah penting dalam menjaga kinerja dan keandalan pompa. Ini membantu menghindari masalah yang lebih serius dan memastikan pompa beroperasi dengan efisien dan aman.

- b. *Shaft* pompa yang tidak lurus (*misalignment*). Pengecekan getaran pompa yang cukup keras dilakukan dengan mengganti poros pompa apabila tidak lurus (*misalignment*).

B. SARAN

Berdasarkan uraian kesimpulan di atas, agar kinerja pompa pendingin air laut dapat maksimal maka penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi turunnya tekanan pompa pendingin air laut maka disarankan untuk :
 - a. Melakukan perawatan berkala pada pompa sesuai *Planned Maintenance System* (PMS).
 - b. Melakukan pengecekan *casing* pompa secara berkala sesuai *manual book* apakah masih layak pakai atau harus pergantian *casing* pompa dengan yang baru.
 - c. Mengganti *impeller* pompa dengan yang baru dan memeriksa secara berkala supaya tidak keropos dan diberi *zinc anode*.

Semua kegiatan perbaikan diatas, perlu didokumentasikan dengan baik. Hal Ini dapat membantu dalam melacak riwayat perawatan, mengidentifikasi masalah, dan memantau kinerja system.

2. Untuk mengatasi terjadinya bunyi yang cukup keras pada pompa maka harus :
 - a. Mengganti *bearing* pompa dengan yang baru :

Bearing berfungsi untuk menahan beban pada bagian yang berputar untuk bergerak dengan lancar. Jika *bearing* rusak atau aus, bisa menyebabkan terjadinya bunyi keras dan berbagai masalah lainnya pada pompa. Mengganti *bearing* yang rusak

atau aus dengan yang baru adalah langkah yang tepat untuk mengatasi bunyi keras pada pompa.

- b. Melakukan Pengecekan dan pergantian poros pompa jika tidak lurus (*misalignment*) :

Poros (*shaft*) adalah komponen penting dalam sistem pompa yang menghubungkan bagian berputar dengan bagian diam, seperti *impeller* dan seal. Jika poros pompa tidak lurus, ini dapat menyebabkan berbagai masalah termasuk gesekan berlebihan, keausan komponen, kebocoran, dan bahkan kerusakan pompa. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pengecekan dan pergantian poros pompa yang tidak lurus (*misalignment*).

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W dan Tsuda,K. (2004). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Atmoko, T. (2011). *Prosedur Pengoperasian Pompa Sentrifugal*. Jakarta : Djangkar.
- Darmawan, A. (2016). *Pompa Sentrifugal*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Dhillon, B. (2002). *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. s.l.:CRC
- Goenawan Danoaesmore. (2003). *Manajemen Perawatan*. Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudera.
- Handoyo,J.J (2015). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*, Jakarta : Djangkar.
- Juli,S. (1994). *Kesehatan lingkungan*.Yogyakarta : Gadjah Mada University.
- Maxwell,J.A. (Ed.). (2005) *Qualitative research design: An interactive approach* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Romzana, R, M.Mar.E. (2005). *Mesin Penggerak Utama*. BP3IP, Jakarta.
- Sehwarat,M.S dan Narang,J.S (2011). *Production Manajemen*. Jakarta, Erlangga.
- <http://maritimeworld.web.id> tentang teori pompa sentrifugal, diakses pada tanggal 02 Agustus 2023

Lampiran 1 Ship Particular

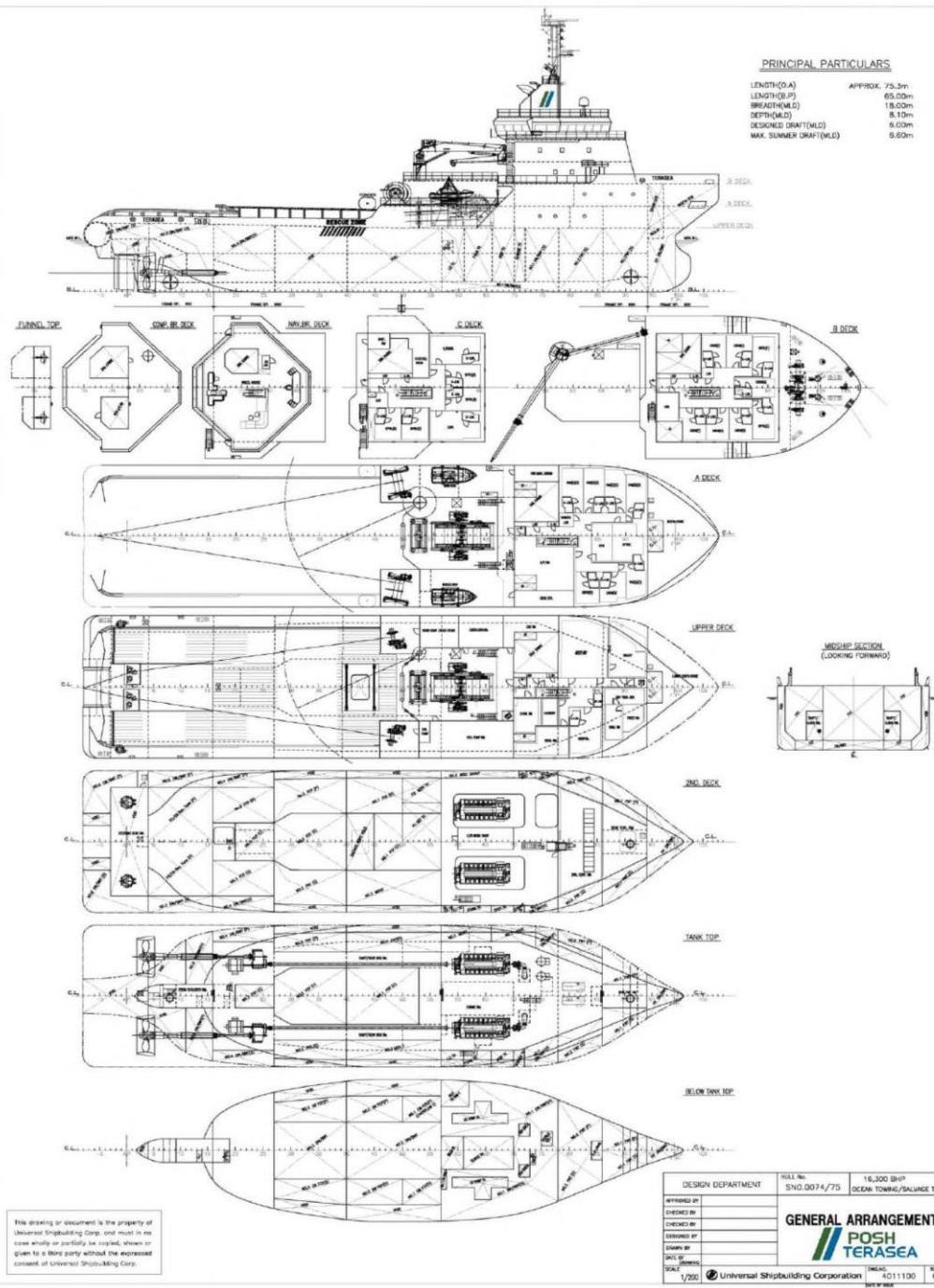
POSH HAWK



Principal Particulars		Machinery & Equipment	
Flag	: Singapore	Main Engines	: 2x Wartsila 12V32 Total output 16,300BHP
Year Built	: May 2013	Generators	: Main generators: 2 x 400kW, 420 V, 50Hz; Shaft generators 2 x 1200 kW, 420V, 50Hz; Emergency generator: 60kW, 420V, 50Hz
Place Built	: JMU, Japan	Steering gear	: RR, 2 x independent, electro-hydraulic rotary type
Length Overall	: 75.27 m	Propellers	: 2 x Controllable Pitch Propellers, 4 blade in nozzles
Length B.P.	: 65.00 m	Rudders	: Rolls-Royce, 2 x high lift flap
Beam Overall	: 18.00 m	Bollard Pull	: 207 tons
Depth Moulded	: 8.10 m	Bow Thruster	: Electric motor driven tunnel type, 12 tons, 800kW
Design Draft	: 6.00 m	Stern Thruster	: Electric motor driven tunnel type, 10 tons
IMO No.	: 9624598	Deck Crane	: Electro-hydraulic, knuckle type, 5 tons @ 16m radius
Official No.	: 397798	Ballast water treatment system	: Ultra violet with filter type, treatment capacity 60m³/hr
Call Sign	: 9V9965		
Classification			
ABS + A1 Towing Vessel, Fire Fighting Vessel Class 1, Offshore Support Vessel, Oil Recovery Capability Class 1, AMS, ACCU, TCM, DPS-1.			
Capacities		Tow/Anchor handling Equipment	
Gross Tonnage	: 3513 tons	Tow/AHWinch	: 1 x Fukushima, DDW-350H-4M, double drum waterfall type, brake holding capacity @450 tons (1st layer)
Net Tonnage	: 1053 tons	Tow/AH drum capacity	: 76 mm x 1500m, both drums with spooling device
Deadweight	: 3381 tons	Spare wire reels	: 2 x 76mm x 1500m @10 tons (1st layer)
Heavy Fuel Oil	: 2280 m³	Tugger Winch	: 2 x Electro-hydraulic, each 20 tons @15m/min
Diesel Fuel Oil	: 333 m³	Windlass	: 1 x Fukushima, Electro-hydraulic, 2 x cable lifters, 2 x warping ends, 2 x mooring drums. 15 tons x 9m/min
Potable Water	: 366 m³	Shark Jaw	: 2 x Karm fork, 450 tons SWL each
Lube Oil	: 41 m³	Towing Pin	: 2 pair x Karmoy w inch, 200 tons SWL each
Foam Capacity	: 24 m³	Capstans	: 2 x Electro-hydraulic each 15 tons @15m/min
Dispersant	: 18 m³	Stern Roller	: 1 x 450 tons SWL, B 5m x Diam. 3m
Max Speed	: 15 knots		
Endurance	: 45 days towing at sea		
Deck Loads	: From frame -3 to 16: 10 tons/m² : From frame 16 to 49: 5 tons/m²		
Deck Space	: 450 m²	Life Saving Equipment	
		Rescue Boat	: 6 person capacity on single point hanging davit type
		Work Boat	: 6 person capacity with launch davit
Accommodation		Life rafts	: 6 x 16 person capacity
One Man Cabin	Two Men Cabin	Total Complement	

POSH HAWK

16,300 BHP/ 207 TBP AHT/ DPI/Ocean Towing/ Salvage Tug



Lampiran 2 Crew List

FORM 22 IMMIGRATION ACT - (CHAPTER 133)

Regulation 31(1)

IMMIGRATION REGULATIONS CREW LIST

*Name/Identification No. of *Vessel/Train POSH HAWK *Master/Owner/Charterer PACIFIC WORKBOATS PTE LTD

Agents in Singapore PACIFIC WORKBOATS PTE LTD

Last place of embarkation INDONESIA - BATAM ISLAND

Date of Arrival 16/02/2023

Next destination HIGH SEAS - SINGAPORE

Date of proposed departure 31/05/2023

No.	Name	Sex	Date of Birth	Nationality/ Citizenship	Travel Document No.	Expiry Date of Travel Documents	Duties on Board
1	THAN HTIKE	M	13/12/1974	MMR	MF674776	17/02/2027	ETO
2	HANSEN LAHAY	M	03/09/1982	IDN	C8680470	02/06/2027	3RD ENGINE ER
3	GELARA ROMY BONGHANROY	M	16/03/1987	PHL	P6947068B	07/06/2031	FITTER WELDE R
4	TANUTAN FELIPE LINDRES	M	16/02/1981	PHL	P9328257B	23/03/2032	CHIEF ENGINE ER
5	GALGO ADRIAN GALABO	M	23/03/1993	PHL	P1115200B	19/03/2029	2ND OFFICE R
6	FAMISARAN REYNALDO FALING	M	16/12/1961	PHL	P1950376B	13/06/2029	MASTE R
7	SINGH AKLESH KUMAR	M	10/09/1984	IND	M2347429	18/09/2024	COOK
8	CASTILLO ROGER ARANDILLA	M	15/01/1965	PHL	P6856315A	19/04/2028	BOSUN
9	SABADO ALDRIN BONODE	M	11/07/1980	PHL	P5482792B	08/09/2030	AB
10	RICKY KRISNAWAN	M	30/10/1985	IDN	C7932757	31/05/2026	2ND ENGINE ER
11	RAUNIYAR RAJIV MAHAJAN	M	07/12/1983	IND	U6030644	16/03/2030	ABLE SEAMA N
12	KUMAR RAJNISH	M	15/12/1988	IND	Z3940945	26/01/2027	ABLE SEAMA N
13	SHARMA DEV YASH	M	06/02/2003	IND	V4421433	12/12/2031	DECK BOY
14	CESAR VINCENT ANTHONY BINANGBANG	M	19/11/1970	PHL	P8313345B	26/11/2031	CHIEF OFFICE R

I certify that the above information is, to the best of my knowledge and belief, true in every particular

DAFTAR ISTILAH

<i>Bypass</i>	: Saluran pipa dengan cara jalan pintas
<i>Chemical</i>	: Zat kimia yang digunakan untuk mencegah kerak-kerak pada pipa.
<i>Heat Exchanger Fresh water 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 cair-gas.
<i>Fresh Water Cooling Pump</i>	: Pompa pendingin air tawar atau yang biasa disebut dengan sistem pendingin tertutup, berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin ke dalam sistem.
<i>Gland Packing</i>	: Untuk menahan kebocoran air laut melalui <i>shaft</i> pompa
<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>Anchor Handling Tug</i>	: Jenis kapal yang dirancang khusus untuk tugas-tugas yang terkait dengan pengangkatan, penempatan, dan pengelolaan jangkar kapal yang besar dan berat di perairan dalam.
<i>Mechanical Seal</i>	: Suatu alat mekanis yang berfungsi untuk mencegah kebocoran <i>fluida</i> 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.

- Rumah Pompa* : Bagian pompa yang berfungsi sebagai penampung cairan yang terlempar dari sudu-sudu *impeller* untuk merubah atau mengkonversikan energi cairan menjadi energi tekanan statis.
- Sea Chest* : Tempat isapan air laut sebelum diisap oleh pompa.
- Strainer* : Saringan pencegah kotoran agar tidak masuk ke dalam sistem.
- Overheating* : Suhu mesin yang melebihi batas normal sehingga mengakibatkan panas berlebihan.
- Overload* : Kelebihan beban
- Turbocharger* : Suatu bagian dari komponen mesin untuk meningkatkan tenaga mesin dengan memanfaatkan dari gas buang.
- Thermostat* : Katup yang bisa membuka dan menutup secara Otomatis sesuai dengan perubahan temperatur Pada mesin.
- Zink Anode* : Batang *zink* yang gunanya menyerap mengurangi ion atau unsur garam.