

**ANALISIS PERAWATAN SISTEM PELUMAS KAPAL KMP
KORMOMOLIN MENGGUNAKAN METODE *PREVENTIVE*
*MAINTENANCE POLICY***

SKRIPSI

Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



MAGFIRA ABDILLAH

D331 16 015

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

HALAMAN PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

ANALISIS PERAWATAN SISTEM PELUMAS KAPAL

KMP. KORMOMOLIN MENGGUNAKAN METODE *PREVENTIF*

MAINTENANCE POLICY

Disusun dan diajukan oleh

**MAGFIRA ABDILLAH
D33116015**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 23 Februari 2021

Dan telah dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Surya Hariyanto, S.T., M.T.
NIP. 19710722000121001


Pembimbing Pendamping,



Ir. Zulkifli, M.T.
NIP. 195701151988111001

Ketua Program Studi,




Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M. .Eng
NIP. 198102112005011003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Magfira Abdillah
NIM : D33116015
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisis Perawatan Sistem Pelumas Kapal KMP. Kormomolin Mengguakan
Metode Preventif Maintenance Policy

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 1 Maret 2021

Yang menyatakan,

A green revenue stamp (Meterai Tempel) with a value of 6000 Rupiah. The stamp features the text 'METERAI TEMPEL', '6000', and 'ENAM RIBURUPIAH'. It also has a serial number 'C0000AAC00000001' and a small logo. A signature is written over the stamp.

Magfira Abdillah

ABSTRAK

MAGFIRA ABDILLAH. Analisis Perawatan Sistem Pelumas Kapal KMP Kormomolin Menggunakan Metode *Preventive Maintenance Policy*

PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) adalah perusahaan yang melayani penyeberangan antar pulau menggunakan kapal ferry. Sistem pelumas pada mesin induk kapal ferry merupakan salah satu sistem terpenting yang menjaga agar kapal ferry dapat beroperasi dengan baik dan lancar. Untuk mengetahui penyebab kerusakan komponen-komponen dari sistem pelumas dilakukan dengan metode FTA dan FMEA. Sedangkan untuk mengetahui kebijakan perawatan dan perbaikan digunakan metode *repair policy* dan *preventive maintenance policy*. Dari hasil FTA dan FMEA diperoleh komponen kritis sistem pelumas yaitu *oil pump*, *cooler* dan *oil filter*. Dari hasil perhitungan biaya *repair policy* dengan biaya *preventive maintenance policy* yang dikerjakan oleh mekanik maupun crew kapal, maka diperoleh jadwal perbaikan dan perawatan yang optimal untuk 3 komponen sistem pelumas, yaitu *oil pump* diterapkan perbaikan mengikuti kebijakan *repair policy* selama 1 tahun begitupun dengan *cooler* dan *oil filter*. Dari hasil perhitungan biaya *repair policy* pada komponen *oil pump* dan *oil cooler* didapat biaya perawatan yang dikerjakan oleh mekanik lebih rendah dibanding dengan *crew kapal*, sedangkan komponen *oil filter* biaya perawatan yang dikerjakan oleh *crew kapal* lebih rendah dibanding dengan mekanik.

Kata Kunci: Kapal Ferry, Sistem Pelumas, FTA, FMEA, *Repair Policy*, *Preventive Maintenance*

ABSTRACT

MAGFIRA ABDILLAH. Analysis of KMP Kormomolin Ship Lubricant System Maintenance Using the *Preventive Maintenance Policy Method*

PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) is a company that serves inter-island crossings using ferries. The lubricating system on the main ferry engine is one of the most important systems that keep the ferry operating properly and smoothly. To determine the cause of the component failure of the lubricant system, the FTA and FMEA methods were used. Meanwhile, to find out the maintenance and repair policies used the *repair policy* and *preventive maintenance policy* methods. From the FTA and FMEA results, the critical components of the lubricant system are obtained, namely the *oil pump*, *cooler* and *oil filter*. From the calculation of the cost of the *repair policy* with the cost of the *preventive maintenance policy*, it is possible to obtain an optimal repair and maintenance schedule for the 3 components of the lubricant system, namely the *oil pump* which is applied to repair following the *repair policy* for 1 year as well as the *cooler* and *oil filters*,

Keywords: Ferry, Lubricant System, FTA, FMEA, *Repair Policy*, *Preventive Maintenance*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana Teknik di Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan dukungan materi demi keberlangsungan selama kuliah di Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
2. Bapak Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, ST., M.Inf.Tech.,M.Eng selaku ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Surya Hariyanto, S.T. M.T. selaku pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Ir Zulkifli, M.T selaku pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak andi haris muhammad, S.T. M.T Ph.D selaku penguji yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Bapak M Rusydi Alwi, S.T. M.T. selaku penguji yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.

7. Dosen-dosen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, motivasi serta bimbingannya selama proses perkuliahan.
8. Seluruh kawan mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Khususnya angkatan 2016 (ANZIZ16) yang telah memberikan kenangan bersama selama masa perkuliahan terutama saat menyelesaikan tugas gambar dan juga senantiasa memberi banyak motivasi, dukungan serta waktu yang telah dilalui bersama.
9. Izdihar Nurafifah sebagai teman seperjuangan dalam memberi support, ide dan gagasan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Mayang Nizhar Raj, Nawar, dan Sarah selaku sahabat yang selalu mendengarkan keluh kesah selama menyelesaikan skripsi ini, dan juga sebagai *team support* dalam memberi semangat dan hiburan.
11. Rahmat Ibrahim yang selalu memberi semangat dan motivasi dalam mengerjakan tugas akhir ini.
12. Lembaga Kemahasiswaan OKSP FT-UH yang telah mewadahi penulis atas seluruh pembelajaran yang diberikan sampai saat ini.
13. Seluruh teman-teman mahasiswa Departemen Teknik Perkapalan dan Teknik Kelautan, tak lupa pula kanda-kanda senior dan dinda-dinda junior atas motivasi dan dukungannya.
14. Teman cruizer16 yang selalu selalu menghibur, memberi dukungan dan motivasi bagi penulis.
15. Staf tata usaha Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah membantu segala aktivitas administrasi baik selama perkuliahan serta dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran sebagai bahan untuk memenuhi kekurangan dari penulisan skripsi ini. Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca dan khususnya penulis.

Gowa, februari 2021

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	2
I.3. Batasan Masalah	2
I.4. Tujuan	3
I.5. Manfaat	3
I.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. PT. ASDP Indonesia Ferry.....	5
2.2. Sistem Pelumas	6
2.2.1 Sistem <i>Carter</i> Basah.....	7
2.2.2 Sistem <i>Carter</i> Kering.....	7
2.3 Komponen Sistem Pelumas	8
2.3.1. Tangki Penyimpanan (<i>Servis Tank</i>).....	8
2.3.2. <i>Carter</i> (<i>Oil Pan</i>)	8
2.3.3. Pompa Oli (<i>Oil Pump</i>).....	9
2.3.4. <i>Oil Filter dan Strainer</i>	9

2.3.5. <i>Regulator Valve</i>	10
2.3.6. <i>Oil Pressure Sensore</i>	10
2.3.7. <i>Oil Cooler</i>	10
2.4. Prinsip Kerja Sistem Pelumas.....	11
2.5. <i>Failure Tree Analysis</i>	12
2.5.1. Simbol-simbol <i>Failure Tree Analysis</i>	12
2.6. <i>Metode Failure Mode And Effects Analysis (FMEA)</i>	13
2.7 Maintenance	15
2.8 Jenis-jenis Perawatan	16
2.9 Biaya Perbaikan	20
2.9.1 Distribusi Frekuensi <i>Breakdown Time</i>	20
2.9.2 Repair Maintenance	21
2.9.3 Metode Repair Policy	21
2.10 Preventive Maintanance	21
2.11 Preventive Maintanance policy	22
2.11.1 Biaya <i>Preventive Maintanance policy</i> yang diperkirakan	23
2.11.2 Biaya Total Perawatan.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	25
3.2. Data Penelitian	25
3.3. Metodologi Penelitian	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Analisa Kualitatif	30
4.1.1 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	30
4.1.2 <i>Failure mode and Effects Analysis</i>	32
4.2 Analisa Kuantitatif.....	33
4.2.1 analisa kuantitatif <i>oil pump</i>	33
4.2.2 analisa kuantitatif <i>oil cooler</i>	40

4.2.3 analisa kuantitatif <i>oil filter</i>	49
4.3 grafik perbandingan <i>repair policy</i> dan <i>preventive maintenance policy</i> (pengerjaan mekanik dan crew kapal).....	57
4.4 analisa jadwal <i>maintenance</i>	61
BAB V. PENUTUP.....	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Grafik Laba Rugi PT ASDP Ferry (Persero) Cabang Bulukumba.....	1
Gambar 2.1 Kapal KMP Kormomolin.....	6
Gambar 2.2 <i>carter (oil pan)</i>	8
Gambar 2.3 <i>oil pump</i>	9
Gambar 2.4 <i>oil filter</i>	9
Gambar 2.5 <i>regulator valve</i>	10
Gambar 2.6 <i>oil cooler</i>	10
Gambar 2.7 skema sistem pelumasan mesin yanmar 81aa(m)-ute.....	11
Gambar 2.8 simbol-simbol fta	13
Gambar 2.9 skematik perawatan.....	17
Gambar 4.1 <i>failure tree diagram</i>	31
Gambar 4.2. diagram nilai rpn komponen sistem pelumas.....	33
Gambar 4.3 grafik perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dengan biaya <i>repair maintenance</i> pada <i>oil pump</i> (pengerjaan mekanik)	37
Gambar 4.4 grafik perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dengan biaya <i>repair maintenance</i> pada <i>oil pump</i> (pengerjaan crew kapal).....	40
Gambar 4.5 grafik perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dengan biaya <i>repair maintenance</i> pada <i>cooler</i> (pengerjaan mekanik)	45
Gambar 4.6 grafik perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dengan biaya <i>repair maintenance</i> pada <i>cooler</i> (pengerjaan crew kapal).....	48

Gambar 4.7 grafik perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dengan biaya <i>repair maintenance</i> pada <i>filter</i> (pengerjaan mekanik).....	54
Gambar 4.8 grafik perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dengan biaya <i>repair maintenance</i> pada <i>filter</i> (pengerjaan crew kapal)	57
Gambar 4.9 grafik perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dengan biaya <i>repair maintenance</i> pada <i>oil pump</i> (pengerjaan mekanik dan crew kapal)	58
Gambar 4.10 grafik perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dengan biaya <i>repair maintenance</i> pada <i>oil cooler</i> (pengerjaan mekanik dan crew kapal).....	59
Gambar 4.11 grafik perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dengan biaya <i>repair maintenance</i> pada <i>filter</i> (pengerjaan mekanik).....	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Tabel Saveraty Ranking</i>	14
Tabel 2.2 <i>Tabel Occurance Rating</i>	14
Tabel 2.3 <i>Tabel Detection Rating</i>	15
Tabel 3.1 Dimensi Utama Kapal KMP Kormomolin	25
Tabel 3.2 Dimensi Utama Mesin Induk KMP Kormomolin.....	26
Tabel 4.1 <i>Cut Set</i> Dari <i>Fault Tree</i> Sistem Pelumas	31
Tabel 4.2 tabel frekuensi <i>breakdown oil pump</i>	33
Tabel 4.3 biaya peralatan untuk perawatan <i>preventive</i>	36
Tabel 4.4 tabel perhitungan biaya preventive maintenance policy yang diperkirakan (pengerjaan mekanik)	36
Tabel 4.5 tabel perhitungan biaya preventive maintenance policy yang diperkirakan (pengerjaan mekanik)	39
Tabel 4.6 tabel frekuensi <i>breakdown cooler</i>	41
Tabel 4.7 tabel jenis <i>breakdown cooler</i>	41
Tabel 4.8 tabel harga komponen <i>cooler</i>	42
Tabel 4.9 tabel harga komponen tiap bulan	42
Tabel 4.10 tabel biaya peralatan untuk preventive.....	44
Tabel 4.11 biaya preventive maintenance yang diperkirakan (pengerjaan oleh mekanik)	45
Tabel 4.12 biaya preventive maintenance yang diperkirakan (pengerjaan oleh crew kapal)	48

Tabel 4.13 tabel frekuensi <i>breakdown oil filter</i>	49
Tabel 4.14 tabel jenis <i>breakdown oil filter</i>	49
Tabel 4.15 tabel harga komponen <i>oil filter</i>	50
Tabel 4.16 tabel harga komponen tiap bulan	51
Tabel 4.17 tabel biaya peralatan untuk preventive.....	53
Tabel 4.18 biaya preventive maintenance yang diperkirakan (pengerjaan oleh mekanik)	53
Tabel 4.19 biaya preventive maintenance yang diperkirakan (pengerjaan oleh crew kapal)	56
Tabel 4.20 perbandingan biaya perawatan.....	61

DAFTAR NOTASI

n	= Periode waktu
B	= Jumlah rata-rata <i>breakdown</i> tiap periode
B	= Breadth/Lebar kapal
Bn	= Jumlah kerusakan tiap periode
Cm	= Biaya <i>preventive maintenance</i> yang diperkirakan tiap periode
Cr	= Cost repair/Biaya Perbaikan
D	= <i>Detection</i> /Deteksi
H	= Depth/Tinggi kapal
HP	= Horse Power
LBP	= Length of Perpendicular/Panjang garis tegak buritan dengan tegak haluan
LOA	= Length of All/Panjang keseluruhan kapal
N	= Jumlah mesin
P	= Periode\
RPM	= Radius per minute
S	= <i>Severity</i> /Keparahan
T	= Draught/Sarat kapal
Tb	= Rata-rata <i>runtime</i> tiap komponen
Ti	= Periode waktu
O	= <i>Occurance</i> /Kejadian
TCr	= <i>Total Cost Repair</i> /Jumlah biaya perbaikan yang diperkirakan
TCr	= <i>Total Cost of downtime</i>
TCr _(n)	= Total biaya perbaikan tiap periode
TCm _(n)	= Total biaya <i>preventive maintenance</i> tiap periode
TMc _(n)	= Total biaya perawatan tiap periode
V	= Kecepatan Kapal

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

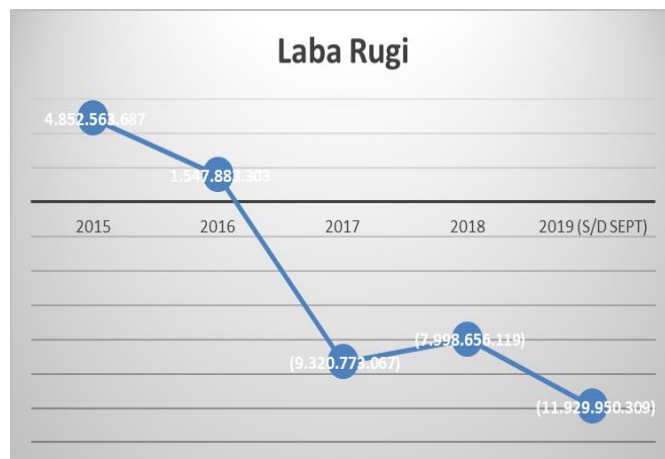
Lampiran 1. Tabel FMEA.....	
Lampiran 2. Perhitungan repair dan maintenance policy	
Lampiran 3. Daftar harga sparepart	
Lampiran 4. Browsur kapal kmp koromolin.....	
Lampiran 5. Browsur Mesin Yamnar 8LAA(M)-UTE.....	
Lampiran 6. Gambar pengambilan data.....	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) adalah satu diantara perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang ada di Indonesia yang bergerak di bidang transportasi laut. Salah satunya adalah PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Selayar. PT. ASDP Cabang Selayar memiliki 4 kapal yang beroperasi, yaitu KMP. Bontoharu, KMP. Kormomolin, KMP. Sangke Palangga dan KMP. Balibo.



Gambar 1.1 grafik laba rugi PT.ASDP Ferry (PERSERO) Cabang Selayar

Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh pihak PT.ASDP pada tahun 2017-2019. PT.ASDP Ferry (PERSERO) Cabang Selayar mengalami banyak kerugian secara keseluruhan, baik dari segi muatan, minat penumpang, perawatan kapal, operasional kapal, dan lain-lain. Kesalahan pemilihan jenis perawatan yang digunakan menjadi salah satu faktor meningkatnya biaya dari perawatan kapal. Langkah yang semestinya diterapkan oleh PT.ASDP Cabang Selayar untuk mengatasi masalah kerugian akibat kesalahan pemilihan metode perawatan yang efisien.

Akibat penurunan produksi PT.ASDP Cabang Selayar menyebabkan biaya operasional kapal lebih tinggi dibanding biaya produksi. Perawatan kapal penting dilakukan untuk menjamin agar mesin bisa beroperasi dengan baik dan optimal agar mencapai kualitas produk yang baik, dalam hal pelayanan kapal. Karena biaya

produksi tidak sebanding dengan biaya perawatan maka perlu mengoptimalkan biaya perawatan.

Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui biaya perawatan komponen sistem pelumas kapal ferry. Sistem pelumas berfungsi untuk mencegah keausan berlebih ketika komponen-komponen mesin saling bergesekkan (bersinggungan). Dengan menggunakan identifikasi pendekatan analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Dimana analisis kualitatif menggunakan metode kegagalan *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* sedangkan analisis kuantitatif menggunakan pendekatan biaya *repair policy dan preventive maintenance policy* diharapkan kapal ini memiliki biaya perawatan yang dengan sesuai standar ekonominya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan kegagalan komponen sistem pelumas KMP Kormomolin dengan menggunakan analisis FTA
2. Bagaimana menentukan komponen kritis sistem pelumas kmp kormomolin dengan menggunakan analisis FMEA
3. Bagaimana menentukan kebijakan perawatan sistem pelumas KMP Kormomolin dengan perbandingan biaya *repair policy dan preventive maintenance policy*.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang terjadi harus diberi batasan untuk menjaga konsentrasi dari ide skripsi serta mempermudah dalam melaksanakan analisa. Berikut merupakan batasan - batasan masalah tersebut, yaitu :

1. Objek yang di teliti adalah sistem pelumas kapal KMP Kormomolin
2. Menggunakan metode FTA dan FMEA untuk menentukan komponen kritis sistem pelumas KMP. Kormomolin
3. Perhitungan biaya perawatan dengan menggunakan *repair maintenance policy dan preventive maintenance policy*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kegagalan komponen dengan menggunakan analisis FTA
2. Mengetahui komponen kritis komponen sistem pelumas kapal KMP Kormomolin analisis FMEA
3. Mengetahui biaya perawatan kapal KMP. Kormomolin menggunakan analisa *repair maintenance policy* dan *preventive maintenance policy*.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan memiliki manfaat bagi banyak pihak yang berkepentingan. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jenis pendekatan *maintenance* untuk mengurangi biaya perawatan KMP. Kormomolin.
2. Dengan penelitian ini mampu membantu PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Selayar agar biaya produksi dapat normal kembali.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan penulisan ini terbagi menjadi enam bab, setiap bab terdiri atas sub – sub bab yang saling berhubungan. Bab – bab tersebut adalah :

BAB I : Pendahuluan

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan masalah dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab ini mengemukakan tentang gambaran PT ASDP, sistem pelumas, komponen sistem pelumas, prinsip kerja sistem pelumas, pengertian analisis FTA, pengertian analisis FMEA pengertian pemeliharaan, tujuan kegiatan pemeliharaan, jenis – jenis pemeliharaan, *metode preventive maintenance*.

BAB III : Metodologi Penelitian

Pada bab ini akan menjelaskan tahapan-tahapan yang berupa proses yang dimulai dari mengidentifikasi masalah yang ada hingga hasil akhir yang diharapkan.

BAB IV : Hasil Dan Pembahasan

Pada bab ini akan membahas hasil analisa FTA, FMEA dan hasil perhitungan biaya *repair maintenance policy* dan *preventive maintenance policy*

BAB V : Penutup

Bab ini akan menyajikan secara singkat kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan dan juga memuat saran-saran bagi pihak yang berkepentingan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PT. ASDP Indonesia Ferry

PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) didirikan pada 27 Maret 1973 dengan nama Proyek ASDP Ferry yang berada di bawah naungan Kementerian Perhubungan. Sejalan dengan perkembangan zaman dan kebutuhan manusia yang semakin meningkat akan jasa penyeberangan, kehadiran ASDP dianggap penting sehingga ASDP Ferry mengalami perubahan nama menjadi Perum ASDP berdasarkan PP No. 8 pada tahun 1986 yang selanjutnya diresmikan menjadi PT ASDP (Persero) pada tahun 1993.

Berdasarkan perubahan Anggaran Dasar Perseroan sesuai pasal 3, Akta no. 24 tanggal 08 Agustus 2008 yang disahkan oleh notaris Johny Dwikora Aron sh di Jakarta, Perseroan memiliki maksud dan tujuan untuk melakukan usaha di bidang penyelenggaraan jasa pelabuhan, jasa angkutan sungai, danau dan penyeberangan dan jasa angkutan laut serta optimalisasi pemanfaatan sumber daya yang dimiliki Perseroan untuk menghasilkan barang dan/ atau jasa yang bermutu tinggi dan berdaya saing kuat untuk mendapatkan/mengejar keuntungan.

ASDP Indonesia Ferry mengelola 35 pelabuhan penyeberangan di 17 kantor cabang operasionalnya. Sampai dengan tahun 2015, ASDP Indonesia Ferry menyediakan layanan penyeberangan di 180 lintasan yang dilayani 135 kapal (komersial dan perintis). Jalinan lintasan ini merangkai pulau-pulau Nusantara dari Sabang di bagian Barat sampai Merauke di Timur dan dari Talaud di Utara hingga Rote di bagian Selatan.

Salah satu cabang yaitu PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Selayar yang mengoperasikan lintas penyeberangan Bira – Pamatata. PT ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cabang Selayar memiliki 4 kapal yang beroperasi, yaitu KMP. Bontoharu, KMP. Kormomolin, KMP. Sangke Palangga dan KMP. Balibo.



Gambar 2.1. Kapal KMP Kormomolin

2.2 Sistem Pelumas

Dalam sebuah mesin terdapat banyak bagian yang mengalami gesekan seperti metal, roda gigi, torak yang dikenakan gaya gesek yang mengganggu gerakannya. Karena gaya ini, bagian yang bergerak menjadi aus sehingga kedudukannya longga atau malah melekat sehingga tidak dapat bergerak lagi. Jika gesekannya besar akan terjadi pemborosan tenaga penggerak mesin. Untuk mengurangi gesekan agar mencegah ausnya atau melekatnya bagian-bagian yang bergesekan dibutuhkan pelumasan dengan memberikan bahan minyak lumas pada permukaan-permukaan yang bergesekan, selain melumasi bagian-bagian yang akan bergesekan harus dibuat dari bahan yang sesuai. Tipe dasar dari pada system pelumasan yang umum digunakan pada mesinmesin ialah system carter basah dan sistem *carter* kering (Iing, 2019).

2.2.1. Sistem Carter Basah

Pada system ini di bagian bawah dari pada piringan atau pun yang juga merupakan tangki suply dan ada kalannya juga merupakan alat pendingin dari pada pelumas. Minyak lumas yang jatuh menetes dari silinder-silinder dan bantalan-bantalan kembali ke dalam tempat ini, untuk selanjutnya dialirkan kembali dengan sebuah pompa minyak lumas kedalam sistem pelumasannya tadi. Sistem sump tank basah ini banyak digunakan pada mesin-mesin kecil.

2.2.2. Sistem Carter Kering

Minyak lumas yang jatuh ke dalam sump tank selanjutnya di alirkan dengan sebuah pompa minyak lumas melalui sebuah filter dan dikembalikan lagi ke dalam tangki suplai. Tangki suplai ditempatkan di luar mesinnya, pompa ini mempunyai kapasitas yang besar sehingga dapat mengosongkan sama sekali sump tanknya atau tangkinya.

Pada umumnya system ini menggunakan sebuah *oil cooler* baik yang menggunakan air maupun udara sebagai medium pendinginnya. Sistem *carter* kering ini banyak digunakan pada mesin stasioner yang besar seperti dikapal maupun didarat (Wijaya, 2010). Fungsi pelumasan permukaan gesek dilaksanakan dengan pemberian minyak atau lemak lumas, dengan tujuan untuk:

- a. Mengurangi gesekan untuk meningkatkan efisiensi mekanis.;
- b. Mengurangi ausnya permukaan gesekan, agar melekatnya permukaan tersebut tak terjadi;
- c. Menyeret panas yang dihasilkan, gesekan atau panas yang diteruskan dari bahan-bahan lain agar mencegah pemanasan yang berlebihan;
- d. Mencuci hydrocarbon atau serbuk logam sehingga permukaan gesekan bersih;
- e. Menutup bagian-bagian seperti cela antara silinder dan cincin torak;
- f. Memancarkan gaya yang bekerja secara local pada permukaan gesekan;
- g. Menghindari oksidasi dan karat pada permukaan gesekan;
- h. Mencegah adanya debu.

2.3 Komponen Sistem Pelumas

Fungsi sistem pelumasan pada mesin adalah untuk memberikan lapisan pelumas terhadap bagian-bagian dari mesin yang saling bersinggungan atau bergesekkan. Selain itu, fungsi sistem pelumasan berfungsi untuk memberikan pendinginan dan pembersih. Untuk menjalankan fungsi-fungsi tersebut maka sistem pelumas tidak hanya terdiri dari minyak pelumas saja namun juga terdiri dari beberapa komponen yang lain

2.3.1 Tangki Penyimpanan (*ServiceTank*)

Merupakan tempat penyimpanan utama oli pelumas sebelum disuplai ke tangki harian.

2.3.2 Carter(*Oil Pan*)

Fungsi carter ialah tempat menampung minyak pelumas yang bersikulasi. Pada umumnya dilengkapi dengan *stick* penduga untuk mengetahui jumlah oli dalam *oil pan* (PPKP,2012).



Gambar 2.2. Oil Pan (*carter*)

2.3.3 Pompa Oli (*Oil pump*)

Fungsi pompa oli ialah mengalirkan minyak pelumas yang bertekanan. Dapat mengalirkan 10 liter per jam untuk setiap HP (*Horse Power*) pada mesin putaran rendah dan 20 liter pada mesin putaran tinggi. Pada umumnya pompa yang dipakai adalah jenis pompa gigi. Pada pompa tersebut disediakan katup *by pass* (PPKP,2012).



Gambar 2.3. Pompa Oli

2.3.4 Oil filter dan Strainer

Oil filter ialah untuk menyaring minyak pelumas dari kotoran seperti debu, serpihan logam dan oksida. Ada dua saringan oli yaitu *strainer* dan *oil filter*. *Strainer* ialah saringan kasar yang ditempatkan di dalam *carter*, *oil filter* ialah saringan halus yang dipasang secara parallel dengan maksud dapat digunakan secara bergantian. *Oil filter* terpasang setelah *oil pump* (PPKP,2012).



Gambar 2.4. Oil Filter

2.3.5 Regulator valve dan oil pressure sensore

Regulator valve berfungsi untuk mengatur besarnya tekanan pada system pelumasan. Besarnya tekanan yang diperlukan untuk pelumasan berbeda-beda tergantung dari kebutuhan mesin yang digunakan sedangkan Sensor tekanan pelumas berfungsi untuk mendeteksi tekanan minyak pelumas yang keluar dari pompa. Sensor ini bisa menandakan dua hal yaitu kesehatan pompa dan volume oli mesin. Jika oli pada dashboard menyala maka sensor mendeteksi adanya kekurangan atau kelebihan oli dari standar pemakaian. Namun pegetesan manual dengan *stick* diperlukan untuk mengetahui apakah gangguan terjadi pada volume oli atau kerusakan pompa.



Gambar 2.5. *Regulator Valve*

2.3.7 Oil cooler

Fungsi *oil cooler* ialah untuk menurunkan temperature minyak pelumas. Biasanya dilengkapi dengan *otomat regulator thermal* yang bertujuan menjaga temperature oli (PPKP,2012)..

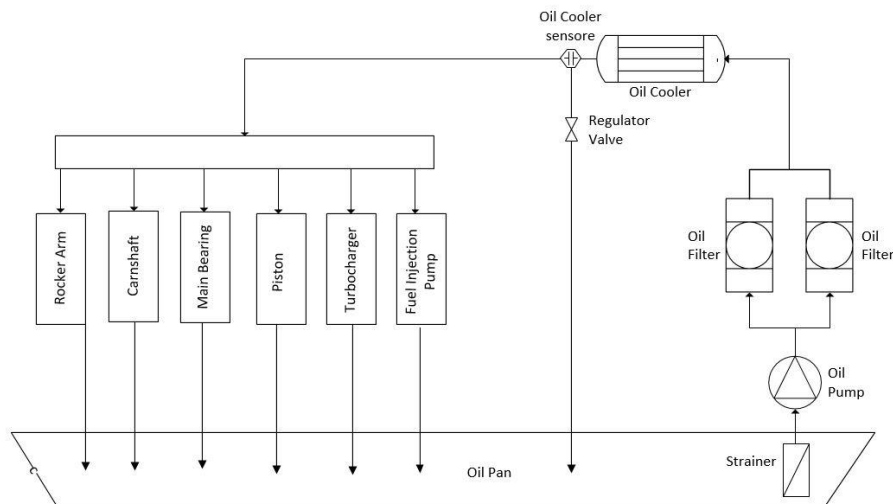


Gambar 2.6. *Oil Cooler*

2.4 Prinsip Kerja Sistem Pelumas

Prinsip kerja sistem pelumasan pada kapal KMP. Kormomolin adalah sebagai berikut :

Sistem ini bekerja dengan cara memberikan oli pelumas ke bagian komponen-komponen yang bergesekan. Pada komponen yang mempunyai beban tinggi, misalnya metal jalan dan metal duduk, oli pelumas diberikan dengan memberikan tekanan tertentu. Sedangkan bagian lain yang tidak berbeban berat, misalnya dinding silinder, oli pelumas diberikan dengan cara dipercikkan selama poros engkol berputar. Oli mesin disimpan dalam *oil pan* atau *carter* yang terdapat di bagian bawah . Oli dari *carter*di saring terlebih dahulu oleh strainer sebelum dihisap oleh pompa oli dan disirkulasikan ke seluruh bagian yang memerlukan pelumasan. Sebelum disirkulasikan, oli tersebut disaring dengan filter oli dari kotoran atau partikel logam. Filter oli ini dapat diganti bila sudah kotor. Sebelum oli dialirkan ke seluruh komponen, oli terlebih dahulu di dinginkan oleh *oil cooler* agar temperatur oli sesuai dengan kebutuhan standar sistem pelumasan ($76,5^{\circ}\text{C}$). Pada sistem pelumasan, juga terdapat katup pengatur tekanan oli (*oil pressure regulating valve*) yang berfungsi untuk mencegah agar tekanan oli tidak berlebihan pada saat putaran tinggi. Setelah oli melumasi ke seluruh komponen yang bergesekan, dengan sendirinya oli akan kembali ke dalam karter dengan bantuan gaya grafitasi bumi, dan selanjutnya oli siap untuk disirkulasikan.



Gambar 2.7. Skema sistem pelumasan mesin yanmar 8LAA(M)-UTE








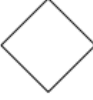




2.5 Failure Tree Analysis(FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) suatu model diagram yang terdiri dari beberapa kombinasi kesalahan (*fault*) secara paralel dan secara berurutan yang mungkin menyebabkan awal dari *failure event* yang sudah ditetapkan. Secara sederhana FTA dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis dimana suatu status yang tidak diinginkan menyangkut kesalahan suatu sistem yang dianalisa dalam konteks operasi dan lingkungannya untuk menemukan semua cara yang dapat dipercaya dalam peristiwa yang tidak diinginkan dapat terjadi. FTA bersifat *top-down*, artinya analisa yang dilakukan dimulai dari kejadian umum (kerusakan secara umum) selanjutnya penyebabnya (khusus) dapat ditelusuri ke bawahnya. Sebuah *fault tree* mengilustrasikan keadaan dari komponen-komponen sistem (*basic event*) dan hubungan antara *basic event* dan *top event*. Simbol diagram yang dipakai untuk menyatakan hubungan tersebut disebut gerbang logika (*logic gate*). *Output* dari sebuah gerbang logika ditentukan oleh *event* yang masuk ke gerbang tersebut. (Pasaribu, Setiawan, and Ervianto 2017)

2.5.1 Simbol-simbol *Fault Tree Analysis* (FTA)

Simbol-simbol dalam FTA dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Simbol-simbol gerbang (*gate*) adalah Simbol *gate* digunakan untuk menunjukkan hubungan antar kejadian dalam sistem. Setiap kejadian dalam sistem dapat secara pribadi atau bersama-sama menyebabkan kejadian lain muncul. Adapun simbol-simbol hubungan yang digunakan dalam FTA dapat dilihat pada gambar II.6.1
2. Simbol-simbol kejadian (*event*) Simbol kejadian digunakan untuk menunjukkan sifat dari setiap kejadian dalam sistem. Simbol-simbol kejadian ini akan lebih memudahkan dalam mengidentifikasi kejadian yang terjadi. Adapun simbol-simbol kejadian yang digunakan dalam FTA seperti yang dicantumkan pada gambar II.6.1.

No	Simbol gate	Nama dan keterangan	No	Simbol gate	Nama dan keterangan
1		And gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi secara bersamaan.	1		Elipse Gambar <i>elipse</i> menunjukkan kejadian pada level paling atas (<i>top level event</i>) dalam pohon kesalahan
2		Or gate. Output event terjadi jika paling tidak satu input event terjadi.	2		Rectangle Gambar <i>rectangle</i> menunjukkan kejadian pada level menengah (<i>intermediate fault event</i>) dalam pohon kesalahan
3		k out of n gate. Output event terjadi jika paling sedikit k output dari n input event terjadi.	3		Circe Gambar <i>circle</i> menunjukkan kejadian pada level paling bawah (<i>lowest level failure event</i>) atau disebut kejadian paling dasar (<i>basic event</i>)
4		Exclusive OR gate. Output event terjadi jika satu input event, tetapi tidak terjadi.	4		Diamond Gambar <i>diamond</i> menunjukkan kejadian yang tidak terduga (<i>undeveloped event</i>). Kejadian-kejadian tak terduga dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan.
5		Inhibit gate. Input menghasilkan output jika conditional event ada.	5		House Gambar <i>house</i> menunjukkan kejadian input (<i>input event</i>) dan merupakan kegiatan terkendali (<i>signal</i>). Kegiatan ini dapat menyebabkan kerusakan
6		Priority AND gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi baik dari kanan maupun kiri.			
7		Not gate. Output event terjadi jika input event tidak terjadi.			

Sumber : Blanchard, 2004

Sumber : Blanchard, 2004

Gambar 2.8 simbol-simbol FTA

Selanjutnya setiap *fault* ini akan saling berhubungan secara *horizontal* dengan hubungan “and” atau “or”. Jika hubungan yang terjadi antara dua kejadian adalah “and” berarti kejadian di atasnya baru dapat terjadi jika kedua kejadian dibawah terjadi, namun jika penghubungnya adalah “or” maka kejadian di atasnya dapat terjadi jika salah satu kejadian dibawahnya terjadi. (Pasaribu, 2017).

2.6 Metode Failure Mode And Effects Analysis (FMEA)

Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) merupakan teknik analisa risiko secara sirkulatif yang digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu peralatan, fasilitas/sistem dapat gagal serta akibat yang dapat ditimbulkannya. Hasil FMEA berupa rekomendasi untuk meningkatkan kehandalan tingkat keselamatan fasilitas, peralatan/sistem. Dalam konteks Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), kegagalan yang dimaksudkan dalam definisi ini merupakan suatu bahaya yang muncul dari suatu proses. Pencegahan terjadinya kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan cara mengontrol terjadinya kecelakaan kerja yang mempunyai risiko tinggi baik dalam hal akibatnya, kemungkinan terjadinya dan kemudahan pendeteksiannya. Berdasarkan hal itu FMEA merupakan metode yang tepat untuk dilakukan karena metode FMEA mengukur tingkat risiko kecelakaan kerja secara

konvensional berdasarkan tiga parameter yaitu keparahan/*Severity* (S), kejadian/*Occurance* (O) dan deteksi/*Detection* (D) (Pasaribu,2017).

$$RPN = \textit{severity rating} \times \textit{occurance rating} \times \textit{detection rating}$$

$$= s \times o \times d$$

Tabel 2.1 *Severity Rating*

<i>rank</i>		<i>criteria</i>
1	<i>minor</i>	<i>Unresonable to expect that the minor nature of this failure would cause any real effect on the product and/or service. Costume will probably not even notice failure</i>
2-3	<i>low</i>	<i>Low severity ranking due nature of failure causing only a slight costumer annoyance. Costumer probably will notice a slight deterioration of the product and/or service. A slight inconvenience in the next process, or minor rework action.</i>
4-6	<i>moderate</i>	<i>Moderate ranking because failure cause some dissatisfaction. Costomer is made uncomfortable or is annoyed by the failure. May cause the use of unscheduled repairs and/or damage of equipment</i>
7-8	<i>high</i>	<i>High degree of customerdissatisfaction due to the nature of the failure such an inoperable product or inoperative convenience. Does not involve safety or government regulation. May cause disrption to subsequent processes and/or</i>
9-10	<i>Very high</i>	<i>Very high severity is when the failure affects safety and involves non-compliance with government regulations</i>

Tabel 2.2 *Occurance Rating*

<i>Rank</i>		<i>Criteria</i>
1	<i>Minor</i>	<i>Unresonable to expert that minor nature of this failure would cause any real effect on the product abd/or service. Customer will probably not even notice the failure</i>
2 - 3	<i>Low</i>	<i>Process in statistical control. Isolated failure occur sometimes (1 in 4.000)</i>
4 – 6	<i>Moderate</i>	<i>Process in statistical control with occasional failure but not in major proportion. (1 in 1.000 to 1 in 800)</i>
7 – 8	<i>High</i>	<i>Process no in statiscal control. Have failure often. (1 in 40 to 1 in 20)</i>
9 -10	<i>Very High</i>	<i>Failure are inevitable.</i>

Tabel 2.3 *Detection Rating*

<i>Rank</i>		<i>Criteria</i>
1	<i>Minor</i>	<i>Unreasonable to expect that minor nature of this failure would cause any real effect on the product and/or service. Customer will probably not even notice the failure</i>
2 - 3	<i>Low</i>	<i>Low severity ranking due to nature of failure causing only a slight customer annoyance. Customer probably will notice a slight deterioration of the product and/or service. A slight inconvenience in the next process, or minor rework action.</i>
4 - 6	<i>Moderate</i>	<i>Moderate ranking because failure cause some dissatisfaction. Customer is made uncomfortable or is annoyed by the failure. May cause the use of unscheduled repairs and/or damage of equipment.</i>
7 - 8	<i>High</i>	<i>High degree of customer dissatisfaction due to the nature of the failure such as inoperable product or inoperative convenience. Does not involve safety issues or government regulation. May cause disruption to subsequent process and/or</i>
9 - 10	<i>Very High</i>	<i>Very high severity is when the failure affects safety and involves non-compliance with government regulation.</i>

2.7 Maintenance

Maintenance (pemeliharaan) dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/pengantian yang diperlukan, agar terdapat suatu keadaan operasi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.”

Adapun tujuan utama fungsi pemeliharaan adalah untuk menjaga agar kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi pada tingkat yang tepat agar memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu dan juga untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang

diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut. Masalah investasi ini berkaitan dengan kepentingan pemeliharaan sebagai sarana pokok, yaitu :

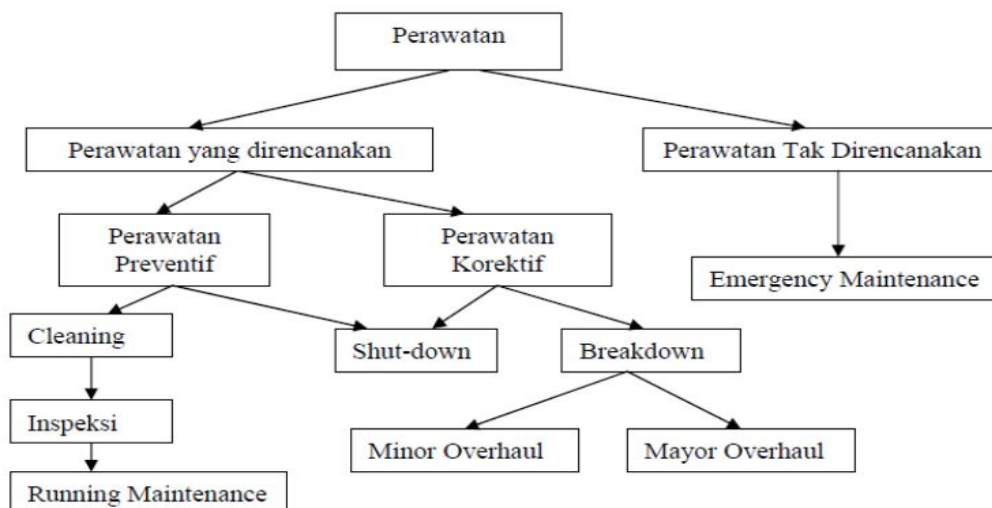
1. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
2. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
3. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau return of investment yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

2.8 Jenis-jenis perawatan

Dalam istilah perawatan disebutkan bahwa disana tercakup dua pekerjaan yaitu istilah “perawatan” dan “perbaikan”. Perawatan dimaksudkan sebagai aktifitas untuk mencegah kerusakan, sedangkan istilah perbaikan dimaksudkan sebagai tindakan untuk memperbaiki kerusakan. Secara umum, ditinjau dari saat pelaksanaan pekerjaan perawatan, dapat dibagi menjadi dua cara: (A. Ardian 2015)

1. Perawatan yang direncanakan (*Planned Maintenance*).
2. Perawatan yang tidak direncanakan (*Unplanned Maintenance*).

Secara skematik pembagian perawatan bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.9 Skematik perawatan

Terdapat beberapa kategori perawatan, yaitu :

a. Perawatan Insidental (*Breakdown Repair*)

Perawatan Insidental artinya kita membiarkan mesin terus menerus sampai rusak (*Down Time*), baru kemudian dilaksanakan perawatan dan perbaikan (*Break down repair*). Strategi perawatan insidental dalam teorinya tidak disarankan, namun kenyataannya sering terjadi di kapal, karena berbagai alasan antara lain :

- ✓ Kronologi perawatan tidak dicatat secara sistimatis, sehingga tidak terdapat kesinambungan dalam kegiatan perawatan selanjutnya.
- ✓ Tidak mengacu standar perawatan dan perbaikan kapal (PMS) sesuai dengan *Manual Instruction Book*.
- ✓ Tidak adanya kepedulian / kepekaan para pengawas terhadap ketidak – teraturan pelaksanaan pekerjaan perawatan.
- ✓ Tidak adanya bukti-bukti terjadi kerusakan-kerusakan, kekurangan sebelumnya, kapal menganggur dan kerugian-kerugian lainnya
- ✓ Tidak tersedianya suku cadang yang cukup untuk setiap pesawat / mesin, sehingga menghambat waktu operasi kapal pada saat menunggu pengadaan suku cadang tersebut.
- ✓ Banyak data-data yang dilaporkan dari kapal ke darat (kantor), namun sedikit saja yang diproses untuk manfaat perawatan dan perbaikan kapal.
- ✓ Nakhoda dan ABK yang tidak berkualitas dan professional di bidangnya.

b. *Inspection*

Hal ini dilakukan untuk mengetahui status operasi dari komponen dan dapat dilakukan pengukuran dengan alat khusus. Jika hasil inspeksi memuaskan, maka komponen tersebut dapat melakukan operasinya lagi sesuai dengan fungsinya sampai pada waktu inspeksi selanjutnya atau bila komponen tersebut ternyata rusak lebih cepat dari yang diperkirakan. Jika dari hasil inspeksi tersebut ternyata komponen tersebut rusak, maka komponen tersebut dapat diperbaiki jika masih memungkinkan dan diganti dengan komponen baru apabila sudah tidak memungkinkan untuk diperbaiki.

c. *Corrective/Repair Maintenance*

Alternatif ini dilakukan setelah komponen mengalami kerusakan dan pengantiannya sebaiknya tidak dilakukan. Alternatif ini juga bisa disebut dengan *emergency maintenance*. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan tergantung dari seberapa kritisnya komponen tersebut, dan apabila terdapat *standby component* (komponen cadangan), akan dapat menghindari terhentinya proses produksi. *Corrective maintenance* terdiri atas tindakan yang dilakukan untuk mengembalikan suatu sistem yang rusak ke kondisi siap beroperasi. Hal ini dilakukan dengan mengganti/memperbaiki komponen yang menyebabkan kerusakan. Perawatan ini dilakukan pada interval yang tak terduga karena waktu kerusakan yang tidak dapat diduga. Tujuan dari *corrective maintenance* adalah untuk mengembalikan sistem operasi yang seperti sedia kala dalam jangka waktu terpendek

d. *Preventive Maintenance*

Untuk beberapa komponen yang kerusakannya dapat dibuat distribusi probabilistic, pada saat inspeksi akan nampak frekuensi *breakdown* yang paling sering. Jika efek dari kerusakan akan meningkatkan biaya produksi, maka akan ada baiknya apabila action untuk melakukan perbaikan dilakukan secepatnya. Tindakan yang mungkin dilakukan dapat berkisar dari perbaikan minor atau major sampai dengan penggantian komponen atau bahkan secara keseluruhan. Kesulitan yang biasa ditemui adalah menentukan jadwal *preventive maintenance* yang tepat. Maka dari itu, diperlukan data yang akurat mengenai pola kerusakan komponen beserta biaya perbaikan, *preventive maintenance*, dan *loss production time*.

e. Perawatan Periodik (*Period Maintenance*)

Perawatan periodik adalah bagian pelaksanaan pekerjaan perawatan pencegahan yang dilakukan secara periodik berdasarkan waktu kalender atau jam kerja dengan mengacu kepada *Manual Instruction Book*, yaitu :

Perawatan yang dilaksanakan secara waktu kalender :

- Perawatan secara rutin (*daily*)
- Perawatan secara mingguan (*weekly*)
- Perawatan secara bulanan (*monthly*)

- Perawatan secara Tiga bulan (*quarterly*)
- Perawatan secara tahunan (*yearly / annual survey*) dan
- Perawatan secara lima tahunan (*special survey*)

Perawatan yang dilaksanakan secara jam kerja : Perawatan setiap 250 jam sekali, Setiap 500 jam, setiap 1000 jam, 2000 jam, 4000 jam, 8000 jam, 10000 jam, dan seterusnya, terhitung setelah selesai perbaikan (*overhaul*).

Macam-macam rencana kerja guna perawatan dan perbaikan permesinan, yaitu:

- Rencana kerja berdasarkan kondisi mesin yang sudah memerlukan perawatan dan perbaikan, misal : mesin – mesin yang sudah dalam keadaan rusak, sedangkan yang masih bekerja baik belum perlu dirawat (rencana kerja warisan).
- Rencana kerja berdasarkan prioritas pada mesin-mesin yang penting, yang langsung berkaitan dengan operasi kapal, misal : mesin induk, genset, mesin kemudi, ketel uap, dll (rencana kerja prioritas).
- Rencana kerja berdasarkan jam kerja yang sudah waktunya dilakukan perawatan dan perbaikan, walaupun mesin masih bekerja baik namun sudah waktunya harus di *over haul*, mencegah terjadinya kerusakan (rencana kerja terencana).
- Rencana kerja berdasarkan kondisi suku cadang yang masih ada diatas kapal , yaitu : hanya mesin-mesin yang mempunyai suku cadang yang cukup saja yang mendapatkan perawatan dan perbaikan (rencana kerja kondisi).
- Rencana kerja menunggu apabila terjadi kerusakan, baru dilaksanakan perawatan dan perbaikan, walaupun kapal harus mengalami penundaan operasi.

2.9 Biaya Perbaikan

Tahap-tahap untuk mengetahui biaya perbaikan komponen, yaitu :

2.9.1 Distribusi Frekuensi *Breakdown Time*

Distribusi Frekuensi *Breakdown Time* Bentuk dari frekuensi distribusi breakdown akan mencerminkan kompleksitas dan kualitas desain dari suatu

komponen. Terdapat empat jenis kasus dengan distribusi frekuensi *breakdown* yang berbeda, antara lain:

1. *Case 1*, dalam hal ini komponen termasuk ke dalam jenis yang sederhana. Komponen ini cenderung untuk *breakdown* setelah *runtime* mendekati nilai rata-rata.
2. *Case 2*, dalam hal ini komponen termasuk jenis yang cukup kompleks (banyak terjadi *interacting parts*) sehingga banyak yang akan menjadi penyebab komponen tersebut *breakdown*. Selain itu, waktu *breakdown* juga sulit untuk diprediksi.
3. *Case 3*, dalam hal ini komponen harus diberikan perawatan dan perlakuan yang baik pada saat awal pemakaiannya sehingga *runtime* akan menjadi lebih lama.
4. *Case 4*, dalam hal ini distribusinya akan mengikuti bentuk *dis-shaped*, dimana probabilitas failurnya tinggi saat awal pemakaian (*infant mortality*) dan pada saat dekat dengan akhir umur pemakaian komponen tersebut (*old-age mortality*).

Rumus distribusi kerusakan mesin didapatkan dengan menggunakan rumus berikut :

$$P = \frac{\text{Total breakdown periode tertentu}}{\text{total breakdown}} \quad (2.9.1)$$

2.9.2 Repair Maintenance

Perhitungan biaya perbaikan atau perhitungan biaya (Cr) digunakan untuk mengetahui berapa besar pengeluaran yang dikeluarkan perusahaan pada setiap kegagalan mesin yang terjadi, dengan menggunakan rumus (Kostas,1981) :

$$Cr = \{(waktu\ untuk\ memperbaiki \times jumlah\ tenaga\ kerja \times biaya\ tenaga\ kerja\ perjam) + biaya\ komponen\}$$

2.9.3 Metode Repair Policy

Metode ini dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TCr = B \times Cr \quad (2.9.1)$$

(2.9.2)

$$B = \frac{N}{Tb}$$
$$Tb = \sum_t^n piTi$$

(2.9.3)

Dimana :TCr : biaya repair yang diperkirakan

B : jumlah rata-rata *breakdown* tiap periode

Cr : biaya perbaikan

Tb : rata – rata *runtime* tiap komponen

N : jumlah alat atau mesin

2.10 Preventive Maintenance

Konsep ini diperkenalkan dalam tahun 1951, yang menerapkan pemeriksaan fisik atas peralatan untuk mencegah kerusakan dan memperpanjang usia layanan peralatan. *Preventive Maintenance* merupakan kegiatan yang dilakukan setelah jangka waktu tertentu atau lamanya pengoperasian mesin (Herbaty, 1990). Selama periode ini, fungsi pemeliharaan dikembangkan dan kegiatan perawatan berdasarkan waktu (*Time Based Maintenance*) lazim dilakukan (Pai, 1997).

Preventive Maintenance sesuai dengan (Worsham, 2002) adalah suatu sistem perawatan yang terjadwal dari suatu peralatan/komponen yang didesain untuk meningkatkan keandalan mesin serta untuk mengantisipasi segala kegiatan perawatan yang tidak direncanakan sebelumnya.

Preventive maintenance ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif di dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk dalam golongan “*critical unit*”. Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk golongan “*critical unit*”, apabila :

- a. Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja.

- b. Kerusakan fasilitas ini akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
- c. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- d. Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut atau harga dari fasilitas ini adalah cukup besar atau mahal. Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas *routine maintenance* dan *periodic maintenance* :
 - *Routine maintenance* Adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara routine misal, setiap hari..
 - *Periodic maintenance* Adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu misal satu kali setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap bulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali.

2.11 Perhitungan *Preventive Maintenance Policy*

Untuk menghitung biaya *preventive maintenance policy* mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

2.11.1 Biaya *Preventive Maintenance policy* yang diperkirakan (C_m)

Metode ini dapat dicari dengan mempertimbangkan biaya *preventive maintenance* per unit dan biaya *repair maintenance* per unit. Perhitungan total biaya *maintenance* dapat dihitung menggunakan rumus (Kostas,1981) :

$$C_m = \{(\text{waktu untuk memperbaiki} \times \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{biaya tenaga kerja perjam}) + \text{biaya komponen}\} \quad (2.11.1)$$

Untuk mengetahui biaya *preventive maintenance* perbulan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$TCm_{(n)} = \frac{N}{C_m \times n} \quad (2.11.2)$$

Dimana : $TC_{m(n)}$: Total biaya *preventive maintenance* yang diperkirakan tiap periode

N : Jumlah mesin

C_m : biaya *preventive maintenance* yang diperkirakan tiap periode

n : Periode waktu

2.11.2 Biaya Total Perawatan

Untuk mengetahui total biaya perawatan, terlebih dahulu harus mengetahui biaya perbaikan tiap periode. Biaya perbaikan tiap periode dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Kostas,1981) :

$$TC_{Cr(n)} = \frac{Bn}{n} Cr \quad (2.11.1.1)$$

Dimana : B_n : Jumlah kerusakan tiap periode

n : Periode waktu

C_r : biaya *repair maintenance*

Dalam menghitung jumlah kerusakan (*breakdown*) kumulatif yang diharapkan dari kerusakan (B_n) tiap periode menggunakan rumus (Kyrkidis & Dimitrakos,2006) :

$$B_n = N \times p_i \quad (2.11.1.2)$$

Dimana : N : Jumlah mesin

p_i : Periode waktu

Sedangkan rata-rata *breakdown* tiap per 1 periode dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Kyrkidis & Dimitrakos,2006):

$$B = \frac{Bn}{n} \quad (2.11.1.3)$$

Dimana : B : Jumlah rata-rata *breakdown* tiap 1 periode

Bn : Jumlah kerusakan

n : Periode waktu

Sehingga biaya total dari perawatan yang dilakukan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Kostas,1981) :

$$TMC_{(n)} = TCr_{(n)} + TCM_{(n)} \quad (2.11.1.4)$$

Dimana :

$TMC_{(n)}$ = Biaya total perawatan per periode

$TCr_{(n)}$ = Biaya perbaikan per periode

$TCM_{(n)}$ = Biaya *preventive maintenance* per periode