

**STUDI IDENTIFIKASI BIAYA PERAWATAN DAN
PERBAIKAN PADA MOTOR PENGGERAK
KAPAL MUNIC 1**



Disusun Oleh :

Nama : Ahcmad Fauzan

NPM : 96112003

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS GUNADARMA**

JAKARTA

2014

**STUDI IDENTIFIKASI BIAYA PERAWATAN DAN
PERBAIKAN PADA MOTOR PENGGERAK
KAPAL MUNIC 1**

Disusun Oleh
Ahmad Fauzan
96112003

TESIS

Untuk memenuhi salah satu syarat guna
memperoleh gelar Magister Teknik
Program Pasca Sarjana
Universitas Gunadarma

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS GUNADARMA
JAKARTA
2014**

PERNYATAAN ORIGINALITAS DAN PUBLIKASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ahcmad Fauzan

NPM : 96112003

Judul Tesis : Studi Identifikasi Biaya Perawatan dan Perbaikan pada Motor Penggerak Kapal Munic 1

Tanggal Sidang : 16 April 2015

Tanggal Lulus :

Menyatakan bahwa tulisan ini adalah merupakan hasil karya saya sendiri dan dapat dipublikasikan sepenuhnya oleh Universitas Gunadarma. Segala kutipan dalam bentuk apapun telah mengikuti kaidah etika yang berlaku. Mengenai isi dan tulisan adalah merupakan tanggung jawab Penulis, bukan Universitas Gunadarma.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan dengan penuh kesadaran.

Jakarta, 26 Maret 2015

(Ahcmad Fauzan)

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Studi Identifikasi Biaya Perawatan dan Perbaikan pada Motor Penggerak Kapal Munc 1

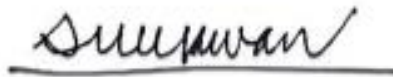
Nama Mahasiswa : Ahcmad Fauzan

NIM : 96112003

Tanggal Lulus : 19 November 2015

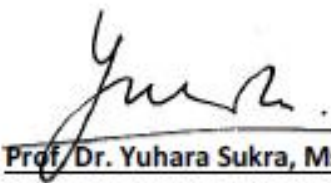
Menyetujui,

Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Bambang Suryawan, MT

(Pembimbing)



Prof. Dr. Yuhara Sukra, Msc

(Koordinator Program Pasca Sarjana)



Dr. Tubagus Maulana Kusuma, S.Kom., M.Eng. Sc

(Direktur Program Pasca Sarjana Magister Teknik dan Rekayasa)

ABSTRAK

- A. Nama** : Ahcmad Fauzan
- B. NPM** : 96112003
- C. Judul** : **Studi Identifikasi Biaya Perbaikan dan Perawatan pada Motor Penggerak Kapal Muncic 1**
- D. Kata Kunci** : *Perawatan, Repair Policy, Preventive Maintenance Policy.*
- E. Halaman** : **xiii - 63 + Lampiran**

Perawatan mesin merupakan kegiatan yang diperlukan untuk mempertahankan manajemen dan material, sampai pada suatu tingkat kondisi tertentu. Perawatan kapal dalam arti luas, meliputi segala macam kegiatan yang ditujukan untuk menjaga agar kapal selalu berada dalam kondisi layak laut (*sea worthyness*) dan dapat dioperasikan untuk pengangkutan dilaut pada setiap saat dengan kemampuan diatas kondisi minimum tertentu.

Mengidentifikasi estimasi biaya perawatan dan mengetahui pembiayaan perawatan suku cadang motor penggerak kapal dan mengetahui penyebab terjadinya kerusakan pada suku cadang yang sering diganti agar nantinya dapat menjadi pertimbangan untuk meningkatkan perawatan pada suku cadang tersebut.

Dalam 2 periode perawatan Muncic 1, penggantian komponen yang menghasilkan biaya sangat besar adalah cincin torak yaitu sebesar Rp 125,000,000. Sehingga dilakukan perhitungan dengan metoda *repair policy* dan *preventive maintenance policy* untuk menentukan perbandingan dalam pengambilan keputusan saat melaksanakan perbaikan maupun perawatan, dari keputusan tersebut dapat diambil kebijakan yang tepat untuk melaksanakan perbaikan dan perawatan yang berdampak positif bagi manajemen pengeluaran anggaran perawatan dan perbaikan.

Kata kunci : Perawatan, Suku Cadang, Repair Policy, Preventive Maintenance Policy

F. Daftar Pustaka : **7 buku**

G. Dosen Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Bambang Suryawan, MT.**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur bagi ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir/Tesis dengan berjudul **“Studi Identifikasi Biaya Perbaikan dan Perawatan pada Motor Penggerak Kapal Munc 1”**.

Tugas Akhir/Tesis ini ditulis guna melengkapi sebagian syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma.

Terselesainya penyusunan Tugas Akhir/Tesis ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, motivasi, do'a serta kerjasama dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. E.S. Margianti, SE., MM. selaku Rektor Universitas Gunadarma.
2. Dr. Tubagus Maulana Kusuma, S.Kom., M.Eng.Sc. sebagai Direktur Program Pascasarjana Magister Teknologi dan Rekayasa.
3. Dr.-Ing. Mohammad Yamin, sebagai Direktur Program Magister Teknik dan Rekayasa
4. Ibu Dr. Sri Poernomo Sari, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Gunadarma.
5. Prof. Dr. Ir. Bambang Suryawan, MT. sebagai Dosen Pembimbing pada penulisan Tugas Akhir/Tesis ini yang telah banyak meluangkan waktu dan arahan untuk bimbingannya serta nasihat dan saran kepada penulis.

6. Kedua orang tua, Mama, Bapa dan keluarga tercinta yang tidak lelah mendidik, mendoakan, memotivasi, dan mendukung penulis.
7. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Gunadarma angkatan 2009 khususnya Sarjana Magister Teknik Mesin.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir/Tesis ini masih terdapat banyak kekurangan atau jauh dari sempurna. Kekurangan yang ada akan menjadi pelajaran bagi penulis untuk lebih baik lagi dan penulis sangat mengharapkan pendapat berupa kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca untuk perbaikan dan kemajuan di masa yang akan datang.

Depok, 26 Maret 2015

Ahcmad Fauzan

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul	i
Lembar Pernyataan Originalitas.....	iii
Lembar Pengesahan	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Ruang Lingkup	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2

1.5	Maksud dan Tujuan	3
1.7	Metode Penulisan	3
1.6	Sitematika Penulisan	3
BAB II	LANDASAN TEORI	
2.1	Kapal Laut Sebagai Alat Transporasi	6
2.2	Perawatan Mesin	6
2.2.1	Perawatan Mesin Kapal	7
2.2.2	Jenis dan Klasifikasi Pemeliharaan	10
2.2.3	Klasifikasi Jenis Perawatan	12
2.2.4	Kegiatan Pemeliharaan	17
2.2.5	Masalah Efisiensi Pada Pemeliharaan	19
2.2.6	Hal Penting Dalam Perawatan	22
2.3	Motor Penggerak Kapal	23
2.4	Komponen Utama Pada Mesin Kapal	25
2.5	Gambaran Umum Mesin Daihatsu Tipe DL – 40	26
2.5.1	Spesifikasi Mesin Daihatsu DL – 40	28

2.6	Perhitungan Biaya Kapal	29
2.7	Perhitungan Biaya Perawatan dan Perbaikan	31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian	34
3.1.1	Metode Pengolahan Data	34
3.1.2	Proses Analisa Data	35
3.2	Perawatan Komponen Motor Penggerak Munic 1	36
3.3	Skema Perawatan Kapal	37
3.4	Pengambilan Data	39
3.5	Spesifikasi Mesin Daihatsu DL – 40	40
3.6	Data Kapal dan Motor Penggerak	41
3.7	Perhitungan <i>Engine Displacement</i>	42
3.8	Perawatan Komponen Motor Penggerak Munic 1	42
3.9	Suplai Suku Cadang Motor Penggerak Kapal	45

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan Data <i>Docking</i> Munic 1	47
4.2 Perhitungan Biaya Perbaikan	51
4.2.1 Biaya <i>Repair Policy</i> yang Diperkirakan	51
4.2.2 Perhitungan Biaya <i>Preventive Maintenance Policy</i>	53
4.3 Hasil Analisa Metode Perawatan	60

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Mesin Daihatsu DL – 40	28
Tabel 3.1 Spesifikasi Daihatsu DL – 40	40
Tabel 3.2 Daftar Perawatan Komponen	43
Tabel 3.3 Suplai Suku Cadang Motor Penggerak Kapal	46
Tabel 3.4 Suplai Bahan Perawatan Motor Penggerak	46
Tabel 4.1 Komponen Yang Diganti	48
Tabel 4.2 Breakdown Motor Penggerak Kapal	49
Tabel 4.3 Klasifikasi Kelas A	50
Tabel 4.4 Klasifikasi Kelas B	50
Tabel 4.5 Klasifikasi Kelas C	50
Tabel 4.6 Biaya <i>Repair Policy</i> Untuk Berbagai Klasifikasi Kerusakan	53
Tabel 4.7 Biaya <i>Preventive Maintenance</i> Klasifikasi Kelas A	56
Tabel 4.8 Biaya <i>Preventive Maintenance</i> Klasifikasi Kelas B	57
Tabel 4.9 Biaya <i>Preventive Maintenance</i> Klasifikasi Kelas C	58
Tabel 4.10 Perbandingan Biaya Perawatan	60

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *General, Cross-section of engine Type DL – 40*
- Lampiran 2 *General, Engine Spesification Type DL – 40*
- Lampiran 3 *Maintenance Schedule, Deriodic Inspection Frequency Table*
- Lampiran 4 *Maintenance Schedule, Deriodic Inspection Frequency Table*
- Lampiran 5 *Maintenance Schedule, Deriodic Inspection Frequency Table*
- Lampiran 6 *Maintenance Schedule, Deriodic Inspection Frequency Table*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal penyeberangan sebagai sarana transportasi yang banyak digunakan seharusnya beroperasi berdasarkan prinsip ekonomi yaitu biaya operasional kapal sangat menentukan keberlanjutan operasi kapal. Seperti halnya perawatan rutin yang harus dilakukan untuk menjaga kondisi mesin dan fasilitas lain didalam kapal tetap dalam kondisi baik. Perawatan yang dilakukan bertujuan untuk ke amanan dan kenyamanan para pengguna kapal. Akan tetapi perusahaan pemilik sarana kapal penyebrangan harus mengetahui berapa banyak suku cadang dan komponen yang di berlakukan perawatan dan juga berapa biaya yang diperlukan untuk melakukan perawatan, dalam hal ini operator kapal harus mempunyai pendapatan lebih besar dari total biaya pengeluaran. Oleh karena itu komponen-komponen pembiayaan operasi kapal harus diestimasi dengan cermat.

Salah satu upaya untuk menekan biaya operasi adalah dengan melakukan perencanaan reparasi dan pemeliharaan secara efektif. Efektifnya perawatan akan mengurangi jumlah kerusakan dan memperpanjang umur kapal. Komponen pembiayaan suplai suku cadang, bahan dan perlengkapan pemeliharaan mesin lainnya juga memegang peranan penting dalam estimasi biaya operasi motor penggerak kapal.

1.2 Ruang Lingkup

Motor penggerak pada Kapal Motor Penumpang (KMP) dan Perhitungan biaya perawatan serta perbaikan motor penggerak KMP, analisa kebutuhan suplai suku cadang yang diganti pada saat perawatan.

1.3 Perumusan Masalah

Penelitian ini merupakan studi terhadap analisa biaya perawatan, reparasi dan perbaikan sistem penggerak pada Kapal Motor Penumpang (KMP) serta menganalisa penyebab kerusakan suku cadang yang sering diganti dikarenakan apabila suku cadang sering mengalami kerusakan dan diganti dapat mengakibatkan kerugian bagi pemilik. Permasalahan utama yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah menghitung estimasi biaya perawatan, biaya reparasi dan kebutuhan komponen-komponen yang diperbaiki pada motor penggerak Kapal Motor Penumpang (KMP).

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan Tesis ini ditulis dengan batasan-batasan pembahasan masalah yang nantinya agar lebih fokus pada permasalahan yang dibahas.

- a. Penelitian dilakukan pada Kapal Motor Penumpang (KMP) Munic 1.
- b. Studi identifikasi biaya perawatan hanya dilakukan pada motor penggerak.
- c. Mengidentifikasi sumber-sumber reparasi, perawatan dan kebutuhan komponen kapal.

d. Data yang digunakan adalah data dari januari 2013 s/d desember 2013.

1.5 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tujuan penelitian

- a. Mengidentifikasi estimasi biaya perawatan dan mengetahui pembiayaan perawatan suku cadang atau komponen-komponen mesin kapal.
- b. Membandingkan penggunaan antara metode perawatan *repair policy* (kebijakan perbaikan) dan *preventive maintenance policy* (kebijakan perawatan pencegahan).
- c. Mengetahui kerusakan suku cadang yang sering diganti dan menentukan metode perawatan agar nantinya dapat menjadi pertimbangan untuk meningkatkan performa pada suku cadang tersebut.

2. Manfaat penelitian

Memberikan masukan kepada Bagian Operasional permesinan perusahaan pemilik Kapal Motor Penumpang (KMP) dalam melakukan pemeliharaan mesin. Mengetahui dalam melakukan perawatan dan reparasi apakah pemilik Kapal Motor Penumpang (KMP) menggunakan tenaga ahli profesional atau menggunakan ABK.

1.6 Metode Penelitian

Dalam pengumpulan, dan pengambilan data perawatan yang dilakukan pada motor penggerak Kapal Motor Penumpang (KMP) Munic 1 sebagai bahan penulisan tesis ini, diperlukan sejumlah data yang lengkap, akurat dan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya, berdasarkan studi literatur yang dilakukan.

1. Studi Literatur.

Menelusuri dan mempelajari teori dan materi dari buku-buku acuan dan referensi yang menyangkut permasalahan tentang perawatan, dan perbaikan kapal terutama perawatan pada mesin penggerak kapal laut.

2. Studi Lapangan.

Penelitian dilakukan langsung di lapangan atau lokasi penelitian dengan melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang akan diteliti.

3. Mencari informasi mengenai data perawatan baik berupa kerusakan maupun perbaikan komponen *main engine*. Bahan penunjang lain sebagai masukan dalam perencanaan kegiatan perawatan pada *main engine*.

4. Teknik Analisa Data.

a) Biaya *floating repairs and docking* yaitu biaya reparasi yang dilakukan pada saat kapal *docking* yang dilaksanakan setiap tahun.

b) Biaya *running repairs* (perbaikan-perbaikan kapal yang dilakukan pada saat kapal sedang beroperasi).

c) Biaya suplai yaitu biaya barang-barang konsumsi di motor penggerak tidak termasuk bahan bakar, air tawar, dan minyak lumas.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan Tesis ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Menguraikan dengan singkat teori-teori yang digunakan sebagai bahan acuan dalam penelitian dan dasar dalam penyelesaian permasalahan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi sumber dan jenis data, waktu dan lokasi penelitian, metode pengumpulan data dan cara menganalisis data.

BAB IV PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil yang diperoleh dari pengambilan data, baik yang menyangkut data primer maupun data sekunder, pengolahan data dan output dari penelitian.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran penulis sebagai jawaban akhir dari permasalahan yang diidentifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kapal Laut Sebagai Alat Transportasi

Kapal merupakan kendaraan air dengan bentuk dan jenis apapun, yang digerakkan dengan tenaga mekanik, tenaga angin, atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah air serta alat apung dan bangunan yang tidak berpindah-pindah (UU No. 21 tahun 1992 tentang pelayaran). Akan tetapi faktor yang utama agar kapal dapat beroperasi dengan lancar dilaut salah satunya adalah motor penggerak kapal.^[1]

2.2 Perawatan Mesin

Kata pemeliharaan/perawatan diambil dari bahasa Yunani *terein* artinya merawat, menjaga dan memelihara. Pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas adalah tindakan merawat mesin atau peralatan pabrik dengan memperbaharui umur masa pakai dan kegagalan/kerusakan mesin. (Setiawan F.D, 2008). Menurut Jay

Heizer dan Barry Render, (2001) dalam bukunya “*operations Management*” pemeliharaan adalah : “*all activities involved in keeping a system’s equipment in working order*”. Artinya: pemeliharaan adalah segala kegiatan yang di dalamnya adalah untuk menjaga sistem peralatan agar bekerja dengan baik.^[2]

Menurut M.S Sehwarat dan J.S Narang, (2001) dalam bukunya “*Production Management*” pemeliharaan (*maintenance*) adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar (sesuai dengan standar fungsional dan kualitas).^[3]

2.2.1 Perawatan Mesin Kapal

Perawatan atau Pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang perlu dilaksanakan terhadap seluruh obyek baik :

- a. Non – Teknis meliputi manajemen dan sumber daya manusia agar dapat berfungsi dengan baik
- b. Teknis meliputi suatu material atau benda yang bergerak ataupun benda yang tidak bergerak, sehingga material tersebut dapat dipakai dan berfungsi dengan baik serta selalu memenuhi persyaratan internasional.

Perawatan juga diartikan sebagai kegiatan-kegiatan yang diperlukan untuk mempertahankan manajemen dan material sampai pada suatu tingkat kondisi tertentu. Perawatan kapal dalam arti luas, meliputi segala macam kegiatan yang ditujukan untuk menjaga agar kapal selalu berada dalam kondisi layak laut (*sea worthyness*) dan dapat dioperasikan untuk pengangkutan laut pada setiap saat dengan kemampuan

diatas kondisi minimum tertentu. Sistem Perawatan Berencana adalah salah satu sarana untuk menuju kepada perawatan kapal yang lebih baik dan secara garis besar tujuannya adalah :

- a. Mengoptimalkan daya dan hasil guna material sesuai fungsi dan manfaatnya (*efficiency material*).
- b. Mencegah terjadinya kerusakan berat secara mendadak (*breakdown*), serta mencegah menurunnya efisiensi.
- c. Mengurangi kerusakan yang mendadak atau pengangguran waktu berarti menambah hari-hari efektif kerja kapal (*commission days*).
- d. Mengurangi jumlah perbaikan dan waktu perbaikan pada waktu kapal melaksanakan perbaikan *docking* tahunan (*economical cost*).
- e. Menambah pengetahuan awak kapal dan mendidik untuk memiliki rasa tanggung jawab serta disiplin kerja (*sence of belong*).

Pada Kapal Motor Penumpang (KMP) menggunakan mesin diesel seperti juga mesin pada umumnya, dimana komponen yang bekerja pada mesin itu memiliki *limited life time*. Apabila komponen itu telah sampai batas pemakaian dan tidak dilakukan pergantian maka akan mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi pada mesin tentu saja mengganggu kinerja mesin itu. Dengan tidak optimalnya kinerja mesin maka akan mengganggu produktivitas dari suatu proses yang terjadi. Pada kapal, mesin penggerak yang mengalami kerusakan akan sangat merugikan pemilik kapal. Hal itu terjadi karena waktu operasi kapal akan berkurang dan produktivitasnya semakin menurun (Jusak, 2005:13).

Perawatan kapal adalah memelihara kapal agar selalu dalam keadaan siap operasional dan dapat memenuhi jadwal pelayaran kapal tepat pada waktunya. Perawatan merupakan faktor yang penting untuk dapat menyesuaikan diri dan memainkan peranan yang dominan dalam dunia pelayaran. Kegagalan sebuah kapal dalam melayani konsumennya, hal itu terjadi karena kapal tersebut tidak dirawat dengan baik, akan berakibat kerugian yang sangat besar dan dapat menjatuhkan performa unit kapal itu. Biaya perawatan sangat mahal hal ini merupakan godaan terhadap setiap orang untuk menunda perawatan sampai waktunya terjadi kerusakan yang dapat berakibat tidak mencukupinya biaya perawatan (Rumangkang, 2007:2).

Kecenderungan saat ini adalah menekankan peningkatan perencanaan perawatan, dengan memperhatikan berbagai kendaraan operasi. Perencanaan perawatan sebaiknya mempertimbangkan masukan-masukan pengalaman dari strategi pekerjaan perawatan sebelumnya, maka penting untuk membuat standar pekerjaan perawatan dan perbaikan yang diberlakukan diatas kapal, antara lain (Rumangkang, 2007:28).

- *Instruction Book*

Standar perawatan yang aktual adalah mengacu kepada *manual instruction book* yang diterbitkan oleh pabrik (*maker*) pembuat mesin. Buku ini adalah buku pintar yang disediakan untuk memberikan informasi lengkap kepada masinis untuk mengoperasikan dan merawat mesin.

- *Plan Maintenance System.*

Setiap pekerjaan perawatan dan perbaikan harus tetap mengacu kepada sistim perawatan terencana atau *plan maintenance system*, dengan mencatat setiap kegiatan perawatan dan perbaikan, di dokumentasikan dengan rapi agar kronologi perawatn dapat dipelajari secara berkesinambungan dari team kerja berikutnya.

- *Maintenance Management.*

Banyak data yang seharusnya dilaporkan dari manajemen kapal ke manajemen darat/kantor dan sebaliknya banyak tugas manajemen darat yang harus menunjang semua permintaan kebutuhan di kapal, namun keterbatasan masing-masing pengelola manajemen kapal ataupun darat yang membuat kondisi perawatan dan perbaikan kapal tidak sejalan sebagaimana mestinya. Peranan manajemen kapal dan kantor menjadi penting dalam menentukan dan memastikan apakah *instruction book* dan *plan maintenance system* benar-benar secara konsisten dijalankan dengan baik (Jusak, 2005:45).

Ada beberapa langkah dalam melakukan reparasi dan perawatan pada setiap kerusakan yang dialami oleh mesin kapal. Sehingga pemilik kapal harus menentukan strategi dalam mereparasi dan merawat mesin kapalnya.^[4]

2.2.2 Jenis-jenis dan Klasifikasi Jenis Pemeliharaan

Pelaksanaan pemeliharaan terdapat banyak jenis-jenis pemeliharaan yang dapat digunakan, seperti menurut Hadi (1992;124) mengemukakan bahwa jenis-jenis pemeliharaan terdiri dari :

1. *Planned Maintenance* (Pemeliharaan Terencana)

Yaitu pemeliharaan pemeliharaan yang di organisasikan dan dilakukan dengan pemikiran kemas depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya oleh perusahaan.

2. *Unplanned Maintenance* (Pemeliharaan Tidak Terencana)

Hanya satu bentuk pemeliharaan tak terencana, yaitu pemeliharaan darurat (*emergency maintenance*) yaitu pekerjaan yang terpaksa dilakukan karena terjadinya suatu kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga.

3. *Preventive Maintenance* (Pemeliharaan Pencegahan)

Pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya atau terhadap kriteria lain yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima.

4. *Corrective/Breakdown Maintenance* (Pemeliharaan Setelah Kerusakan Terjadi)

Pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima.

5. *Running Maintenance* (Pemeliharaan Berjalan)

Pemeliharaan yang dapat dilakukan selama mesin dipakai/beroperasi.

6. *Shutdown Maintenance* (Pemeliharaan Berhenti)

Pemeliharaan yang hanya dapat dilakukan selama mesin berhenti.

7. *Overhaul*

Pemeliharaan dan perbaikan menyeluruh dari suatu mesin atau alat termasuk bagian-bagiannya sampai suatu kondisi yang bisa diterima.

2.2.3 Klasifikasi Jenis Perawatan

Klasifikasi pemeliharaan/perawatan menurut Hadi (1992:3) adalah sebagai berikut: “Pemeliharaan yang dilaksanakan oleh perusahaan dapat dibedakan menjadi dua bagian besar yaitu terencana dan tidak terencana. Bentuk pemeliharaan tak terencana hanya ada satu yaitu pemeliharaan darurat yang didefinisikan sebagai pemeliharaan dimana perlu segera dilaksanakan tindakan untuk mencegah akibat yang serius misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan atau untuk keselamatan pekerja.

Sedangkan pemeliharaan terencana dibagi menjadi dua aktivitas utama yaitu : pencegahan dan korektif dimana pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya, atau terhadap kriteria lain yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima. Sedangkan pemeliharaan korektif yaitu sebagai kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyatelan

dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi kondisi yang bisa diterima.” Pendapat dari Reksohadiprodjo mengenai pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*) (1995;345) mengemukakan bahwa :“*Preventive Maintenance* adalah pemeliharaan pencegahan yang merupakan kegiatan pemeriksaan rutin dan pelayanan yang dirancang bangun untuk melihat secara dini kondisi kegagalan potensial dan melakukan penyesuaian-penyesuaian atau perbaikan-perbaikan yang dapat menghindari persoalan besar operasi”. Jadi *preventive maintenance* merupakan pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan, dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapat *preventive maintenance* akan terjamin kontinuitas produksinya dan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap dipergunakan untuk setiap proses produksi setiap saat.

Pendapat dari Assauri (2004;96) mengemukakan bahwa didalam pemeliharaan *preventive maintenance* yang dibedakan menjadi dua bagian, sebagai berikut :

a. *Routine Maintenance*

Routine maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin, misalnya setiap hari.

Contoh :

- Pembersihan fasilitas/peralatan, pelumasan atau pengecekan oli.

- Membersihkan peralatan atau fasilitas produksi dari segala kotoran dan sisa produksi.
- Pengecekan kondisi mesin mengenai bunyi, panas dan penggerakan mesin saat beroperasi.
- Memberikan pelumas pada komponen yang bergerak seperti roda gigi atau poros yang berputar sehingga tidak aus atau macet.
- Melakukan pengecekan arus listrik sehingga tidak menyebabkan konslet, hubungan arus pendek atau menyetrum operator yang menjalankannya.

b. Periodic Maintenance

Periodic maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya seminggu sekali, sebulan sekali atau setahun sekali, dapat pula dilakukan dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksinya tersebut sebagai jadwal kegiatan, misalnya setiap perseratus jam kerja mesin.

Contoh :

- Membongkar mesin untuk dibersihkan secara keseluruhan (total) sampai ke dalam mesin dan diperiksa apabila menemukan indikasi yang ganjil maka dapat diperbaiki sehingga kerusakan dapat ditanggulangi lebih awal.
- Melakukan penyetelan ulang untuk menghindari bagian yang kendor yang dapat mengakibatkan mesin tidak bekerja secara optimal bahkan mengakibatkan kerusakan mesin

Jadi kegiatan *periodic maintenance* jauh lebih berat daripada kegiatan *routine maintenance*. Sebagai contoh dari kegiatan *periodic maintenance* adalah pembongkaran carburetor ataupun pembongkaran alat-alat di bagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan *cylinder* mesin dan pembongkaran mesin tersebut untuk penggantian pelor roda (*bearing*), serta *service* dan *overhaul* besar ataupun kecil. Contoh dari kegiatan *routine maintenance* adalah pembersihan fasilitas/peralatan, pelumasan (*lubrication*) atau pengecekan oli, serta pengecekan isi bahan bakarnya dan mungkin termasuk pemanasan (*warming up*) dari mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai beroperasi sepanjang hari. Kemudian ada langkah atau tindakan-tindakan dalam *preventive maintenance* yang sering disebut “*FITCAL*” menurut Hadi (1992;5) adalah sebagai berikut :

a. *Fell* (Merasakan)

Suatu tindakan yang dilakukan dengan jalan melihat, mendengar, meraba, dan mencium pada mesin yang sedang dijalankan, kemungkinan adanya kelainan-kelainan sebagai gejala atau terjadi kerusakan.

b. *Inspection* (Memeriksa)

Tindakan yang dilakukan dengan jalan mengawasi dan mengamati dari keadaan mesin-mesin yang sedang bekerja. Bentuk penanggulangannya atau hasil pemeriksaan dapat berupa tindakan pengencangan, pembongkaran atau penggantian .

c. *Tighten* (mengencangkan)

Suatu tindakan yang dilakukan bilamana tampak bagian-bagian mesin yang longgar akibat getaran-getaran pada waktu mesin sedang beroperasi atau pemasangan bagian-bagian yang kurang teliti atau kencang oleh para petugas terdahulu.

d. *Clean* (Membersihkan)

Suatu tindakan yang dilakukan dalam usaha membersihkan bagian-bagian yang terkena debu, pasir, dan kotoran lainnya, juga mengenai hal pengecatan dimasukan dalam tindakan kebersihan.

e. *Adjustment* (Penyesuaian)

Suatu tindakan yang dilakukan apabila ada bagian-bagian mesin atau alat yang beroperasi tidak dalam keadaan stabil atau normal.

f. *Lubrication* (Melumasi)

Suatu tindakan yang dilakukan dalam usaha untuk mencegah gesekan antara dua logam, dan diharapkan berubah menjadi gesekan fluida. Jadi semua kegiatan tersebut dimaksudkan sebelum terjadi kerusakan, yang pada umumnya merupakan tindakan *preventive maintenance* (pemeliharaan pencegahan) yang diterapkan pada mesin atau peralatan yang mempunyai distribusi waktu kerusakan dengan variabilitas yang kecil, artinya kapan kerusakan umumnya terjadi diketahui dengan pasti.

Tujuan yang ingin dicapai dengan dilaksanakan *preventive maintenance* menurut Hadi (1992;6) adalah sebagai berikut :

1. Mengurangi frekuensi kerusakan dan lamanya waktu kerusakan mesin .

2. Memperpanjang umur peralatan yang dimiliki perusahaan
3. Menjadikan lingkungan kerja yang aman .
4. Meningkatkan kualitas produksinya yang dihasilkan.

Jadi kegiatan *preventive maintenance* mengurangi kerusakan pada mesin produksi yang secara langsung dapat memperpanjang umur dari mesin tersebut, serta menciptakan lingkungan kerja yang aman dengan tujuan untuk menghasilkan kualitas produksi yang optimal.^[5]

2.2.4 Kegiatan-kegiatan Pemeliharaan/Perawatan.

Kegiatan pemeliharaan dalam suatu perusahaan menurut Manahan P.Tampubolon, (2004) meliputi berbagai kegiatan sebagai berikut:

a) Inspeksi (*inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala dimana maksud kegiatan ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai peralatan atau fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi. Sehingga jika terjadinya kerusakan, maka segera diadakan perbaikan-perbaikan yang diperlukan sesuai dengan laporan hasil inspeksi dan berusaha untuk mencegah sebab-sebab timbulnya kerusakan dengan melihat sebab-sebab kerusakan yang diperoleh dari hasil inspeksi.

b) Kegiatan teknik (*engineering*)

Kegiatan ini meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan-kegiatan pengembangan peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut. Dalam kegiatan inilah dilihat kemampuan untuk mengadakan perubahan-perubahan dan perbaikan-perbaikan bagi perluasan dan kemajuan dari fasilitas atau peralatan perusahaan. Oleh karena itu kegiatan teknik ini sangat diperlukan terutama apabila dalam perbaikan mesin-mesin yang rusak tidak didapatkan atau diperoleh komponen yang sama dengan yang dibutuhkan.

c) Kegiatan produksi (*Production*)

Kegiatan ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu merawat, memperbaiki mesin-mesin dan peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau yang diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melaksanakan kegiatan perbaikan dan pelumasan (*lubrication*). Kegiatan produksi ini dimaksudkan untuk itu diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

d) Kegiatan administrasi (*Clerical Work*)

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan, komponen (*spareparts*) yang

dibutuhkan, laporan kemajuan (*progress report*) tentang apa yang telah dikerjakan, waktu dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, komponen (*spareparts*) yang tersedia dibagian pemeliharaan. Jadi dalam pencatatan ini termasuk penyusunan *planning* dan *scheduling*, yaitu rencana kapan suatu mesin harus diperiksa, dilumasi atau diperbaiki dan di resparasi.

e) Pemeliharaan bangunan (*housekeeping*)

Kegiatan ini merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya.

2.2.5 Masalah Efisiensi Pada Pemeliharaan

Menurut Manahan P. Tampubolon, (2004) dan Sofyan Assauri, (2004). Dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan terdapat 2 persoalan yang dihadapi oleh suatu perusahaan yaitu persoalan teknis dan persoalan ekonomis.

a. Persoalan teknis

Dalam kegiatan pemeliharaan suatu perusahaan merupakan persoalan yang menyangkut usaha-usaha untuk menghilangkan kemungkinan-kemungkinan yang menimbulkan kemacetan yang disebabkan karena kondisi fasilitas produksi yang tidak baik. Tujuan untuk mengatasi persoalan teknis ini adalah untuk dapat menjaga atau menjamin agar produksi perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Maka dalam persoalan teknis perlu diperhatikan hal-hal berikut:

- Tindakan apa yang harus dilakukan untuk memelihara atau merawat peralatan yang ada, dan untuk memperbaiki atau meresparasi mesin-mesin atau peralatan yang rusak,
- Alat-alat atau komponen-komponen apa yang dibutuhkan dan harus disediakan agar tindakan-tindakan pada bagian pertama diatas dapat dilakukan. Jadi, dalam persoalan teknis ini adalah bagaimana cara perusahaan agar dapat mencegah ataupun mengatasi kerusakan mesin yang mungkin saja dapat terjadi, sehingga dapat mengganggu kelancaran proses produksi.

b. Persoalan ekonomis

Dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan disamping persoalan teknis, ditemui pula persoalan ekonomis. Persoalan ini menyangkut bagaimana usaha yang harus dilakukan agar kegiatan pemeliharaan yang dibutuhkan secara teknis dapat dilakukan secara efisien. Jadi yang ditekankan pada persoalan ekonomis adalah bagaimana melakukan kegiatan pemeliharaan agar efisien. Dengan memperhatikan besarnya biaya yang terjadi dan tentunya alternative tindakan yang dipilih untuk dilaksanakan adalah yang menguntungkan perusahaan. Adapun biaya-biaya yang terdapat dalam kegiatan pemeliharaan adalah biaya-biaya pengecekan, biaya penyetelan, biaya service, biaya penyesuaian, dan biaya perbaikan atau resparasi.

Perbandingan biaya yang perlu dilakukan antara lain untuk menentukan:

Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) atau pemeliharaan korektif (*Corrective maintenance*) saja. Dalam hal ini biaya-biaya yang perlu diperbandingkan adalah:

- ✓ Jumlah biaya-biaya perbaikan yang diperlukan akibat kerusakan yang terjadi karena tidak adanya pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*), dengan jumlah biaya-biaya pemeliharaan dan perbaikan yang diperlukan akibat kerusakan yang terjadi walaupun telah diadakan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*), dalam jangka waktu tertentu.
- ✓ Jumlah biaya-biaya pemeliharaan dan perbaikan yang akan dilakukan terhadap suatu peralatan dengan harga peralatan tersebut.
- ✓ Jumlah biaya-biaya pemeliharaan dan perbaikan yang dibutuhkan oleh suatu peralatan dengan jumlah kerugian yang akan dihadapi apabila peralatan tersebut rusak dalam operasi produksi.

Peralatan yang rusak diperbaiki dalam perusahaan atau di luar perusahaan. Dalam hal ini biaya-biaya yang perlu diperbandingkan adalah jumlah biaya yang akan dikeluarkan untuk memperbaiki peralatan tersebut di bengkel perusahaan sendiri dengan jumlah biaya perbaikan tersebut di bengkel perusahaan lain. Disamping perbandingan kualitas dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk pengerjaannya.

Peralatan yang rusak diperbaiki atau diganti. Dalam hal ini biaya-biaya perlu diperbandingkan adalah:

- a. Jumlah biaya perbaikan dengan harga pasar atau nilai dari peralatan tersebut.
- b. Jumlah biaya perbaikan dengan harga peralatan yang sama di pasar.

Dari keterangan di atas, dapatlah diketahui bahwa walaupun secara teknis pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) penting dan perlu dilakukan untuk menjamin bekerjanya suatu mesin atau peralatan. Akan tetapi secara ekonomis belum tentu selamanya pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) yang terbaik dan perlu diadakan untuk setiap mesin atau peralatan. Hal ini karena dalam menentukan mana yang terbaik secara ekonomis. Apakah pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) ataukah pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*) saja. Harus dilihat faktor-faktor dan jumlah biaya yang akan terjadi.

Disamping itu harus pula dilihat, apakah mesin atau peralatan itu merupakan *strategic point* atau *critical unit* dalam proses produksi ataukah tidak, jika mesin atau peralatan tersebut merupakan *strategic point* atau *critical unit*, maka sebaiknya di adakan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) untuk mesin atau peralatan itu. Hal ini dikarenakan apabila terjadi kerusakan yang tidak dapat diperkirakan, maka akan mengganggu seluruh rencana produksi.

2.2.6 Hal Penting Pada Saat Perawatan

Pencegahan umum untuk pembongkaran, perakitan dan penyesuaian sebelum membongkar, merakit dan penyesuaian mesin, dan prosedur penyesuaian standar

kontruksi internal mesin yang harus dipahami sepenuhnya, dan prosedur standar perawatan adalah seperti dibawah ini.

- 1) Menangani mesin dan bagian lain dengan hati-hati "Keselamatan pertama" adalah selalu menjadi slogan anda.
- 2) Mengikuti urutan pada saat melakukan *assembly* dan memperhatikan tanda penghitungan untuk menghindari *misassembly*.
- 3) Ketika pembongkaran bagian bersendi/sambungan, harus member perhatian khusus pada tanda pembacaan. Jika tanda pembacaan tidak terlihat atau tidak jelas, maka bersihkan. Ketika merombak bagian yang terkait dengan nomor silinder khusus menandai dengan cat atau spidol sehingga mereka dapat teridentifikasi dengan jelas.
- 4) Dalam perakitan setiap bagian yang dibongkar harus dimasukkan ke dalam kotak dan disimpan dalam keadaan baik dan rapi yang bertujuan untuk memisahkan agar pada saat perakitan kembari tidak terjadi *misassembly*.
- 5) Jangan mencampur baut dan mur tahan panas khusus yang digunakan dengan pipa pembuangan, dll. (terkena suhu tinggi) dengan jenis lain dari baut dan mur dalam perakitan.
- 6) Kencangkan baut dan mur bahkan dengan memaksa akan tetapi tetap mengikuti torsi pengencangan baut yang benar, sebagaimana ditentukan pada Pasal 3, 4 Lembar.

2.3 Motor Pengerak Kapal (*Diesel Engine*)

Motor penggerak kapal merupakan suatu alat atau mesin yang digunakan sebagai motor penggerak kapal sehingga kapal dapat bergerak dari tempat yang satu ke tempat yang lain.

Internal Combustion Engines (Diesel Engine) Motor penggerak kapal yang digunakan dalam propulsi kapal, pada umumnya adalah *Reciprocating engines* yang beroperasi dengan prinsip-prinsip diesel (*compression ignition*) yang mana kemudian dikenal dengan nama *Diesel Engines*. Berbagai ukuran untuk *Diesel Engines* ini kemudian dibuat, mulai dari kebutuhan untuk *pleasure boats* hingga ke *modern supertankers* dan *passenger liners*. Torsi yang diproduksi oleh *Diesel Engine*, adalah dibatasi oleh tekanan maksimum dari masing-masing silinder-nya. Sehingga, ketika engine memproduksi torsi maksimum, maka artinya, kekuatan maksimum hanya dapat dicapai pada kondisi maximum RPM. *Diesel Engine* secara konsekuensi, mungkin memproduksi kekuatan sedemikian hingga proporsional dengan RPM untuk masing-masing *throttle setting*-nya. Pembatasan ini kemudian menyebabkan masalah tersendiri didalam melakukan matching antara *Diesel Engine* dan *Propeller*.



Gambar 2.1 Marine Diesel Engine^[6].

Sumber : *Daihatsu Diesel Engine. Operation Manual DLM – 40*

2.4 Komponen Utama Pada Mesin Kapal

Disamping mesin yang dibutuhkan langsung sebagai pendorong, kapal juga dilengkapi dengan alat-alat tambahan yang dibutuhkan bagi kegiatan-kegiatan lain. Mesin kapal adalah istilah yang mencakup seluruh perlengkapan mekanis yang dibutuhkan dalam pelayaran dan terdiri dari:

b) Mesin Induk (*Main Engine*)

Adalah penggerak utama untuk membangkitkan tenaga penggerak untuk mendorong kapal atau memutar poros baling-baling.

c) Mesin Bantu (*Auxiliary Engine*)

Adalah mesin-mesin yang membantu kerja dari mesin induk selama pelayaran dan semua mesin untuk kegiatan bongkar muat, dalam hal ini tidak termasuk ketel uap.

d) Ketel (*Boiler*)

Adalah alat untuk membangkitkan uap yang digunakan untuk menghasilkan tenaga penggerak, juga digunakan sebagai sumber panas untuk pemanasan.

e) Poros (*shaft*) dan baling-baling (*propeller*)

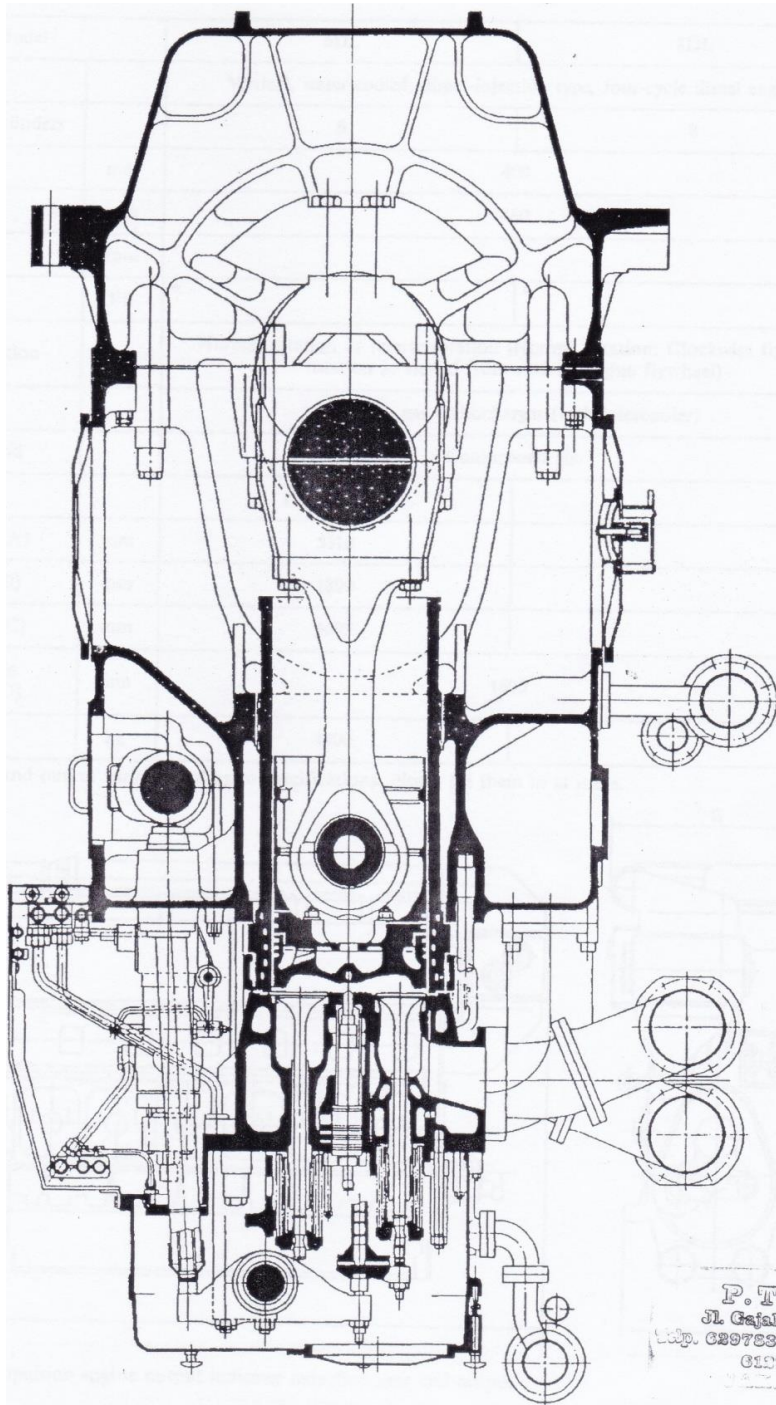
Poros berfungsi untuk meneruskan tenaga gerak dari mesin induk ke baling-baling dimana tenaga gerak tersebut dirubah menjadi tenaga pendorong.

f) Sistim penataan pipa (*pipe lines*)

Peralatan yang terdiri dari pipa-pipa dan katup-katup untuk mengalirkan uap, air laut, air tawar, minyak dan cairan-cairan lainnya.

2.5 Gambaran Umum Mesin Daihatsu Tipe DL – 40.

Deskripsi Umum Daihatsu Tipe DL – 40 Mesin Diesel, mesin ini menampilkan kinerja dan daya tahan yang sangat baik, serta mudah untuk dioperasikan. Mesin yang dirancang dengan penekanan khusus pada output tinggi dan konsumsi bahan bakar yang rendah, dan kemampuan beradaptasi untuk bahan bakar pembakaran minyak. Dirancang sesuai dengan berbagai standar, aturan dan peraturan (NK, JG, LR, dan lain-lain), memiliki banyak aplikasi sebagai mesin kelautan propulsi, mesin bantu dan mesin stasioner untuk pembangkit listrik dan sebagai sumber daya untuk berbagai sistem. *Output* pada akhir *flywheel* dan *crankshaft*. Berlawanan dengan mesin yang berada dibagian depan, di mana semua peralatan kontrol dan alat pengukur diposisikan. Mesin Diesel Type DL-40 dilengkapi dengan *turbocharger* dan *intercooler*. Hal ini secara luas beradaptasi untuk spesifiknya spesifikasi resmi dan dapat dengan mudah disesuaikan dengan sistem *remote control* dan otomatis dan juga untuk *MO system*.



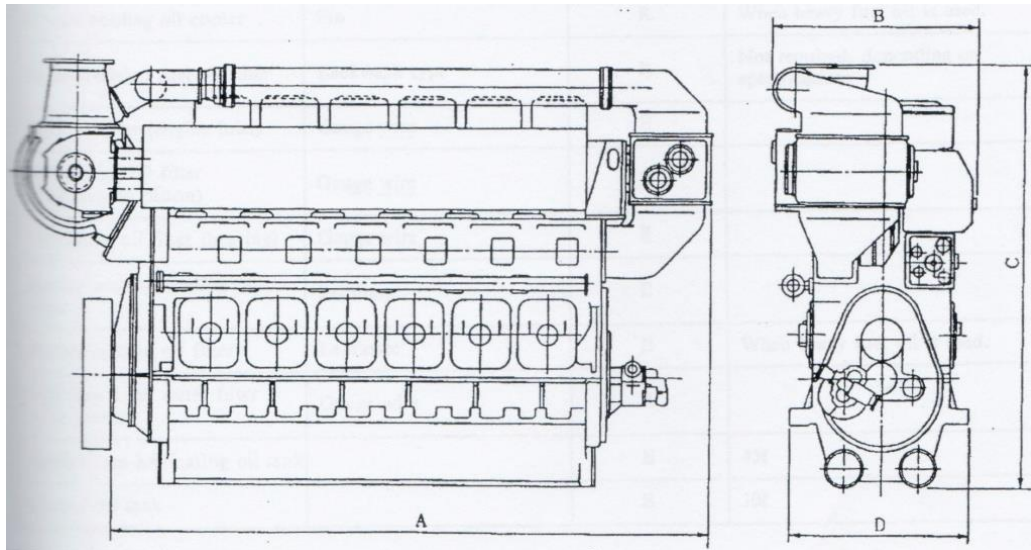
Gambar 2.2 *Cross-section of Daihatsu DL – 40 Engine.*^[7]

Sumber : *Daihatsu Diesel Engine. Operation Manual DLM – 40*

2.5.1 Spesifikasi Mesin Daihatsu DL – 40

Tabel 2.1 Spesifikasi Mesin Daihatsu DL – 40

Model		6 DL	8DL
Type		Vertikal, Air pendingin, tipe injeksi direct, mesin diesel 4 langkah	
Jumlah silinder		6	
Lubang silinder	mm	400	
Langkah	mm	480	
Kecepatan Mesin	Rpm	*	
Output	PS	*	*
Direksi Putaran		Putaran normal	
Supercharger		<i>Exhaust gas turbocharger (with intercooler)</i>	
Starting Method		<i>Compressed air</i>	
Firing Order		1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4	



Gambar 2.3 Daihatsu DL – 40 Engine^[7]

Sumber : Daihatsu Diesel Engine. Operation Manual DLM – 40

2.6 Perhitungan Biaya Kapal

Tujuan perhitungan biaya yang digunakan dapat dikemukakan sebagai berikut :

- a) Pengambilan keputusan, efek yang diharapkan atas keuntungan karena suatu tindakan dari pihak pengambil keputusan, akan merupakan suatu faktor penting dan mungkin pula faktor yang menentukan pada keputusan tersebut. Dalam hal ini pemikiran tentang efek biaya pada keputusan mempunyai relevansi yang jelas. Misalnya dalam menentukan tarif angkutan yang dikeluarkan harus diketahui agar dapat dipikirkan tingkat pendapatannya.
- b) Meramalkan tingkat-tingkat biaya yang akan datang sehingga dapat diantisipasi kejadian atau proses perubahan tertentu, misalnya adanya perubahan harga bahan bakar yang mempengaruhi tingkat biaya operasional.
- c) Merupakan sistim kontrol, biaya merupakan dasar untuk memonitor dan mengevaluasi hasil kerja.

Jadi dalam hal pengoperasian kapal sangat penting memperhitungkan biaya agar ekonominya dapat diketahui sebelum memutuskan alternatif pilihan. Unsur-unsur biaya terdiri atas biaya tetap dan biaya variable serta biaya langsung dan biaya tak langsung. Maksud pengelompokan ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara kelompok-kelompok didalam biaya secara keseluruhan (JICA, 1985).

Struktur biaya yang dipergunakan secara umum dalam perumusan perhitungan biaya jasa angkutan laut adalah berdasarkan pengelompokan biaya dalam bentuk biaya tetap dan biaya tidak tetap (Jinca, 2002).

Adapun komponen yang berhubungan langsung dengan biaya tetap perawatan dan biaya perbaikan mesin kapal, yaitu pada komponen : biaya pemeliharaan/repair, perawatan dan store yang terdiri dari :

- 1) Biaya *running repair* (perbaikan-perbaikan kapal yang dilakukan pada saat kapal sedang beroperasi).
- 2) Biaya *maintenance atau floating repairs and docking*, yaitu biaya perawatan yang dilakukan pada saat kapal docking yang dilaksanakan setiap tahun.
- 3) Biaya *store (equipment and store)*, yaitu biaya suku cadang mesin kapal (Jusak, 2005).

Biaya Reparasi, Maintenance, dan Suplai (RMS) adalah biaya yang dikeluarkan kepada pihak luar yang melaksanakan pekerjaan reparasi dan pemeliharaan kapal. Biaya yang termasuk suplai dan perlengkapan meliputi geladak, suku cadang, investasi kerja yang digunakan kapal. Sedangkan yang tergolong suplai adalah biaya barang-barang konsumsi di kapal tidak termasuk bahan bakar, air tawar, dan minyak lumas.

Selain faktor strategi dan biaya, maka reparasi dan perawatan kapal juga harus berdasarkan ketentuan Biro klasifikasi. Pemeriksaan dan kontrol reparasi kapal agar kapal tetap memenuhi eksploitasi normalnya. Karena kapal dibangun dibawah

pengawasan Biro klasifikasi baik itu konstruksi, mesin dan peralatannya maka harus memenuhi persyaratan, maka kapal masuk dalam kelas dan diberi tanda kelas. Jangka waktu berlakunya kelas bagi konstruksi dan mesin adalah 4 tahun, dimana ada bermacam-macam pemeriksaan atau survey ialah :

1. Semua kapal yang dikelaskan harus menjalani survey tahunan. Survey tahunan dilakukan diatas Dok atau diatas air (terapung) dengan ketentuan bahwa jangka waktu pemeriksaan diatas Dok tidak lebih 2 tahun. Ketentuan ini khususnya dalam praktek hanya bagi kapal yang berumur 0–8 tahun. Survey tahunan (*Annual survey*) meliputi survei konstruksi, instalasi mesin, listrik dan perlengkapan kapal.

2. Survey pembaruan kelas (*Special Survey*)

Survey pembaruan kelas dapat dilakukan 6 bulan sebelum kelas berakhir. Apabila konstruksi mesin dan listrik telah diperiksa dalam waktu 1 tahun sebelum kelas berakhir, sesuai persyaratan survei pembaruan kelas dapat dibebaskan dari survey (Biro Klasifikasi Indonesia).^[8]

2.7 Perhitungan Biaya Perawatan dan Perbaikan

Setelah mendapatkan data mengenai perawatan beserta biaya perawatan, dapat dilihat bahwa komponen yang sering di ganti pada 2 periode perawatan yang sudah dilakukan diketahui bahwa beberapa komponen sering mengalami kerusakan dan harus diganti, dengan demikian harus dicari solusi tentang bagaimana menanggulangi

hal tersebut. Menurut Reksohadiprodjo (1995), kebijaksanaan pemeliharaan didasarkan pada model probabilitas. Model ini memerlukan data biaya pelayanan pemeliharaan pencegahan, biaya perbaikan dan probabilitas kerusakan. Probabilitas kerusakan mencerminkan bahwa kerusakan akan terjadi walaupun sudah dilakukan pemeliharaan pencegahan.

Menurut Pujotomo & Kartha (2007) serta Zulaikah & Fajriah (2009), dalam memilih antara kebijakan *repair maintenance* dan *preventive maintenance*, dapat dilakukan dengan menggunakan metoda yang telah ada untuk mencari biaya total perawatan yang paling rendah.

Metoda *repair policy* (kebijakan perbaikan) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut (Smith & Mobley, 2003):

$$TMC (\text{repair policy}) = TCr \quad \dots (1)$$

$$TCr = B \times Cr \quad \dots (2)$$

$$B = N/Tb \quad \dots (3)$$

$$Tb = \sum p_i \cdot t_i \quad \dots (4)$$

Dimana,

TCr = *expected cost of repair* per bulan.

B = jumlah rata-rata breakdown / bulan untuk N mesin.

Cr = biaya perbaikan

Tb = rata-rata runtime per mesin sebelum mengalami kerusakan

N = jumlah mesin

Metoda *preventive maintenance policy* (kebijakan perawatan pencegahan) dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Kyriakidis & Dimitrakos. 2006);

$$TMC_{(n)} = TCr_{(n)} + TCM_{(n)} \quad \dots (5)$$

Dimana :

$TMC_{(n)}$ = biaya total perawatan perbulan

$TCr_{(n)}$ = biaya perbaikan perbulan

$TCM_{(n)}$ = biaya perawatan pencegahan perbulan

N = jumlah periode (bulan)

Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut (Kyriakidis & Dimitrakos. 2006):

1. Hitung jumlah breakdown kumulatif yang diharapkan dari kerusakan (B_n) untuk semua mesin selama periode *preventive maintenance* ($T_p = n$ bulan).
2. Tentukan jumlah rata-rata breakdown perbulan sebagai perbandingan $\frac{Bn}{n}$.
3. Perkiraan biaya repair perbulan dengan menggunakan persamaan:

$$TCr(n) = \frac{Bn}{n} Cr \quad \dots (6)$$

4. Perkiraan biaya *preventive maintenance* perbulan:

$$TCm(n) = \frac{N.Cm}{n} \quad \dots (7)$$

5. Biaya perawatan keseluruhan:

$$TMC(n) = TCR(n) + TCM(n) \quad \dots (8)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus, dengan data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis seperti *engine log book*, *repair list*, daftar pekerjaan *docking* dan dari sumber data seperti wawancara dengan KKM Kapal Motor Penumpang Munic 1, serta memperoleh informasi lainnya yang erat kaitannya dengan penelitian yang dilakukan.

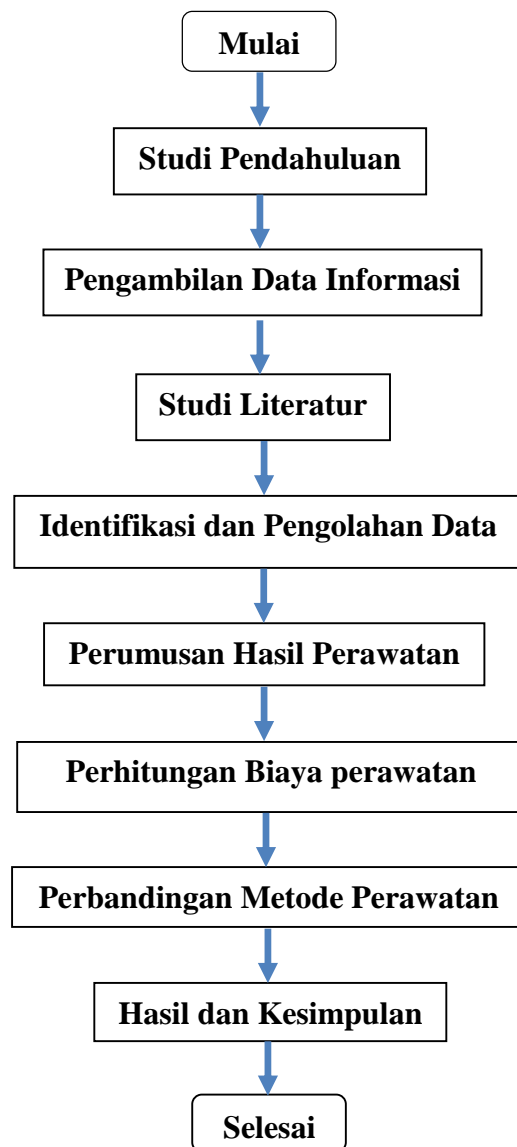
3.1.1 Metode Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang akan dilakukan adalah:

1. Menentukan waktu pengambilan data perawatan dari Januari 2013 sampai dengan Desember 2013.
2. Menentukan jumlah biaya perawatan (*repair cost ~ Cr*), dengan membagi seluruh biaya perbaikan.
3. Menentukan jumlah biaya perawatan (*preventive cost ~ Cm*) untuk tiap komponen mesin.
4. Melakukan perhitungan biaya perbaikan mesin dengan menggunakan *repair policy* (kebijakan perbaikan).
5. Melakukan perhitungan biaya perawatan mesin dengan menggunakan *preventive maintenance policy* (kebijakan perawatan pencegahan).

6. Membandingkan biaya perawatan dari hasil perhitungan dua metode tersebut.

3.1.2 Proses Analisa Data



Gambar 3.1 Diagram Proses Penelitian

Diagram 3.1 Menunjukkan bagaimana proses/alur jalannya penelitian untuk mengatur setiap tahapan dalam penelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam mengambil data maupun melakukan penelitian, diagram 3.1 juga menunjukkan perencanaan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk melakukan penelitian agar lebih terperinci, jelas dan sesuai dengan tujuan dan permasalahan yang dicari pada periode perawatan/*docking*.

Tahapan awal yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah studi literatur untuk mendapatkan data informasi dan juga spesifikasi mengenai kapal Kapal Motor Penumpang Munic 1 terutama data perawatan yang khusus dilakukan pada bagian motor penggerak kapal Munic 1 pada saat *docking*. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui berapa kerugian atau biaya yang dibutuhkan oleh perusahaan serta mencari tahu komponen/suku cadang yang sering mengalami kerusakan, setelah mengetahui komponen yang sering mengalami kerusakan maka dilakukan analisa yang bertujuan untuk mengetahui penyebab dari kerusakan komponen tersebut dikarenakan apabila komponen tersebut sering mengalami kerusakan maka mengakibatkan kerugian bagi pemilik kapal Munic 1 atau perusahaan.

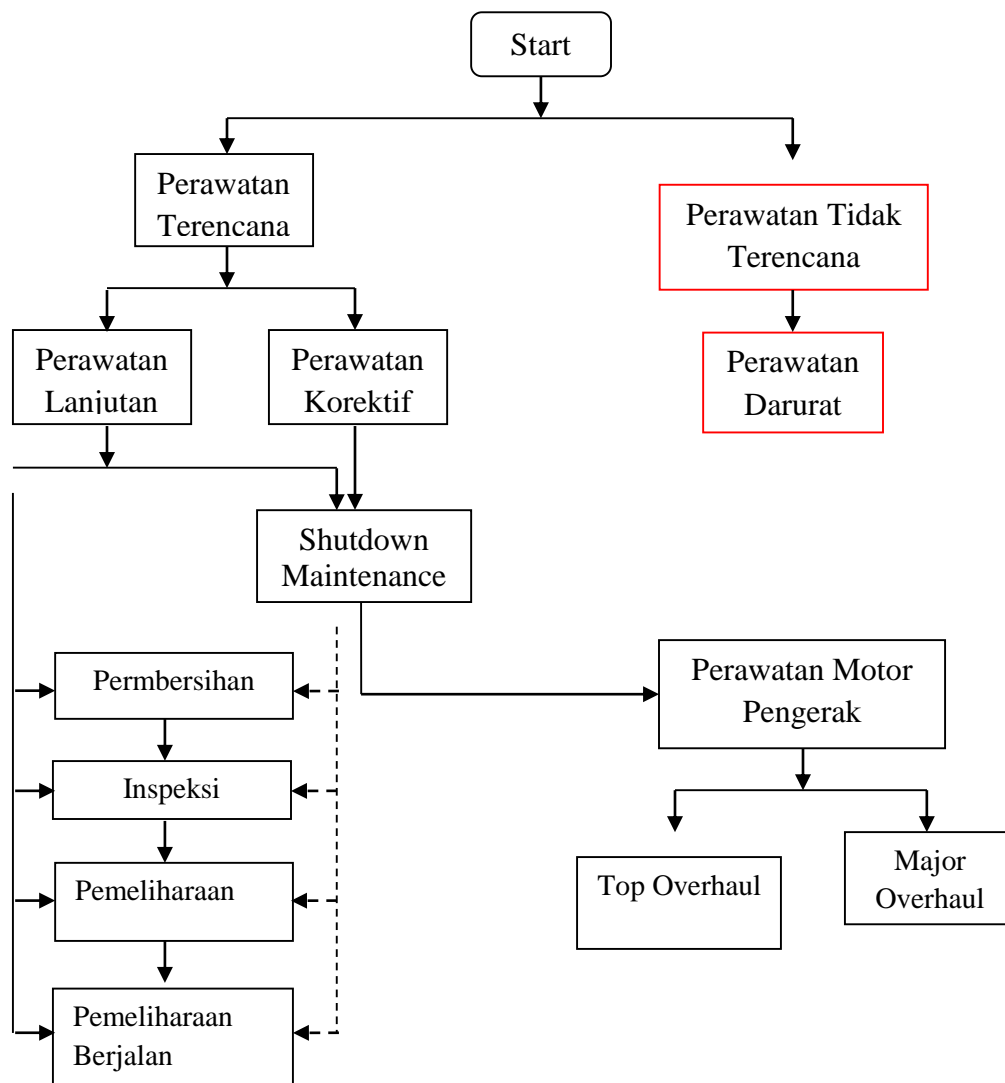
3.2 Perawatan Komponen Motor Penggerak Munic 1

Kapal Motor Penumpang Munic 1 yang melayani lintasan Merak sampai dengan Lampung merupakan kapal yang mulai beroperasi dari tahun 2005, Berdasarkan penjelasan dari KKM Kapal Motor Penumpang Munic 1, sebelumnya

kapal Munic 1 digunakan di Yunani untuk penyebrangan. Data diambil dari *engine log book* dan daftar pekerjaan *docking* dari Kapal Motor Penumpang Munic 1. Pada saat pengambilan data diketahui bahwa Kapal Motor Penumpang Munic 1 kondisi mesinnya bisa dikategorikan masih baik.

3.3 Skema Perawatan Kapal

Dibawah ini merupakan skema atau susunan proses perawatan yang dilakukan pada Kapal Motor Penumpang Munic 1.



Gambar 3.2 Skema Perawatan Kapal Muncit 1

Secara garis besar semua proses perawatan di atas harus dilakukan agar kondisi kapal beserta mesin dan komponen pendukungnya tetap dalam kondisi baik, dimana perawatan terbagi menjadi 2 yaitu perawatan terencana dan perawatan darurat, perawatan terencana adalah perawatan yang sudah memiliki jadwal tersendiri untuk melakukan perawatan agar kondisi kapal tetap dalam kondisi baik, sedangkan perawatan darurat atau dapat disebut perawatan tidak terencana adalah perawatan yang dilakukan apabila pada bagian mesin/motor pada kapal mengalami kerusakan tiba tiba maka perawatan darurat harus segera dilakukan agar tidak terjadi kerusakan yang lebih cepat dan mengakibatkan kerusakan berdampak besar atau menjalar ke kompoen lain serta dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan.

Selanjutnya terbagi 2 jenis perawatan yang harus dilalui yang pertama adalah diberlakukan perawatan lanjutan yaitu seperti pemeriksaan, pembersihan, pemeliharaan komponen, dan yang kedua adalah perawatan korektif, perawatan ini hanya dapat dilakukan pada saat kondisi kapal mati/off karena perawatan ini dilakukan pada bagian motor penggerak.

Tahapan-tahapan perawatan dan perbaikan mesin penggerak utama atau biasa di sebut dalam bahasa permesinan adalah *Top Overhaul*, *Major Overhaul* dan *General Overhaul*.

1. *Top Overhaul*

Top overhaul adalah tahapan pertama perawatan dan perbaikan untuk pembersihan, pemeriksaan, pengukuran, penganalisaan, penggantian pada semua bagian-bagian/komponen mesin yang di *overhaul*. Pelaksanaannya dilakukan pada saat mesin sudah bekerja mencapai antara 2.000 – 4.000 jam kerja.

2. *Major Overhaul*

Major Overhaul adalah tahapan kedua perawatan perbaikan untuk pembersihan, pemeriksaan, pengukuran, penganalisaan, penggantian pada semua bagian-bagian/material mesin yang bergerak. Pelaksanaannya dilakukan pada saat mesin sudah bekerja mencapai antara 8.000 jam kerja sampai dengan 16.000 jam kerja.

3.4 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 24 Januari 2014, lokasi pengambilan data di pelabuhan merak sampai dengan pelabuhan bakauheni, dan data yang di dapat adalah data perawatan dari bulan Januari 2013 sampai Desember 2013. Pengambilan data dengan observasi langsung di lapangan dalam hal ini mengamati langsung kapal tersebut, serta langsung berbincang dengan KKM Kapal Motor Penumpang Munic 1.

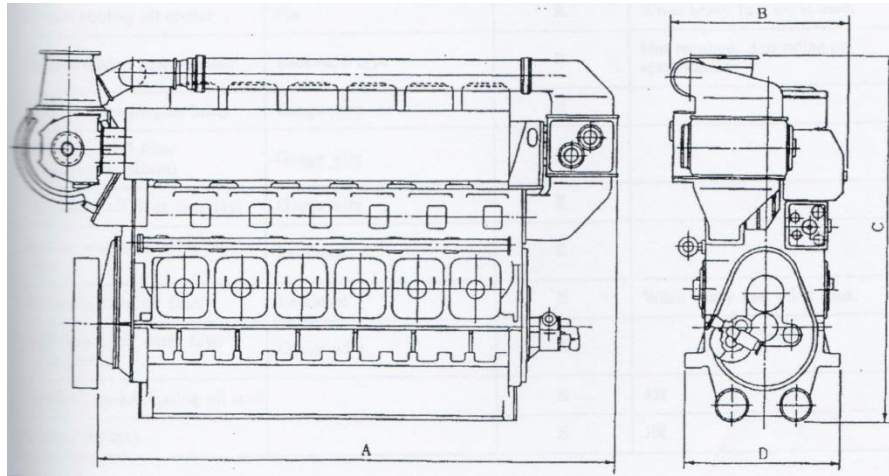


Gambar 3.3 Kapal Munic 1

3.5 Spesifikasi Mesin Daihatsu DL – 40

Tabel 3.1 Spesifikasi Daihatsu DL – 40

Model			6 DL	8DL
Tipe			Vertikal, Air pendingin, tipe injeksi direct, mesin diesel 4 langkah	
Jumlah silinder			6	8
Lubang silinder	mm		400	
Langkah	mm		480	
Kecepatan Mesin Max	rpm		900	
Direksi Putaran			Putaran normal	
<i>Supercharger</i>			<i>Exhaust gas turbocharger (with intercooler)</i>	
<i>Starting Method</i>			<i>Compressed air</i>	
<i>Firing Order</i>			1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4	
Dimensi	Panjang	mm	5310	
	Lebar	mm	1890	
	Tinggi	mm	3695	
Berat		kg	4400	



Gambar 3.4 Sketsa Mesin Kapal Motor Penumpang Munic 1

3.6 Data Kapal dan Motor Penggerak

Sebelum melakukan perawatan harus diketahui terlebih dahulu tentang spesifikasi motor penggerak yang digunakan :

1. Nama pabrik mesin : DAIHATSU
2. Tipe : *Vertical, single acting, 4-cycle, direct injection*
3. Daya Mesin : 2 x 2000 HP
4. Jumlah silinder : 6 cylinder
5. *Cylinder boor* : 400 mm
6. *Stroke* : 480 mm
7. Putaran mesin : 900 rpm
8. Tahun pembuatan : 1986
9. NO. Seri : DL640005
10. Dimensi
 - a) Length : 5310 mm

- b) Width : 1890 mm
- c) Height : 3695 mm
- 11. Nama kapal : Munic 1
- 12. Bendera Kapal : Indonesia
- 13. Nama Perusahaan : PT. Munic Line

3.7 Perhitungan *Engine Displacement*

Pada data di atas diketahui bahwa lubang silinder (*Cylinder bore*) = 400 mm dan Langkah (*Stroke*) = 480 mm. Untuk mengetahui berapa besar *Engine displacement* yang ada pada mesin kapal digunakan persamaan dibawah ini :

$$V = \frac{\pi}{4} \times (\text{Cylinder bore})^2 \times \text{Stroke} \times \text{Number of Cylinder}$$

Diketahui :

Lubang silinder (*Cylinder bore*) = 400 mm = 40 cm

Langkah (*Stroke*) = 480 mm = 48 cm

Maka :

$$V = \frac{3.14}{4} \times (40)^2 \times 48 \times 6 = 361728 \text{ cc}$$

3.8 Perawatan Komponen Motor Penggerak Munic 1

Kapal Motor Penumpang Munic 1 yang melayani lintasan Merak sampai dengan Lampung merupakan kapal yang mulai beroperasi dari tahun 2005,

Berdasarkan penjelasan dari KKM Kapal Motor Penumpang Munic 1, sebelumnya kapal Munic 1 digunakan di Yunani untuk penyebrangan. Sedangkan data diambil dari *engine log book* dan daftar pekerjaan *docking* dari Kapal Motor Penumpang Munic 1. Pada saat pengambilan data diketahui bahwa Kapal Motor Penumpang Munic 1 kondisi mesinnya bisa dikategorikan masih baik.

Perawatan juga dilakukan pada berbagai komponen lainnya yang mendukung kinerja motor penggerak, secara umum perawatan seperti pembersihan, pemeriksaan, pelumasan, dan juga pemeriksaan juga dilakukan pada saat *docking*. Di bawah ini adalah tabel yang didapat dari hasil perawatan komponen yang tidak diganti selama periode Januari sampai dengan Desember 2013.

Tabel 3.2 Daftar Perawatan komponen beserta biaya yang dikeluarkan.

No.	Komponen	Tugas Perawatan	Bahan	Biaya (Rp)	
Cylinder Head Part	1	<i>Cylinder head cover</i>	Pengecekan interior	–	–
	2	<i>Fuel Nozzle</i>	Pengecekan Tekanan Injeksi, dan kondisi penyemprotan .	–	–
	3	<i>Gasket cylinder head</i>	Pembersihan	Amplas	40,000
	4	<i>Intake valve</i>	Pemeriksaan & pembersihan	<i>Cleaner</i>	18,000
	5	<i>Exhaust valve</i>	Pemeriksaan & pembersihan	<i>Cleaner</i>	18,000
	6	<i>Starting air valve</i>	Pemeriksaan & pembersihan	<i>Cleaner</i>	12,000
	7	<i>Cylinder safety valve</i>	Pemeriksaan & pembersihan	<i>Cleaner</i>	12,000
	8	<i>Nozzle holder guide</i>	Pemeriksaan &	<i>Cleaner</i>	12,000

			pembersihan		
	9	<i>Rotator</i>	Pemeriksaan Overhaul	<i>Cleaner</i>	12,000
	10	<i>Valve spring</i>	Pelumasan	Oli med S.40	10,000
	11	<i>Valve and clearance</i>	Pemeriksaan & pembersihan	<i>Cleaner</i>	18,000
Main moving part	12	Torak	Pengukuran, pemeriksaan, pembersihan.	Kain Majun	5,000
			Pemeriksaan cincin torak	–	–
			Pemeriksaan dan pengukuran pin torak	–	–
			Pengencangan baut kepala torak	–	–
	13	<i>Connecting rod</i>	Pelumasan bearing pin torak	Pelumas	20,000
			Pemeriksaan crankpin bearing	–	–
			Pemeriksaan kekencangan	–	–
	14	<i>Cylinder liner</i>	Pemeriksaan dan pengukuran	–	–
			Pembersihan liner	Kain majun	5,000
	15	<i>Crankshaft</i>	Pemeriksaan dan pengukuran crankpin dan journal	–	–
			Pelumasan	Pelumas	20,000
			Pengecekan kekencangan baut penghubung	–	–
	16	<i>Main bearing</i>	Pemeriksaan & pembersihan	<i>Cleaner</i>	12,000
			Pengecekan kekencangan baut penghubung	–	–
	17	<i>Camshaft</i>	Pemeriksaan cam dan roller fitting	–	–
			Pemeriksaan tappet dan bush fitting	–	–
			Pelumasan dan pengukuran camshaft	Pelumas	20,000
Pemeriksaan camshaft bearing			–	–	
18	<i>Timing gear</i>	Pemeriksaan & pembersihan	Oli med S.40	23,000	
		Pemeriksaan idle gear	–	–	

			bush		
			Pemeriksaan kekencangan baut penghubung	–	–
Fuel Control	19	<i>Governor</i>	Pemeriksaan & pelumasan oli	Oli med S.40	23,000
			Pembongkaran parts	–	–
Fuel Control	20	<i>Fuel control link</i>	Pemeriksaan	–	–
			Lubrikasi	–	–
Gauge	21	<i>Pumps</i>	Inspeksi dan pembongkaran	–	–
			Penggantian seal	<i>Seal</i>	25,000
	22	<i>Gauges</i>	Kalibrasi tachometer	–	–
			Inspeksi pressure gauge	–	–
		Inpeksi getaran	–	–	
Damper	23	<i>Safety divice</i>	Inspeksi, test, dan penyesuaian	–	–
	24	<i>Coupling</i>	Pembersihan & pelumasan	Oli med S.40	23,000
	25	<i>O.ring</i>	Pembersihan & pelumasan	Oli med S.40	23,000
Damper	26	<i>Bolt</i>	Pembersihan & pelumasan	Oli med S.40	23,000
	27	<i>Fly wheel</i>	Pelumasan	Oli med S.40	23,000
	28	<i>LO. Filter</i>	Dicuci	Minyak Solar	7,500
	29	<i>FO. Filter</i>	Dicuci	Minyak Solar	–
	30	<i>Push road</i>	Pembersihan road section	<i>Cleaner</i>	12,000
			Pembersihan road exhaust	<i>Cleaner</i>	12,000
		Total Biaya	–	Rp 423,500	

Sumber : Daftar Perawatan Mesin KMP. Muncic

Pada tabel 3.2 diatas dapat diketahui bahwa berbagai komponen yang di berlakukan perawatan dan cara merawat komponen-komponen pada mesin penggerak Kapal Motor Penumpang Muncic 1 serta dapat diketahui total biaya yang dikeluarkan pada docking periode Januari sampai dengan Desember 2013. Total biaya perawatan yang telah dilakukan yaitu sebesar Rp 423,500.

3.9 Suplai Suku Cadang Motor Penggerak Kapal

Selain alat-alat dan bahan yang diberlakukan perawatan, ada beberapa komponen motor penggerak kapal yang diharuskan berada di kapal, agar apabila terjadi kerusakan pada komponen motor penggerak kapal pada saat beroperasi dapat ditanggulangi dengan melakukan perawatan darurat, serta komponen dibawah ini harus ada dikapal karena secara teoritis komponen ini mudah mengalami kerusakan. Komponen-komponen dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 3.3 Suplai Suku Cadang Motor Penggerak Kapal

No	Jenis Komponen	Jumlah	Harga	
			Komponen (Rp)	Total (Rp)
1	<i>Valve</i>	12 Set	115,000	1,380,000
2	<i>Nozzle</i>	12 Pcs	220,000	2,640,000
3	<i>Piston</i>	1 Pcs	29,500,000	29,500,000
4	<i>Cylinder head</i>	1 Pcs	14,000,000	14,000,000
5	<i>Journal Bearing</i>	10 Set	3,600,000	36,000,000
6	Saringan bahan bakar (<i>Fuel Oil</i>)	12 Pcs	450,000	5,400,000
	Total biaya			62,370,000

Sumber : Daftar Perawatan Mesin KMP Munic 1

Selain komponen yang harus selalu dirawat, komponen yang membutuhkan perawatan juga memerlukan bahan-bahan yang dimendukung pada saat perawatan, maka dari itu bahan-bahan tersebut dipasok untuk mempermudah proses perawatan yang akan dilakukan diatas kapal.

Tabel 3.4 Pasokan Bahan dan Peralatan Perawatan

no	Bahan	Jumlah	Harga Pasokan	
			Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Pelumas	25 kg	220,000	1,320,000
2	Kain Majun / lap	8 kg	5,000	40,000
3	<i>Cleaner</i>	19 lt	12,000	190,000
4	Oli med S.40	15 lt	23,000	345,000
	Total Harga			1,895,000

Sumber : Daftar Perawatan Mesin KMP Munic 1

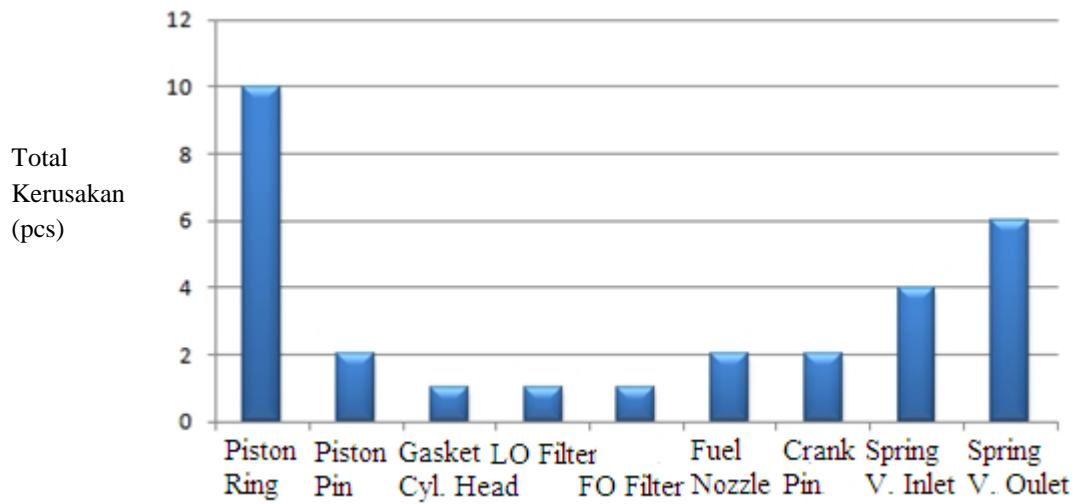
BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan Data Docking Kapal Motor Penumpang Munic 1

Dari pengamatan yang dilakukan diperoleh kesimpulan sementara yang memberikan informasi bahwa pada Kapal Motor Penumpang Munic 1 setelah melalui prosedur perawatan 1 tahun, yaitu pada bulan Januari sampai dengan Desember 2013 komponen yang sering diganti adalah cincin torak, apabila perusahaan tidak menanggulangi ataupun mencegah terjadinya kerusakan maka akan menyebabkan kerugian secara tidak langsung.

Pada informasi dari hasil *docking* Kapal Motor Penumpang Munic 1 dari periode Januari sampai dengan Desember 2013 dapat diketahui bahwa ada beberapa komponen yang telah mengalami penggantian seperti dibawah ini :



Gambar 4.1 Diagram Total Kerusakan Komponen

Dari diagram diatas dan data yang dapat diketahui bahwa total kerusakan setiap komponen adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Komponen yang diganti pada saat *docking* Januari s/d Desember

No	Jenis Komponen	Jumlah	Harga		Periode Pengantian
			Per Komponen (Rp)	Total (Rp)	
1	<i>Piston Ring</i>	10 set	12,500,000	25,000,000	4
2	<i>Piston Pin</i>	2 pcs	1,200,000	2,400,000	1
3	<i>Gasket Cylinder Head</i>	1 pcs	2,000,000	2,000,000	1
4	<i>LO Filter</i>	1 pcs	300,000	300,000	1
5	<i>FO Filter</i>	1 pcs	450,000	450,000	1
6	<i>Feul Nozzle</i>	4 pcs	2,800,000	11,200,000	2
7	<i>Crank Pin bearing</i>	2 set	6,000,000	12,000,000	2
8	<i>Spring Valve Inlet</i>	4 pcs	2,100,000	8,400,000	2
9	<i>Spring Valve Outlet</i>	6 pcs	2,100,000	12,600,000	1

Data yang didapat adalah data perawatan pada motor penggerak kapal, pada periode antara Januari 2013 sampai dengan Desember 2013. Agar memudahkan perbandingan dalam menentukan hasil perhitungan biaya perawatan dan perbaikan maka dari data tersebut selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan harga komponen yang harus diganti, yaitu:

1. Kelas A, Jika komponen memiliki harga Rp $0 < \text{Komponen} < \text{Rp } 1,500,000$
2. Kelas B, Jika komponen memiliki harga Rp $1,500,000 < \text{Komponen} < \text{Rp } 6,500,000$
3. Kelas C, Jika komponen memiliki harga Rp $6,500,000 < \text{Komponen} < \text{Rp } 12,500,000$

Data yang diperoleh adalah data lama nya mesin tersebut mengalami *breakdown* dari bulan Januari sampai dengan Desember 2013, Dimana data ini dihitung dari selisih antara waktu mesin tersebut dioperasikan.

Tabel 4.2 *Breakdown* Motor Penggerak Kapal

Periode	Bulan (2013)	Jumlah Kerusakan Pergantian Komponen			
		Kelas A	Kelas B	Kelas C	Total
1	Januari	1	2	1	3
2	Februari	0	2	1	4
3	Maret	0	1	0	1
4	April	0	1	2	3
5	Mei	0	2	2	4
6	Juni	1	1	0	2
7	Juli	0	1	0	1
8	Agustus	2	2	0	4
9	September	0	1	4	5
10	Oktober	0	2	0	2
11	November	0	2	0	2
12	Desember	0	0	0	0
Jumlah		4	17	10	31

Klasifikasi berdasarkan harga komponen detiap satuan dan setiap pasang yang diganti pada saat *docking* Januari sampai dengan Desember 2013, maka didapatkan data dari masing-masing komponen sebagai berikut:

Tabel 4.3 Klasifikasi Kelas A

No	Komponen	Harga Satuan/Sepasang (Rp)	Jumlah Pengantian Komponen (pcs)
1	<i>Piston Pin</i>	1,200,000	2
2	<i>LO Filter</i>	300,000	1
3	<i>FO Filter</i>	450,000	1

Tabel 4.4 Klasifikasi Kelas B

No	Komponen	Harga Satuan/Sepasang (Rp)	Jumlah Pengantian Komponen (pcs)
1	<i>Gasket Cylinder Head</i>	2,000,000	1
2	<i>Spring Valve Inlet</i>	2,100,000	4
3	<i>Spring Valve Outlet</i>	2,100,000	6
4	<i>Feul Nozzle</i>	2,800,000	4
5	<i>Crank Pin bearing</i>	6,000,000	4

Tabel 4.5 Klasifikasi Kelas C

No	Komponen	Harga Satuan/Sepasang (Rp)	Jumlah Pengantian Komponen (set)
1	<i>Piston Ring</i>	12,500,000	10

4.2 Perhitungan Biaya Perbaikan

Biaya perbaikan atau *repair cost* (Cr) diperoleh dari biaya tenaga kerja ditambah biaya komponen, seperti persamaan dibawah ini:

$$Cr = (\text{Biaya Tenaga Kerja} \times \text{Waktu Kerja} \times \text{Jumlah Tenaga Kerja}) + (\text{Biaya Komponen}).$$

Dimana biaya tenaga kerja diabaikan karena gaji karyawan dibayarkan setiap bulan sehingga biaya perbaikan adalah biaya komponen yang diganti, sehingga diperoleh:

$$Cr = \frac{\text{Total Biaya Komponen}}{\text{Jumlah Komponen yang Diganti}}$$

a) $Cr = \frac{1,950,000}{4} = \text{Rp } 487,500$ per kerusakan Kelas A

b) $Cr = \frac{15,000,000}{17} = \text{Rp } 882,352$ per kerusakan Kelas B

c) $Cr = \frac{12,500,000}{10} = \text{Rp } 1,250,000$ per kerusakan Kelas C

4.2.1 Biaya *Repair Policy* (Kebijakan Perbaikan) yang diperkirakan

Biaya yang timbul dalam kebijakan *repair policy* ini adalah biaya *repair* dan *downtime* untuk kerusakan klasifikasi A:

$$TMC (\text{repair policy}) = TCr + TCd$$

Penentuan biaya yang diperlukan dapat di asumsikan bahwa *cost of downtime* dapat diabaikan ($TCd = 0$). Untuk menentukan TCr , harus menghitung terlebih dahulu

rata-rata *run-time* tiap mesin (T_b), kemudian menghitung rata-rata *breakdown* tiap periode (B).

$$B = \frac{\text{Jumlah mesin (N)}}{\text{Rata-rata run time mesin (T}_b\text{)}}$$

$$T_b = \sum_{i=1}^{12} p_i \cdot T_i$$

Dari distribusi frekuensi *breakdown*, didapat:

$$T_b = p_1 \cdot T_1 + p_2 \cdot T_2 + p_3 \cdot T_3 + p_4 \cdot T_4 + p_5 \cdot T_5 + \dots + p_{12} \cdot T_{12}$$

$$T_b = (0.333)(1) + (0)(2) + (0)(3) + (0)(4) + (0)(5) + (0.333)(6) + (0)(7) + (0.666)(8) + (0)(9) + (0)(10) + (0)(11) + (0)(12)$$

$$T_b = 7.659 \text{ bulan}$$

Rata-rata jumlah *breakdown* perperiode dihitung sebagai berikut:

$$B = \frac{N}{T_b} = \frac{1}{7.659} = 0,130$$

Biaya *repair* yang diperkirakan adalah:

$$\begin{aligned} TC_r &= B \times C_r = 0.130 \times \text{Rp } 487,500 \\ &= \text{Rp } 63,375 \text{ perbulan} \end{aligned}$$

Maka biaya *repair policy* yang diperkirakan adalah:

$$\begin{aligned} TMC &= TC_r + TC_d \\ &= \text{Rp } 63,375 + \text{Rp } 0 \\ &= \text{Rp } 63,375 \text{ perbulan} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh besarnya biaya *repair policy* untuk kerusakan klasifikasi A, sebesar Rp 63,375 perbulan. Perhitungan yang sama

digunakan untuk mengetahui biaya *repair policy* kerusakan klasifikasi B dan C. Hasil perhitungan biaya *repair policy* selengkapnya dapat dilihat pada tabel:

Tabel 4.6 Biaya *repair policy* untuk berbagai klasifikasi kerusakan

Klasifikasi	Rata-rata <i>Run Time</i>	<i>TCr</i> /bulan (Rp)	<i>TMC</i> /bulan (Rp)
A	7.659 bulan	63,375	63,375
B	6.437 bulan	136,764	136,764
C	6.327 bulan	197,500	197,500

4.2.2 Perhitungan Biaya *Preventive Maintenance Policy* yang Diperkirakan

Biaya perawatan *preventif* (C_m) yang dikeluarkan setiap perawatan rutin mesin, meliputi biaya tenaga kerja dan biaya perawatan. Akan tetapi dikarenakan karyawan dibayar setiap bulan, sehingga biaya tenaga kerja diabaikan. Sedangkan biaya perawatan meliputi biaya pelumasan dan perawatan komponen lain dan sudah dijelaskan pada tabel 3.4 bahwa biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 423,500 per *preventive*.

Perhitungan biaya perawatan *preventive* (C_m) yang rutin dilakukan perusahaan, adalah sebagai berikut:

$$C_m = (\text{Biaya TK} \times \text{Waktu Kerja} \times \text{Jumlah TK}) + (\text{Biaya Komponen})$$

$$C_m = (0) + (423,500) = \text{Rp } 423,500 \text{ perperawatan } \textit{preventive}.$$

*Catatan (TK : Tenaga Kerja)

Perhitungan biaya perawatan dengan metode *preventive maintenance policy* untuk kerusakan klasifikasi A pada 1 bulan operasi ($n = 1$) adalah sebagai berikut:

- a) Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 1 bulan operasi

$$B_1 = N \times p_1 = (1)(0.333) = 0.333$$

- b) Rata-rata jumlah *breakdown* per 1 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{B_1}{1} = \frac{0.333}{1} = 0.333 \text{ perbulan}$$

- c) Perkiraan biaya *repair* per 1 bulan operasi

$$\begin{aligned} TCr_1 &= B.Cr = (0.333)(Rp 487,500) \\ &= Rp 162,337 \end{aligned}$$

- d) Biaya *preventive maintenance* per 1 bulan operasi

$$TCm_1 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(423,500)}{1} = Rp 423,500$$

- e) Total biaya maintenance per 1 bulan operasi menjadi

$$\begin{aligned} TMC_1 &= TCr_1 + TCm_1 + TCD \\ &= 162,337 + 423,500 + 0 \\ &= Rp 585,837 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya perawatan dengan metode *preventive maintenance* untuk kerusakan klasifikasi A pada periode 2 bulan operasi ($n = 2$) menggunakan perhitungan sebagai berikut:

- a) Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 2 bulan operasi

$$\begin{aligned}
B_2 &= N(p_1+p_2) + B_1.p_1 \\
&= (1)(0.333+0) + (0.333)(0.333) \\
&= 0.333 + 0.110 = 0.443
\end{aligned}$$

b) Rata-rata jumlah *breakdown* per 2 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{B_2}{2} = \frac{0.443}{2} = 0.221 \text{ perbulan}$$

c) Perkiraan biaya *repair* per 1 bulan operasi

$$\begin{aligned}
TCr_2 &= B.Cr = (0.221)(Rp 487,500) \\
&= Rp 107,737
\end{aligned}$$

d) Biaya *preventive maintenance* per 2 bulan operasi

$$TCm_2 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(423,500)}{2} = Rp 211,750$$

e) Total biaya *maintenance* per 2 bulan operasi

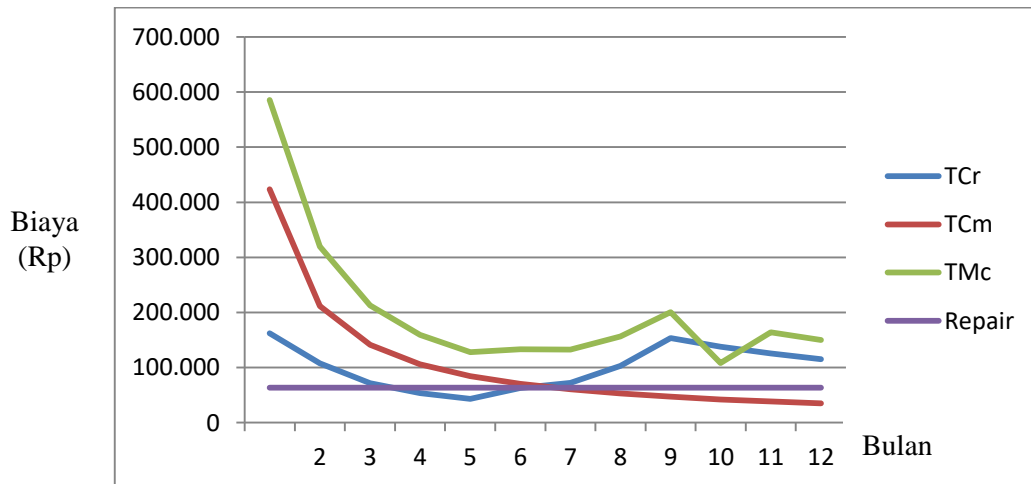
$$\begin{aligned}
TMC_2 &= TCr_2 + TCm_2 + TCd \\
&= 107,737 + 211,750 + 0 \\
&= Rp 319,487
\end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk mendapatkan biaya perawatan pada kerusakan klasifikasi A setiap periode, dan perhitungan dari bulan Januari sampai dengan Desember 2013. Perhitungan untuk kerusakan klasifikasi B dan C dilakukan dengan cara yang sama, dan semua hasil perhitungan *preventive maintenance policy* untuk semua klasifikasi, dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 4.7 Biaya *preventive maintenance policy* untuk kerusakan klasifikasi A

Bulan	Probabilitas	B_n	B	TCr (Rp)	TCm (Rp)	TMc (Rp)
1	0.333	0.333	0.333	162,337	423,500	585,837
2	0	0.443	0.221	107,737	211,750	319,487
3	0	0.443	0.147	71,662	141,166	212,828
4	0	0.443	0.110	53,625	105,875	159,500
5	0	0.443	0.0886	43,192	84,700	127,892
6	0.333	0.7768	0.129	62,887	70,583	133,470
7	0	1.0354	0.148	72,150	60,500	132,650
8	0.666	1.7014	0.212	103,350	52,937	156,287
9	0	2.8338	0.315	153,562	47,055	200,617
10	0	2.8338	0.2833	138,108	42,350	108,458
11	0	2.8338	0.2576	125,580	38,500	164,080
12	0	2.8338	0.2361	115,098	35,291	150,389

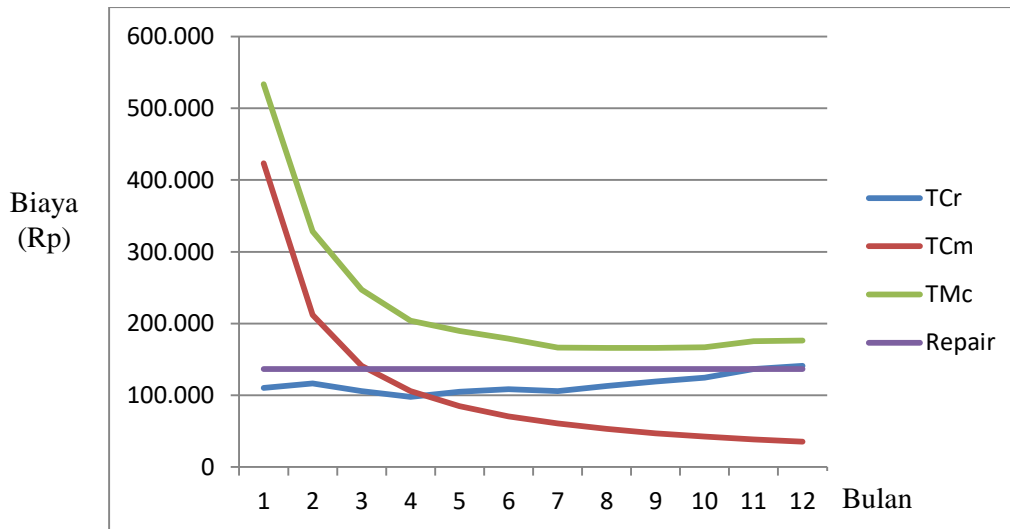
Hasil perhitungan yang didapat ditampilkan secara grafis agar lebih mudah membandingkan perhitungan kenaikan atau penurunan biaya setiap bulannya.



Gambar 4.2 Grafik perbandingan biaya *preventive maintenance* dengan biaya *repair maintenance* pada kerusakan klasifikasi A

Tabel 4.8 Biaya *preventive maintenance policy* untuk kerusakan klasifikasi B

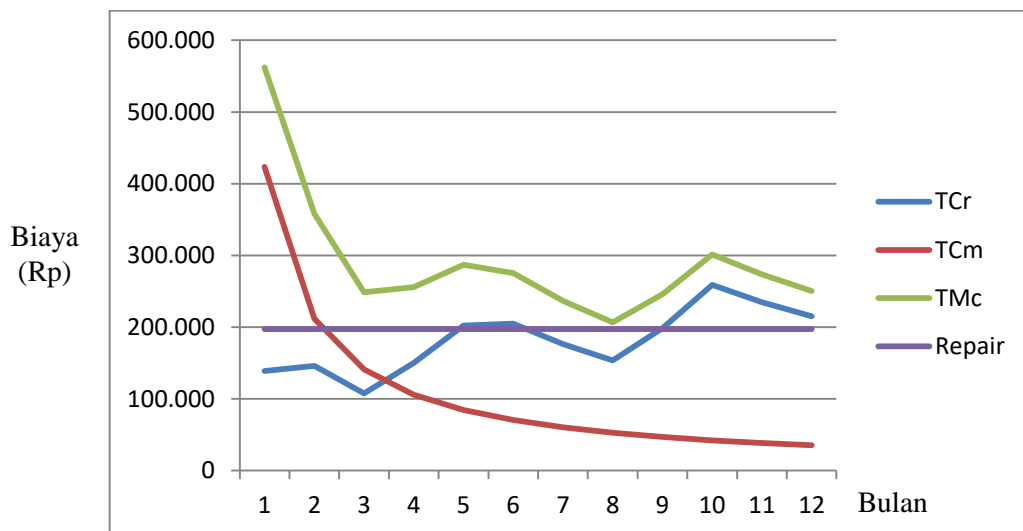
Bulan	Probabilitas	B_n	B	TCr (Rp)	TCm (Rp)	TMc (Rp)
1	0.125	0.125	0.125	110,294	423,500	533,794
2	0.125	0.265	0.132	116,470	211,750	328,220
3	0.0625	0.361	0.120	105,882	141,166	247,048
4	0.0625	0.446	0.111	97,941	105,875	203,816
5	0.125	0.599	0.119	104,999	84,700	189,699
6	0.0625	0.739	0.123	108,529	70,583	179,112
7	0.0625	0.845	0.120	105,882	60,500	166,382
8	0.125	1.023	0.128	112,941	52,937	165,878
9	0.0625	1.213	0.135	119,117	47,055	166,172
10	0.125	1.414	0.141	124,411	42,350	166,761
11	0.125	1.716	0.155	136,764	38,500	175,264
12	0	1.930	0.160	141,176	35,291	176,467



Gambar 4.3 Grafik perbandingan biaya *preventive maintenance* dengan biaya *repair maintenance* pada kerusakan klasifikasi B

Tabel 4.9 Biaya *preventive maintenance policy* untuk kerusakan klasifikasi C

Bulan	Probabilitas	B_n	B	TCr (Rp)	TCm (Rp)	TMc (Rp)
1	0.111	0.111	0.111	138,750	423,500	562,250
2	0.111	0.234	0.117	146,250	211,750	358,000
3	0	0.260	0.086	107,500	141,166	248,666
4	0.222	0.482	0.120	150,000	105,875	255,875
5	0.222	0.811	0.162	202,500	84,700	287,200
6	0	0.989	0.164	205,000	70,583	275,583
7	0	0.989	0.141	176,250	60,500	236,750
8	0	0.989	0.123	153,750	52,937	206,687
9	0.444	1.433	0.159	198,750	47,055	245,805
10	0	2.071	0.207	258,750	42,350	301,100
11	0	2.071	0.188	235,000	38,500	273,500
12	0	2.071	0.172	215,000	35,291	250,291



Gambar 4.4 Grafik perbandingan biaya *preventive maintenance* dengan biaya *repair maintenance* pada kerusakan klasifikasi C

Hasil dari perhitungan menggunakan metode *preventive maintenance policy* pada setiap periode perawatan didapat perbandingan antara biaya yang besar dan kecil pada setiap klasifikasi kerusakan. Pada klasifikasi kerusakan kelas A yang tertera di tabel 4.7 menyatakan biaya perawatan dan perbaikan yang paling rendah diperoleh pada periode 10 bulan sekali, dengan biaya *preventive maintenance policy* sebesar Rp 108,458 dalam satu bulan perawatan yang tepatnya di bulan oktober.

Pada klasifikasi kerusakan kelas B yang tertera di tabel 4.8 menyatakan biaya perawatan dan perbaikan yang paling rendah diperoleh pada periode 8 bulan sekali, dengan biaya *preventive maintenance policy* sebesar Rp 165,878 dalam satu bulan perawatan yang tepatnya di bulan agustus. Pada klasifikasi kerusakan kelas C yang tertera di tabel 4.9 menyatakan biaya perawatan dan perbaikan yang paling rendah diperoleh pada periode 8 bulan sekali, dengan biaya *preventive maintenance policy* sebesar Rp 206,687 dalam satu bulan perawatan yang tepatnya di bulan agustus.

4.3 Hasil Analisa Metode Perawatan

Dari hasil yang telah diketahui, total biaya masing-masing kebijakan perawatan untuk motor penggerak kapal Munic 1, baik dengan menggunakan metode *repair policy* maupun dengan menggunakan metode *preventive maintenance policy*, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Perbandingan biaya perawatan

No	Klasifikasi Kerusakan	Biaya Perawatan	
		<i>Repair policy</i> (Rp)	<i>Preventive Maintenance Policy</i> (Rp)
1	Kelas A	63,375	108,458
2	Kelas B	136,764	165,878
3	Kelas C	197,500	206,687

Dari hasil perbandingan menggunakan metoda *repair policy* (kebijakan perbaikan) dan metoda *preventive maintenance policy* (kebijakan perawatan pencegahan) dapat diketahui bahwa biaya perawatan pada motor penggerak kapal Munic 1 yang dikeluarkan dari masing-masing metode tersebut adalah biaya perawatan pada semua jenis klasifikasi A, B, dan C dengan menggunakan metode *repair policy* lebih murah dibanding dengan menggunakan metode *preventive maintenance policy*.

BAB V

PENUTUP

5. 1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengambilan data perawatan yang dilakukan pada Kapal Motor Penumpang Munic 1, di peroleh hasil yang menunjukkan perhitungan biaya dan macam-macam komponen yang mengalami kerusakan, yaitu seperti dibawah ini :

1. Pada motor penggerak kapal Munic 1 dalam periode bulan januari 2013 sampai dengan Desember 2013 terjadi kerusakan pada 9 komponen, dalam periode perawatan tersebut penggantian komponen dengan biaya terbesar adalah cincin torak yaitu sebesar Rp 125,000,000 (10 set).
2. Dari hasil perhitungan dan perbandingan menggunakan metode *repair policy* dan metode *preventive maintenance policy* dapat diketahui bahwa biaya perawatan pada motor penggerak kapal Munic 1 yang diperoleh dari masing-masing metoda tersebut adalah biaya perawatan pada semua jenis klasifikasi A, B, dan C dengan menggunakan metode *repair policy* lebih murah dibanding dengan menggunakan metode *preventive maintenance policy*.
3. Untuk klasifikasi kerusakan kelas C yang terjadi pada komponen cincin torak, penggunaan metoda *repair policy* dan *preventive maintenance policy*

menghasilkan selilih yang kecil, sehingga penggunaan *preventive maintenance policy* diperbolehkan, untuk mencegah terjadinya kerusakan.

5.2 Saran

Dari penelitian ini ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan apabila melakukan perawatan terhadap Kapal Motor Penumpang Munic 1, antara lain sebagai berikut :

1. Pemeriksaan berkala terhadap motor penggerak harus selalu dilakukan agar dapat mengetahui performan dari motor tersebut.
2. Kebijakan perawatan dapat diambil dari pertimbangan biaya yang terendah antara biaya perbaikan dan biaya perawatan pencegahan .

Daftar Pustaka :

1. *Sasono, H. Budi. 2002. Manajemen Pelabuhan dan Realisasi Ekspor Impor.* Penerbit Andi, Yogyakarta.
2. Heizer, Jay dan Barry Render. 2001. *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi.* Edisi 1. Penerbit : Salemba Empat, Jakarta.
3. Sehwarat M.S dan J.S Narang. 2001. *Production Management.* Dhanpat Rai & Co. Ltd, Delhi.
4. Handoyo, Jusak. 2005. *Sistim Perawatan Permesinan Kapal.* Edisi 1 Penerbit : Djangkar, Jakarta.
5. Corder, A. 1996. *Teknik Manajemen Pemeliharaan.* Edisi 2 Penerbit : Erlangga, Jakarta.
6. ____ , 2000. *Daihatsu Diesel Engine. Operation Manual DLM – 40,* PT. Oyama, Jakarta.
7. *Marine Genset Diesel Engine,* Daihatsu Diesel Mfg. Co. Ltd, Osaka.
8. ____ , 2005. *Buku Petunjuk dan Prosedur Survei.* Penerbit : PT. Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta.

