

## **PERAWATAN SISTEM PELUMASAN MESIN UTAMA PADA KAPAL KM. MUTIARA SENTOSA II**

Purjiyono<sup>1</sup>, Ningrum Astriawati<sup>2\*</sup> & Prasetya Sigit S<sup>3</sup>

<sup>1</sup>DIII Jurusan Teknik, AMY

<sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik, Akademi Maritim Yogyakarta

Jl. Magelang KM 4.4 Pos 42, Tromol, Sinduadi, Mlati, Kutu Duku, Sinduadi, Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55284

\*E-mail: [astriamath@gmail.com](mailto:astriamath@gmail.com)

---

### **ABSTRACT**

This research aims to know how to maintain the main engine lubrication system on a ship. The lubrication function on the main engine is to reduce the wearing out of objects that move and rub against each other as well as reduce the excessive heat. The location of this research was in the engine room of KM. Mutiara Sentosa II, owned by PT. Atosim Lampung Pelayaran. Lubrication system in KM. Mutiara Sentosa II used a type of dry carter lubrication, and the used lubricating oil was a type of brand, Caltex Dello 1000 Marine with SAE 40W. The maintenance of lubrication systems carried out in KM. Mutiara Sentosa II was regular maintenance which consisted of: (1) checking lubricating oil tanks regularly (2) cleaning lubricating oil safety filters regularly, (3) dismantling and cleaning the automatic filter and its cooler regularly, (4) checking the quality of lubricating oil once in 3 month, (5) checking the lubricating oil channel, (6) checking the cooler regularly to overcome the leave of the lubricating oil.

**Keywords: Maintenance, Lubrication System, Main Engine**

---

### **PENDAHULUAN**

Dengan makin berkembangnya transportasi laut dimana makin banyaknya kapal yang beroperasi sehingga keberadaan mesin diesel sebagai penggerak utama memegang peranan penting dalam sistem permesinan, Mesin diesel penggerak utama kapal harus bekerja terus menerus saat dioperasikan (Arismunandar, 2008). Untuk mendukung kerja mesin tersebut harus ditunjang beberapa bagian yang begitu penting, bagian-bagian tersebut antara lain sistem pelumasan dan sistem pendinginan yang berfungsi untuk menghilangkan panas dari mesin (Daryanto, 2008). Menurut P. Van Maanen (2002) pelumasan adalah melapisi dua bagian yang sedang bergesekan dengan tujuan utama menjaga agar mesin awet dan tahan lama.

Dalam operasional mesin kapal tanpa didukung dengan perawatan sistem pelumasan yang baik, maka mesin akan cepat rusak dikarenakan *over heating* dan gesekan panas yang berlebihan. karena pentingnya peranan dari perawatan sistem pelumasan pada mesin utama di atas kapal tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini adalah Bagaimanakah perawatan sistem pelumasan mesin utama pada kapal KM. Mutiara Sentosa II milik PT. Atosim Lampung Pelayaran.

#### **Sistem pelumasan**

Menurut Sukoco (2008, p.145) Sistem pelumasan dapat dibedakan menjadi dua yaitu sistem *splash* dan sistem tekan. Sistem *splash* atau dalam bahasa yang dikenal adalah sistem cawuk, dipergunakan pada motor diesel berukuran kecil. sedangkan sistem tekan dipergunakan pada motor diesel berukuran besar. sistem tekan dibedakan menjadi empat macam yaitu sistem *full flow*, sistem *shunt*, sistem *sump filtering*, dan sistem *by pass filtering*. Adapun macam-macam sistem pelumasan sebagai berikut:

##### **1. Sistem pelumasan model *full flow***

Sistem pelumasan model *Full Flow*, dapat memfilter minyak pelumas ke saringan sebelum masuk ke dalam sistem (Sukoco, 2008). Sistem pelumasan ini menyaring dan mendinginkan oli pelumas sebelum masuk kedalam sistem pelumasan komponen motor diesel. Minyak pelumas dari karter di hisap oleh pompa oli dan dikirim seluruhnya ke filter *full flow*. Sesudah disaring pelumas

dikirim masuk ke dalam pendingin oli(*oil cooler*). Seluruh pelumas masuk ke dalam filter dan pendingin oli sebelum ke pemakaian, sehingga sistem pelumasan ini disebut sebagai sistem pelumasan model *full flow*.

2. Sistem pelumasan model *shunt*

Sistem ini hampir sama dengan sistem sebelumnya, perbedaannya kalau pada model *full flow* oli pelumas masuk seluruhnya ke filter, kalau model *shunt* hanya sebagian atau filter dan pendingin oli di hubungkan secara paralel. memang hubungan ke pendingin oli harus memuka katup *relief*, namun katup tersebut terbuka dengan tekanan yang rendah yaitu 16 psi, sehingga mudah untuk dibuka oleh tekanan oli dari pompa oli. model ini hanya memfilter sebagian oli pelumas(Sukoco, 2008). Oli pelumas dari pompa oli sebagian masuk ke filter oli, dan sebagian langsung ke pendingin oli setelah membuka katup *relief*, setelah melalui filter oli bergabung dengan yang langsung ke pendingin oli. Namun saat filter tersumbat, maka seluruh oli akan masuk ke dalam pendingin oli dan saat pendingin oli juga tersumbat. Oli akan membuka katup *relief* satunya lagi dan langsung ke sistem pelumasan.

3. Sistem pelumasan *sump filtering*

Sistem pelumasan model *sump filtering* dipergunakan untuk motor diesel berukuran besar, dimana penampung oli tidak di karter seperti pada motor diesel yang kecil, tetapi diluar unit motor diesel itu sendiri(Sukoco, 2008). Semua komponen sistem pelumasan ada diluar unit motor diesel itu sendiri, termasuk tangki penampung persediaan oli pelumas. sistem ini memudahkan operator mengidentifikasi kondisi oli pelumas. apabila sudah terlihat kotor, maka operator dengan mudah untuk menggantinya tanpa harus menghentikan operasional motor diesel.

4. Sistem pelumasan model *by Pass Filtering*

Sistem pelumasan ini disebut dengan model *by pass filtering* karena pelumas dari pompa oli, sebagian ke sistem, sementara sebagian lagi kembali ke tangki melalui saluran *by pass* dan filter oli. asumsi yang dipergunakan adalah dalam waktunya seluruh kotoran oli akan melewati filter.

### **Tujuan-tujuan pelumasan**

Menurut Suprpto (2004) tujuan dari pelumasan diantaranya:

1. Menahan beban mesin, sehingga disini untuk mengantisipasi gerusan bearing karena kontakannya poros dengan bearing.
2. Mengendalikan terjadinya getaran, jadi disini mempunyai aspek yaitu menjaga kelemahan bahan karena beban-beban *extra* yaitu dari getaran-getaran mesin.
3. Mencegah terjadinya korosi, disini korosi oleh uap air, lepasnya elektron, atau sebab-sebab lain
4. Meredusir terjadinya *noise*
5. Mempertahankan koefisien gesek
6. Mengendalikan terjadinya panas.
7. Mengendalikan terhadap keausan bagian-bagian karena proses abrasi.

### **Syarat-syarat minyak pelumas**

1. Derajat kental sesuai dengan operasi mesin yang dinyatakan dengan bilangan SAE 30, SAE 40, SAE 70 dan seterusnya. semakin tinggi derajat kekentalan minyak pelumas semakin tinggi bilangannya itu.
2. Daya lekatnya baik sehingga minyak pelumas tetap dapat melekat maksimal mungkin pada permukaan logam.
3. Tidak mudah menguap sehingga pada suhu kerja motor minyak tidak menguap dan habis
4. Titik bekunya rendah sehingga minyak pelumas tidak beku pada suhu yang relatif dingin.
5. Mudah menyerap panas.
6. Bersifat anti karat dan tidak berbusa.
7. Titik nyalanya tinggi sehingga susah terbakar oleh suhu karena gesekan.
8. Mempunyai ketahanan terhadap pembentukan endapan partikel tertentu dalam air, udara, bahan bakar, dan gas-gas hasil pembakaran.
9. Memiliki kekuatan lapisan yang besar sehingga kontak antara logam dan logam dapat dihindari

## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini di *engine room* Kapal KM. Mutiara Sentosa II milik PT. Atosim Lampung Pelayaran, Pelaksanaan penelitian pada tanggal 14 Oktober 2017 sampai dengan 23 Oktober 2018.

### **Pengumpulan Data**

Cara pengumpulan data dalam penelitian ini ada tiga yaitu;

1. Pengamatan ( *Observasi* ) penelitian yang dilakukan dengan cara peninjauan langsung pada objek yang diteliti (Arikunto, 2006). Data dan informasi dikumpulkan melalui pengamatan secara langsung di kapal KM. Mutiara Sentosa II milik PT. Atosim Lampung Pelayaran khususnya yang mengait tentang perawatan sistem pelumasan.
2. Wawancara ( *Interview* ) adalah suatu metode pengumpulan data yang diperlukan dengan cara bertanya langsung kepada orang yang menguasai bidang yang akan diangkat sebagai bahan laporan, dalam hal ini penanya akan dapat mendengar, menyimak dan mencatat secara langsung dari narasumber (Mardalis, 2003). Pada metode ini peneliti mengadakan wawancara di kapal dengan perwira-perwira mesin tentang bagaimanakah perawatan sistem pelumasan di kapal KM. Mutiara Sentosa II milik PT. Atosim Lampung Pelayaran.
3. Dokumentasi adalah salah satu metode pengumpulan data kualitatif dengan melihat atau menganalisis dokumen-dokumen yang dibuat oleh subjek sendiri atau oleh orang lain oleh subjek (Herdiansyah, 2010). Pada metode ini peneliti menggunakan foto-foto bukti penelitian di kapal KM. Mutiara Sentosa II milik PT. Atosim Lampung Pelayaran khususnya yang mengait tentang perawatan sistem pelumasan

### **Analisis data**

Analisis data pada penelitian ini dengan analisa deskriptif. Menurut Selltiz et all (1976) *Analyzing the result of descriptive study, the process of analysis includes: coding the interview replace, observation and tabulating the data*, yang artinya proses analisis deskriptif meliputi memberikan kode jawaban wawancara, observasi dan tabulasi data.

### **Sumber data**

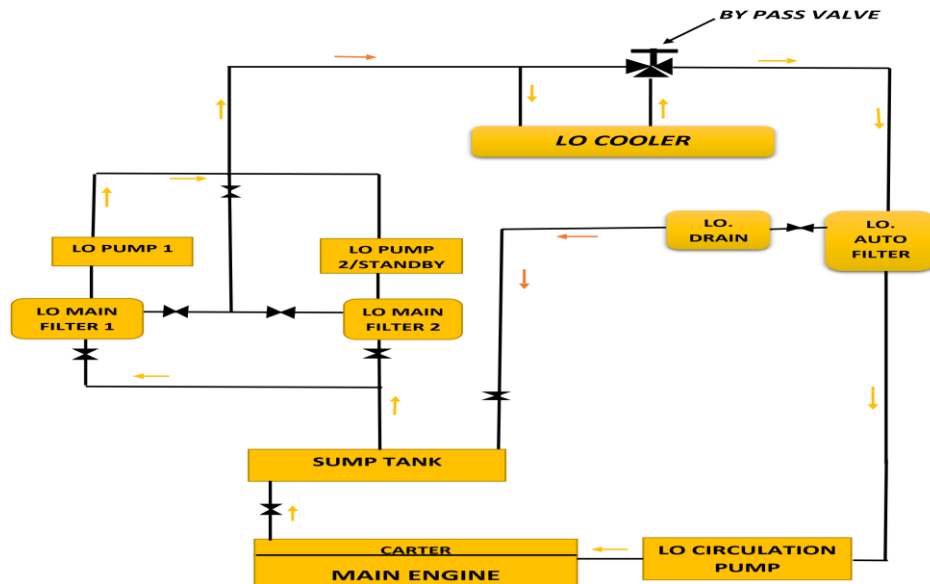
Data yang diperlukan dalam penelitian ini secara garis besar terdiri dari dua jenis data, yaitu: data primer meliputi observasi (pengamatan langsung) dan wawancara. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan wawancara yang tidak terstruktur. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah menggunakan data kapal dan data mesin kapal, data perawatan kapal, Jurnal kamar mesin dan unsur-unsur yang relevan

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Perawatan pelumasan yang tepat pada semua bagian-bagian yang bergerak merupakan suatu masalah yang penting sekali dari sebuah mesin. fungsi dari pada pelumasan adalah untuk menurunkan atau mengurangi terjadinya keausan antara bagian-bagian yang saling bergesekan, sehingga dapat meningkatkan output tenaga dan *service life* dari mesin. apabila mesin pelumasannya kurang baik, maka akan mengakibatkan keausan yang hebat dengan akibat-akibat yang luar biasa pula.

Fungsi lain dari minyak pelumas adalah bahan pendingin, membawa panas dari bantalan-bantalan, silinder dan bagian-bagian lainnya. Selain itu juga lapisan film minyak pelumas pada dinding silinder (*cylinder liner*) juga harus berfungsi sebagai sebuah seal, sehingga dapat mencegah keluarnya gas-gas pembakaran melewati pegas-pegas torak yang akhirnya akan menentukan sekali terhadap kerja mesin maupun *service life* dari mesin tersebut. Fungsi dari suatu sistem pelumasan adalah untuk menyediakan jumlah minyak pelumas yang cukup dan dingin serta bersih ke dalam mesin untuk mengadakan pelumasan yang efektif dan cukup terhadap semua bagian yang saling bergesekan dan bergerak yang terjadi di dalam mesin itu sendiri.

Sistem pelumasan ini terdiri dari dua jenis yang biasa digunakan pada motor-motor bakar, yaitu sistem pelumasan karter basah yang pada umumnya digunakan pada mesin-mesin yang berukuran kecil dan sistem pelumasan karter kering yang banyak digunakan pada mesin-mesin stasioner yang besar seperti pada kapal-kapal. sistem pelumasan yang dipakai di KM. Mutiara Sentosa II adalah jenis pelumasan karter kering, dan minyak pelumas yang dipakai adalah jenis dari brand, *Caltex Dello 1000 Marine* dengan SAE 40W ( *winter* ). Maksud “ W “ dalam simbol kekentalan minyak pelumas adalah “dingin”, artinya dalam kondisi suhu dingin minyak pelumas itu masih bisa dipakai dan tidak mengurangi kekentalannya untuk sistem pelumasan. Aliran sistem pelumasan karter kering di kapal KM. Mutiara Sentosa II sebagai berikut:



Gambar 1. Aliran sistem pelumasan mesin utama pada kapal KM.Mutiara Sentosa II

Dalam sistem pelumasan *sump* kering terdapat dua buah tangki pelumas yaitu, tangki edar / sump tank dan karter / *crankcase*. tangki edar ditempatkan di luar mesin induk, sebuah pompa minyak lumas dari jenis roda gigi menghisap minyak pelumas dari dalam tangki edar, sebelum minyak lumas melewati pompa, terlebih dahulu melewati katup dan filter main. setelah dihisap oleh pompa, kemudian minyak lumas ditekan menuju sebuah pendingin sebelum dialirkan ke dalam mesin induk. sebelum ke mesin induk minyak pelumas disaring lagi di *auto filter*, kemudian menuju ke mesin induk di dalam mesin induk, minyak pelumas ditekan oleh sebuah pompa ( *L.o Circulation Pump* ) kemudian menuju ke semua bagian-bagian yang memerlukan pelumasan . bagian- bagian yang memerlukan pelumasan antara lain adalah seperti : *cylinder liner, piston, rocker arm, crank shaft, cam shaft* dan mekanisme katup. Setelah bersirkulasi, minyak lumas turun ke dalam karter dan akhirnya kembali menuju tangki edar (*sump tank*) melewati sebuah pipa. Siklus aliran minyak pelumas tersebut berlangsung selama mesin beroperasi. Perawatan tersebut meliputi:

**Perawatan Pompa Minyak Pelumas**

Pompa merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk memindahkan minyak pelumas dalam sistem pelumasan. jenis pompa minyak pelumas di KM. Mutiara Sentosa II adalah jenis roda gigi. pompa minyak pelumas ini bisa dioperasikan dari dua tempat, yaitu bisa dari ruang mesin *M/E ( Main Engine )* dan bisa dari ruang *Control Room*. Pompa ini beroperasi dengan menggunakan daya listrik. Mengingat peranan pompa ini sangat penting dalam sistem pelumasan, maka perawatan sangat diperlukan untuk menjaga agar pompa dalam keadaan baik dan siap untuk digunakan. berikut ini adalah pekerjaan yang harus diperhatikan dalam merawat pompa minyak pelumas :

- a. Memeriksa permukaan gigi-giginya terhadap keausan, gejala kavitasi dan kerusakan lainnya.
- b. Memeriksa permukaan kelilingnya terhadap gejala kemacetan, dengan memberikan minyak gemuk ( *grease* ).
- c. Memeriksa apakah porosnya sudah aus. dalam hal ini digunakan serat minyak pelumas, pada umumnya keausan terbesar terdapat pada bagian porosnya yang dikenai sekat tersebut.

- d. Memeriksa permukaan kontak poros dengan bantalannya. dalam hal ini dipergunakan bantalan peluru, maka periksalah bantalannya
- e. Apabila menggunakan paking, gantilah pakingnya dengan paking yang baru dengan tebal dan dari jenis yang sama, ukurlah dengan teliti.
- f. Memeriksa permukaan dalam rumah pompa terhadap kemungkinan korosi, keausan dan kerusakan lainnya.
- g. Memeriksa katup pengatur tekanan minyak pelumas terhadap kelainan yang mungkin terjadi pada kedudukan katup-katup, jalan katup, dan pegas katup.

**Perawatan *L.o Circulation Pump***

*Lo.Circulation Pump* adalah pompa yang menempel di bodi mesin induk, pompa ini bertugas untuk meneruskan minyak pelumas yang di transfer oleh *L.o Main Pump* untuk kemudian disirkulasikan ke dalam setiap komponen-komponen yang memerlukan pelumasan. pompa ini adalah jenis pompa roda gigi, yang dimana sistem kerjanya yaitu memanfaatkan putaran dari camshaft untuk menggerakkan roda giginya. untuk perawatan pompa ini dilakukan secara berkala seperti :

- a. Mengecek gigi- giginya apakah dalam keadaan baik
- b. Memeriksa apakah ada kebocoran minyak yang disebabkan packing rusak.
- c. Memeriksa kekencangan mur dan baut apakah ada yang longgar atau tidak, apabila terjadi kelonggaran, atau mur dan baut tidak terikat kuat yang disebabkan oleh getaran mesin itu, maka segera kencangkan menggunakan kunci ring.

**Perawatan *Sump Tank* ( Tanki Edar )**

*Sump Tank* atau tanki edar, adalah sebuah tangki yang berfungsi sebagai penyimpan pasokan minyak pelumas untuk mesin diesel yang berjenis sistem pelumasan kering. untuk sump tank mesin utama yang dimiliki oleh KM. Mutiara Sentosa II ada 2 yaitu tangki kanan dan kiri yang masing-masing berkapasitas 27000 L. dimana saat penyoundingan dilakukan pada saat kapal akan berangkat berlayar, atau saat mesin akan distart. Hal-hal yang perlu diperhatikan ketika akan membersihkan tanki edar ini antara lain :

- a. Pindahkan minyak lumas sisa kedalam tanki *L.o Settling Tank*
- b. Membuka lubang *main hole*
- c. Membebaskan tanki dari gas beracun dengan metode menggunakan blower (*free gas*).
- d. Jika sudah sesuai prosedur diatas maka dapat memulai membersihkan tanki, ikuti arahan dan petunjuk SOP ( *Standart operasional prosedure* ).

**Perawatan *L.o Store Tank***

*L.o Store Tank* Adalah tanki penyimpanan minyak pelumas yang bersih, atau bisa disebut juga tanki utama minyak pelumas, karena saat pengisian ( bunker ) tempat penampungan utama adalah *lo store tank* ini. tanki minyak pelumas untuk main engine mencapai kapasitas 20.000 L, dimana untuk bunkernya dilakukan pada saat didermaga yang ditentukan, dengan menggunakan mobil khusus. kemudian pengisian dilakukan dengan menyambungkan selang bunker dari mobil ke pipa utama bunker *L.o* kapal yang terletak disamping kiri kapal. dengan kapasitas 20.000 L, untuk pengisiannya hanya 15.000 L, karena sisa volume dari tanki untuk udara ventilasi. Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum membersihkan tangki minyak lumas adalah:

- a. Mengosongkan tangki minyak lumas atau minyak lumas dapat dipindahkan ketangki lain
- b. Membuka lubang *main hole*.
- c. Memasukkan udara segar dari *blower* kedalam tangki agar bebas gas beracun yang diakibatkan oleh penguapan minyak tersebut ( *Free gas* )

**Perawatan ( *Strainer* ) Saringan Minyak Pelumas**

Minyak lumas yang keluar dari mesin dalam keadaan panas dan kemungkinan mengandung kotoran besi atau lainnya. oleh karena itu, untuk membersihkan minyak pelumas dari kotoran-kotoran padat tersebut digunakan sebuah saringan / filter. saringan ini hanya bisa memisahkan minyak lumas dari kotoran-kotoran padat saja, sedangkan air tidak bisa. dikarenakan purifier pemisah kotoran dari minyak pelumas di kapal KM. Mutiara Sentosa II tidak dipakai, maka sebagai penggantinya menggunakan *Lo Auto Filter*. Jenis saringan minyak pelumas mesin utama yang digunakan di KM. Mutiara Sentosa II, yaitu ada 2 jenis :

*LO Auto Filter*



Gambar 2. *LO Auto Filter* Kapal KM. Mutiara Sentosa II

*Auto Filter* adalah filter otomatis yang bekerja dengan sistem pneumatik, dimana jika tekanan didalam filter tersebut tinggi maka secara otomatis auto filter ini akan memompa sendiri sampai tekanan turun. jika tekanan itu tinggi artinya minyak lumas itu kotor. didalam filter ini terdapat 24 buah filter yang terpasang di masing-masing tempatnya.

Gambar berikut adalah contoh alarm dari *L.o Auto Filter* yang *abnormal*.

SUMMARY ALARM DISPLAY 18-08-16 05:31 PAGE 2/3  
 TOTAL ALARM 25

TIME	NO.	NAME	CONDITION
29 14:30	0910	BSB 24V INSULATION-----	LOW
02 14:37	0001	BOILER EMERGENCY TRIP-----	TRIP
24 06:24	0512	P-M/E LO 2ND STRNR DIFF P-----	H-PRESS
21 10:18	0911	ESB 100V INSULATION-----	LOW
21 07:31	1534	FO PURIF OPE W TK L-----	L-LEVEL
21 07:31	1503	C FO SETTLING TK L-----	L-LEVEL
21 07:31	1403	I-FO PURIFIER FO IN T-----	38 °C
21 07:31	1332	G/E FO IN T (LOW)-----	46 °C
21 07:31	1330	G/E FU COOL OIL IN T-----	34 °C
21 07:31	1501	C FO SERVICE TK L-----	L-LEVEL

Gambar 2 : *Alarm auto filter jika abnormal*

Sumber : kapal KM. Mutiara Sentosa II

*Port Main Engine L.o Strainer Different Pressure* jika terjadi alarm tersebut itu tandanya auto filter kotor, dan dikarenakan auto filter ini bekerja otomatis, maka secara otomatis akan mengocok filter yang ada didalamnya sampai alarm normal kembali. apabila alarm tersebut tetap saja tidak mau normal kembali , yang harus dilakukan adalah dengan mencuci filter agar bisa bekerja secara optimal. Perawatan *L.o Auto Filter*

- Memeriksa handle pemutar apakah dalam keadaan baik.
- Mencuci filter dengan menggunakan solar bersih, kemudian dicuci dengan menggunakan air tawar, terakhir di semprot menggunakan udara bertekanan
- Memeriksa AS/ poros yang terhubung ke *handle* pemutar apakah dalam keadaan baik atau tidak.

*L.o Main Filter*

*Main filter* ( filter utama ) filter ini bekerja menyaring minyak pelumas yang baru disedot oleh pompa dari tanki edar ( *sump tank* ) sebelum masuk ke *auto filter*. Jenis dari filter ini adalah jenis elemen, karena struktur dari badan filter berlubang –lubang banyak dan berukuran kecil. Konstruksi dari filter ini berada di bagian pipa – pipa minyak pelumas. Perawatan *L.o Main Filter* adalah dengan mencuci filter dengan menggunakan solar bersih, kemudian dibasuh dengan menggunakan air tawar, terakhir disemprot filter dengan udara bertekanan.

### KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan dapat diambil kesimpulan bahwa perawatan sistem pelumasan mesin utama pada kapal KM. Mutiara Sentosa II pada perusahaan PT. Atosim Lampung Pelayaran sudah berjalan dengan baik. Perawatan sistem pelumasan yang dilaksanakan di kapal KM. Mutiara Sentosa II terdiri dari perawatan berkala meliputi:

1. Memeriksa tangki harian minyak pelumas secara rutin.
2. Membersihkan saringan minyak pelumas secara rutin.
3. Membongkar dan membersihkan *auto filter* dan pendinginannya secara berkala.
4. Memeriksa kualitas minyak pelumas setiap 3 bulan sekali.
5. Memeriksa saluran pipa minyak pelumas
6. Memeriksa secara rutin terhadap *cooler* pendingin dari terjadinya kebocoran minyak pelumas.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto dan Koichi Tsuda. (2008). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Arikunto, Suharsimi. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan*. Praktek. Jakarta: Rineka Cipta
- Daryanto. (2008). *Teknik Merawat Automobil Lengkap*. Jakarta: PT Prestasi Pustakaraya.
- Herdiansyah, Haris. 2010. *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Salemba Humanika.
- Higgins, LR., PE. And LC. Morrow. (2002). *Maintenance Engineering Handbook*, 3<sup>rd</sup> edition. Mc. GrawHill Book Company
- Jonathan, Sarwono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta :Graha Ilmu
- Kristanto, Philip dan Rahardjo Tirtoatmodjo. (2000). “Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Masuk Terhadap Kinerja Motor Diesel Tipe 4 JA 1”. *Jurnal Teknik Mesin*. Volume 2, No.1. Hal 7-14
- Mardalis. (2003). *Metode Penelitian Suatu Pendekatan Proposal Cet.VI*. Jakarta: Bumi Aksara.
- P. Van Maanen. (2002). *Motor Diesel Kapal Jilid 1 Nautech*. Penerbit PT. Trisakti Mandiri, Bandung
- Selltiz, C. Wrightsman, L. S.; and Cook, S. W. 1976. *Research methods in social relations (3<sup>rd</sup> ed.)*. New York: Holt, Rinehart, & Winston
- Sukoco, Arifin, Z. (2008). *Teknologi Motor Diesel*. Bandung: Alfabeta
- Suprptono. (2004). *Bahan Bakar dan Pelumas*. Buku Ajar. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Unnes.