

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/339910603>

# Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan dan Pemilihan Metode Perawatan M/E di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia

Article · March 2015

DOI: 10.25104/transla.v17i1.1416

CITATIONS

0

READS

9

3 authors, including:



**Mohammad Danil Arifin**

Universitas Darma Persada

17 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

**Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan dan Pemilihan Metode Perawatan M/E di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia**  
*Failure Analysis of Lubricating System and Selection of Maintenance Methods for M/E using FMEA In Order to Support Marine Transportation Operation in Indonesia*

**Mohammad Danil Arifin , Fanny Octaviani, Theresiana. D. Novita**

Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada, Jakarta  
e-mail: danilarifin.mohammad@gmail.com

Naskah diterima 04 Februari 2015, diedit 16 Februari 2015, dan disetujui terbit 26 Maret 2015

**ABSTRAK**

Mesin diesel sebagai mesin utama di kapal dapat berfungsi dengan baik apabila ditunjang oleh sistem-sistem pendukung yang baik pula. Sistem penunjang diatas kapal meliputi sistem bahan bakar (*fuel oil system*), sistem pelumasan minyak (*lubricating oil system*), sistem pendingin (*cooling system*) dan sistem udara start (*starting air system*). Semua sistem tersebut memiliki fungsi serta peran yang sangat penting bagi operasional motor induk, hal ini dikarenakan apabila terjadi kerusakan pada salah satu sistem penunjangnya, motor induk pasti akan mengalami masalah dan mungkin motor induk tidak dapat beroperasi dengan baik. Oleh karena itu dirasa perlu untuk melakukan suatu analisa terhadap kerusakan suatu komponen dari sistem dikapal. Penelitian kali ini bertujuan untuk menganalisa kegagalan sistem pelumasan di kapal dan pemilihan metode perawatan motor induk di kapal menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam rangka menunjang kelancaran transportasi laut. Dengan menggunakan FMEA Worksheet metode kegagalan serta effect yang ditimbulkan oleh tiap-tiap komponen dapat diketahui. Selanjutnya dengan melakukan analisa menggunakan risk matrik dapat diketahui tingkat kekritisan dari masing-masing komponen tersebut. Dari analisa yang telah dilakukan diketahui bahwa lubricating oil tank dan sump tank memiliki rating risk yang rendah, kemudian lubricating oil cooler memiliki nilai rating mayor dan lubricating oil pump, lubricating oil filter, purifier, transfer pump serta *lubricating purifier heater* memiliki nilai rating risk yang sama yakni high risk. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, metode perawatan yang sesuai adalah *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Diharapkan dengan adanya pemilihan metode perawatan yang tepat dapat mendukung kelancaran dari operasi transportasi laut di Indonesia.

Kata kunci: Kegagalan, Sistem Pelumasan, Pemilihan Metode, Perawatan M/E kapal, Metode FMEA.

**ABSTRACT**

*The performance of diesel engine as a main engine on board have a correlation with the condition of supporting system. All of supporting system such as fuel oil system, lubricating oil system, cooling system and starting air system are have a major function to support the operation of main engine on board, because if the support system can not be operate properly it will give an impact to the performance of main engine. It is also possible to make main engine as a prime mover on board can not be operated because of the failure in component of supporting system. Therefore, it is necessary to make an analysis about the failure mode from each component and make a decision about the maintenance methods to make sure about the condition of each component still in a good state. The aims of this research is to analyze the failure of component system on board using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methods in order to support marine transportation in Indonesia. By using FMEA Worksheet, failure mode and effect from each component of lubricating system to main engine was detected. Result from this research shown that rating risk for lubricating oil tank and sump tank is LOW, rating risk for lubricating oil cooler is MAJOR, and then rating risk for lubricating oil pump, lubricating oil filter, purifier, transfer pump and lubricating purifier heater is HIGH. Based on the result of the analysis the appropriate maintenance methods for this system are preventive maintenance and corrective maintenance. Hopefully the result of this research could give the information of failure mode, and selection of maintenance methods to support the marine transportation operation in Indonesia.*

*Keywords: Failure , Sistem lubrication , Method Selection , Care M / E Ship , FMEA Method*

## PENDAHULUAN

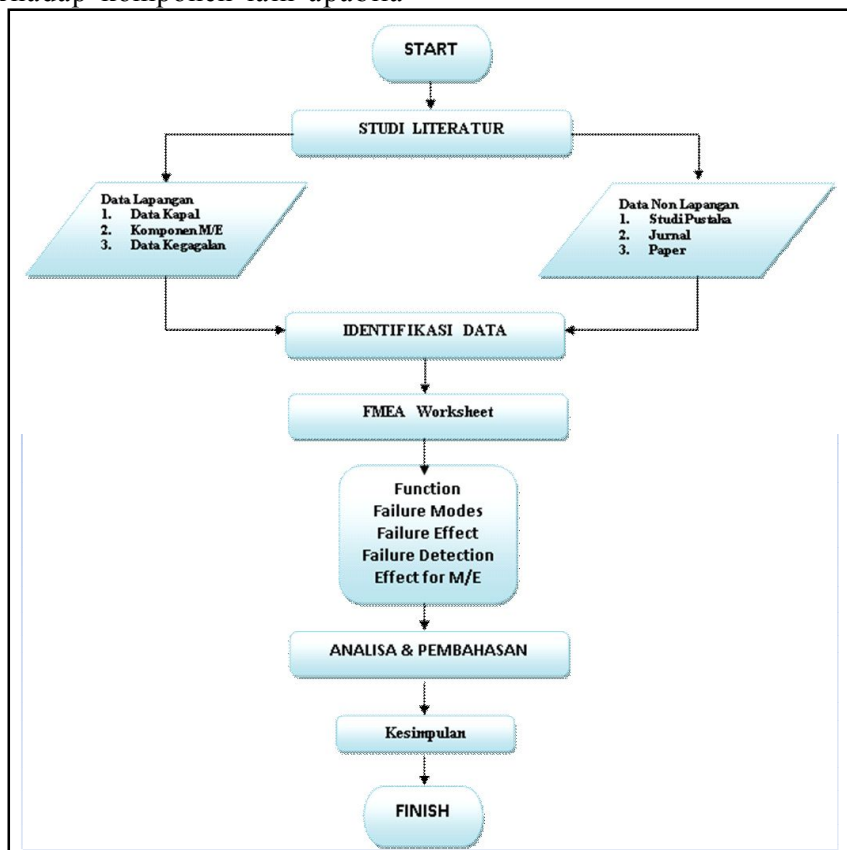
Mesin diesel sebagai motor induk (*Main Engine*) di kapal dapat berfungsi dengan baik apabila ditunjang oleh sistem-sistem pendukung yang baik pula. Sistem penunjang diatas kapal meliputi sistem bahan bakar (*fuel oil system*), sistem pelumasan minyak (*lubricating oil system*), sistem pendingin (*cooling system*) dan sistem udara start (*starting air system*) [1]. Semua sistem tersebut memiliki fungsi serta peran yang sangat penting bagi operasional motor induk, hal ini dikarenakan apabila terjadi kerusakan pada salah satu sistem penunjangnya, maka dapat mempengaruhi kinerja motor induk secara keseluruhan. Kegagalan (*failure*) yang terjadi pada salah satu komponen dapat menimbulkan suatu kegagalan yang sifatnya merusak keseluruhan fungsi kapal dan pada akhirnya akan mengakibatkan kerugian besar dan ini menjadi resiko yang pasti dialami oleh suatu sistem. Oleh karena itu, kita perlu menganalisa resiko kegagalan yang biasa dialami oleh suatu sistem atau komponen dalam hal ini adalah komponen sistem pelumasan motor induk di kapal.

Kegagalan dan perbaikan merupakan hal yang terpenting dalam memprediksi perilaku dari suatu sistem pada masa yang akan datang serta efek yang akan ditimbulkan terhadap komponen lain apabila komponen tersebut perilaku dari suatu sistem pada masa yang akan datang serta efek yang akan ditimbulkan terhadap komponen lain apabila

komponen tersebut gagal beroperasi. Berdasarkan pada pertimbangan diatas, penulis memandang perlu dilakukan sebuah analisa kegagalan sistem pelumas dan pemilihan metode perawatan motor induk di kapal dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yakni analisa yang cenderung mengacu kepada efek yang akan ditimbulkan oleh suatu komponen terhadap komponen lain apabila komponen tersebut gagal beroperasi. Maksud dan tujuan penulisan penelitian ini adalah : Mengetahui kegagalan-kegagalan komponen sistem pelumasan motor induk di kapal menggunakan FMEA; Mengetahui pengaruh-pengaruh kegagalan pada setiap komponen sistem pelumasan pada motor induk di kapal; Mengetahui metode perawatan yang sesuai untuk sistem pelumasan di kapal. Permasalahan utama yang akan dibahas adalah sebagai berikut: Bagaimana karakteristik kegagalan sistem pelumasan di kapal menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA); Bagaimana pengaruh kegagalan pada setiap komponen sistem pelumasan pada motor induk di kapal; Bagaimana metode perawatan yang digunakan untuk menjaga komponen pada motor induk di kapal.

## METODE

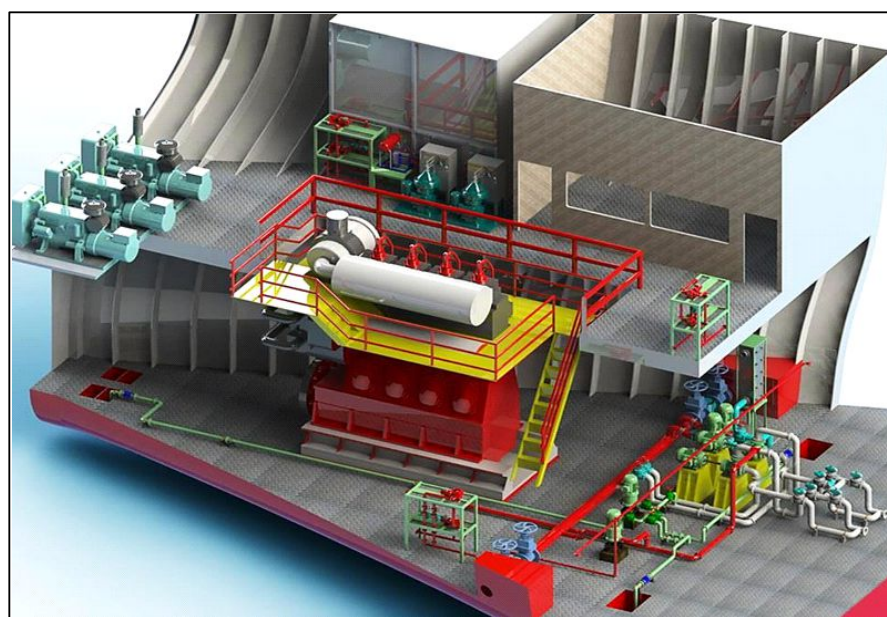
Untuk penyelesaian penelitian terkait dengan data dan pentahapan pekerjaan dapat dilihat lebih rinci pada diagram alur pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Metodologi atau Diagram Alur Penelitian

Sistem Pelumasan Kapal, dalam pelaksanaannya mesin diesel sebagai motor induk (*main engine*) di kapal akan dapat berfungsi dengan baik apabila ditunjang oleh sistem-sistem pendukung yang baik pula. Sistem penunjang diatas kapal meliputi sistem bahan bakar (*fuel oil system*), sistem pelumasan minyak (*lubricating oil system*), sistem pendingin (*cooling system*) dan sistem udara start (*starting air system*). Semua sistem tersebut memiliki fungsi serta peran yang sangat penting bagi operasional motor induk, hal ini dikarenakan apabila terjadi kerusakan pada salah satu sistem penunjangnya, motor induk pasti akan mengalami masalah dan mungkin motor induk tidak dapat beroperasi dengan baik. Sebagai contoh. sistem pelumasan mesin yang berfungsi sebagai penyuplai minyak pelumas kebagian mesin yang perlu dilumasi mengalami masalah maka bagian engine yang kurang pelumas akan cepat aus serta dikhawatirkan motor induk tidak mampu menahan panas yang ditimbulkan oleh kerja motor induk tersebut sehingga hal ini dapat mengganggu kinerja dari motor induk dikapal [2].

Prinsip Kerja, Minyak pelumas dihisap dari *lubricating oil sump tank* oleh pompa bertipe screw atau sentrifugal melalui *suction filter* dan dialirkan menuju main diesel engine melalui *second filter* dan *lubricating oil cooler*. Temperature oil keluar dari cooler secara otomatis dikontrol pada level konstan yang ditentukan untuk memperoleh viskositas yang sesuai dengan yang diinginkan pada inlet main diesel engine. Kemudian *lubricating oil* dialirkan ke *main engine bearing* dan juga dialirkan kembali ke *lubricating oil sump tank* [4]. Pendekatan yang tepat sebagai solusi bagaimana bila terjadi kegagalan pelaksanaannya, yaitu menggunakan metode, FMEA merupakan suatu analisa yang dilakukan dengan memeriksa komponen komponen dari tingkat rendah dan meneruskannya ke sistem yang merupakan tingkatan yang lebih tinggi serta mempertimbangkan kegagalan sistem sebagai hasil dari semua bentuk kegagalan. Disamping itu FMEA merupakan salah satu bentuk analisa kegagalan serta dampak kegagalan yang ditimbulkan oleh tiap-tiap komponen



Gambar 2. Instalasi sistem penunjang motor induk di kapal

Minyak pelumas pada suatu sistem permesinan berfungsi untuk memperkecil gesekan-gesekan pada permukaan komponen-komponen yang bergerak dan bersinggungan. Selain itu minyak pelumas juga berfungsi sebagai fluida pendinginan pada beberapa motor. Karena dalam hal ini motor diesel yang digunakan termasuk dalam jenis motor dengan kapasitas pelumasan yang besar, maka sistem pelumasan untuk bagian-bagian atau mekanis motor dibantu dengan pompa pelumas. Sistem ini digunakan untuk mendinginkan dan melumasi engine bearing dan mendinginkan piston [3].

pada sistem. Hasil dari analisa FMEA dapat dibuat sedetail mungkin, hal ini bergantung dari informasi yang akan dibutuhkan serta informasi yang diperoleh untuk menganalisa.

## HASIL DAN ANALISIS

Dari data kapal berikut dapat diperoleh spesifikasi identitas kapal, sehingga dalam pemeriksaan komponen lebih mudah guna mengetahui jenis motor dan kapasitas pelumasnya. Apabila terjadi kegagalan dalam pelaksanaannya peranan FMEA dalam menganalisa.

Tabel 1. Data Spesifikasi Tug Boat TITAN 03

N0	Identifikasi	Keterangan
1	LOA	28,05 Meter
2	LPP	25,13 Meter
3	LWL	27,15 Meter
4	Lebar Kapal	8,69 Meter
5	Sarat Air	3,35 Meter
6	Kecepatan	10 Knot
7	Motor Induk	MITSUBISHI S6R2-MTK3L
8	kW / R.P.M	759 / 1406
	Buatan Tahun	2010 - Indonesia

Sumber: Tug Boat TITAN 03

Sistem pelumasan (*Lubricating Oil System*) di kapal terdiri dari beberapa komponen berikut ini antara lain:

Tabel 2. Fungsi Komponen Sistem Pelumas

N0	Nama Komponen	Fungsi
1	<i>Lubricating oil tank</i>	Berfungsi sebagai tempat penyimpanan <i>Lubricating Oil</i>
	<i>Lubricating oil pump</i>	Berfungsi untuk mengalirkan minyak pelumas dari <i>Lubricating Oil tank</i> ke komponen-komponen motor induk.
2		
3	<i>Lubricating oil cooler</i>	Berfungsi untuk menurunkan temperature minyak pelumas.
4	<i>Lubricating oil filter</i>	Berfungsi untuk menyaring partikel kasar yang ada pada <i>lubricating oil</i>
	<i>Sump tank</i>	Berfungsi sebagai tempat penampung <i>Lubricating Oil</i> yang telah dipakai oleh motor induk
5		
6	<i>Purifier</i>	Berfungsi untuk memisahkan minyak pelumas dari air dan kotoran.
7	<i>Transfer Pump</i>	Berfungsi untuk mengalirkan minyak pelumas dari <i>sump tank</i> ke <i>service tank</i>
	<i>Lubricating Purifier Heater</i>	Berfungsi untuk meningkatkan temperature serta viskositas minyak pelumas.
8		

Sumber: Data diolah

Tabel 3. Tabel Konsekwensi Berdasarkan FMEA Worksheet

No	Nama Komponen	Consequence	
1	Lub Oil Tank	Negligible	o Major, would threaten functional goals/objectives
2	LO. Pump	Major	o Moderate, necessitating significant adjustment to overall function
3	LO. Cooler	Moderate	o Negligible, lower consequence
4	LO. Filter	Major	
5	Sump Tank	Negligibel	
6	Purifier	Major	
7	Transfer. Pump	Major	
8	Lubricating Purifier Heater	Major	

Sumber: Data diolah

Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi terhadap masing-masing komponen dari sistem pelumasan. Dimana identifikasi tersebut meliputi fungsi, mode kegagalan yang terjadi. Kemudian melakukan analisa terhadap dampak yang dapat ditimbulkan karena adanya kegagalan sistem dimana dibagi menjadi 3 bagian yaitu *local effect*, *next higher effect* dan *end effect*. Berdasarkan atas kegagalan yang terjadi dan dampak yang akan diberikan kemudian terdapat penjelasan mengenai solusi atau cara yang digunakan untuk mengatasi

kegagalan dari masing-masing komponen tersebut. Identifikasi tersebut dilakukan dengan menggunakan tabel *Failure Mode And Effects Analysis* (MIL-STD 1629A), berdasarkan FMEA worksheet analysis didapatkan nilai konsekwensi atau dampak yang ditimbulkan oleh masing-masing komponen pada tabel 3

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa terdapat 5 komponen yang memiliki konsekwensi yang tinggi, 1 komponen dengan konsekwensi sedang dan 2 komponen memiliki konsekwensi yang rendah. Selanjutnya untuk mengetahui resiko dari setiap komponen maka diperlukan adanya penentuan resiko menggunakan risk matrik [7]. Risk matrik untuk

analisa ini merupakan matrik 5x5 yang terdiri dari beberapa komponen yaitu kemungkinan terjadinya kecelakaan atau frekuensi, dampak yang ditimbulkan atau *severity* atau *consequence* serta dibagian tengah yang merupakan perpotongan keduanya yang merupakan level dari resiko, ditandai dengan warna yang berbeda dimana L= *Low risk*, M= *Medium risk*, H= *High risk* dan E= *Extreme Risk*. Untuk mengetahui level suatu resiko dari matrik diatas adalah dengan mengetahui frekuensi dan konsekwensinya terlebih dahulu. Kemudian dua komponen ini ditarik secara mendatar dan vertical,

perpotongan antara keduanya merupakan level dari resiko. Perhitungan dari nilai resiko adalah sebagai berikut :

$$\text{Resiko} = \text{Likelihood} \times \text{Consequence}$$

Berdasarkan data yang telah didapatkan di lapangan diketahui frekuensi kegagalan sistem pelumasan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Tabel Frekuensi Kegagalan Komponen

NO	Nama Komponen	Likelihood
1.	Lub Oil Tank	Unlikely
2.	LO. Pump	Possible
3.	LO. Cooler	Possible
4.	LO. Filter	Possible
5.	Sump Tank	Unlikely
6.	Purifier	Possible
7.	Transfer. Pump	Possible
8.	Lubricating Purifier Heater	Possible

Sumber : data diolah

pelumasan di kapal [5].

Identifikasi yang telah dilakukan baik (menggunakan worksheet FMEA dan risk matrik) maka diketahui tingkat kekritisan dari masing-masing komponen dimana: (1) untuk komponen *lubricating oil tank* dan *sump tank* memiliki rating risk yang rendah; (2) kemudian untuk komponen *lubricating oil cooler* memiliki nilai rating mayor; (3) untuk

Tabel 5. Level Risk Komponen *Lubricating Oil System*

NO	Nama Komponen	Likelihood	Consequence	Level
1.	Lub Oil Tank	Unlikely	Negligible	L
2.	LO. Pump	Possible	Major	H
3.	LO. Cooler	Possible	Moderate	M
4.	LO. Filter	Possible	Major	H
5.	Sump Tank	Unlikely	Negligible	L
6.	Purifier	Possible	Major	H
7.	Transfer. Pump	Possible	Major	H
8.	Lubricating Purifier Heater	Possible	Major	H

Sumber: Data diolah

Tabel 6. Risk Matrik *Lubricating Oil System*

Likelihood	Consequences				
	Negligible	Minor	Moderate	Major	Severe
Almost certain	M	H	H	E	E
Likely	M	M	H	H	E
Possible	L	M	3	2, 4, 6, 7, 8	E
Unlikely	1, 5	M	M	M	H
Rare	L	L	M	M	H

Sumber: Data diolah

Dengan mengetahui masing-masing konsekuensi dan frekuensi kegagalan yang terjadi dari tiap-tiap komponen sistem pelumasan maka dapat dengan mudah melakukan penilaian resiko yang nantinya dapat dijadikan sebagai acuan didalam pemilihan metode perawatan yang sesuai dengan mode kegagalan dari komponen sistem pelumasan di kapal. Berikut hasil penilaian risk matrik dari sistem

komponen *lubricating oil pump, lubricating oil filter, purifier, transfer pump dan lubricating purifier heater* memiliki nilai rating risk yang sama yakni high risk. Analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) maka dapat dilihat komponen mana saja yang membutuhkan prioritas yang tinggi untuk kegiatan perawatan pada sistem pelumasan di kapal. Dari data tersebut dapat digunakan sebagai

dasar untuk menyusun prioritas kegiatan perawatan yang lebih efektif dan efisien berdasarkan tingkat kekritisan dari komponen tersebut. Terdapat beberapa strategi perawatan yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi perawatan, yaitu :

- a. Sebaiknya dibuat dan disusun suatu *maintenance scheduling* secara tepat dan terencana terutama untuk komponen-komponen dengan *critical value* yang tinggi yang dapat mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.
- b. Mengalokasikan tenaga maintenance untuk melakukan kegiatan perawatan secara tepat untuk komponen dengan tingkat kekritisan yang tinggi, sehingga tenaga maintenance dapat secara effective digunakan untuk melakukan kegiatan perawatan (*maintenance*)
- c. Menentukan prioritas pekerjaan perawatan berdasarkan tingkat kekritisan komponen. Dalam hal ini yang menjadi prioritas utama adalah komponen dengan level resiko tinggi yaitu diantaranya adalah *LO. Pump, LO. Filter, Purifier, Transfer Pump, Lubricating Purifier Heater*.
- d. Mengidentifikasi kebutuhan suku cadang terutama untuk komponen yang memiliki tingkat kekritisan yang tinggi agar apabila terjadi kegagalan maka tidak sampai mengganggu proses produksi

Berdasarkan strategi perawatan tersebut diatas metode perawatan yang sesuai adalah dengan melakukan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) dan perawatan korektif (*corrective maintenance*).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut : Kegagalan (*failure*) yang terjadi pada komponen dapat menimbulkan suatu kegagalan yang sifatnya merusak keseluruhan fungsi utama M/E; Komponen *lubricating oil tank* dan sump tank memiliki rating risk yang rendah, kemudian untuk komponen *lubricating oil cooler* memiliki nilai rating mayor dan untuk komponen *lubricating oil pump, lubricating oil filter, purifier, transfer pump* dan *lubricating purifier heater* memiliki nilai rating risk yang sama yakni high risk. Artinya bahwa peralatan dengan nilai high risk dapat memberi effect yang besar terhadap kerja sistem secara keseluruhan; Hasil dari analisa kegagalan dan dampak kegagalan komponen terhadap sistem sangat berguna untuk mengidentifikasi strategi perawatan, kriteria urutan

prioritas untuk melakukan perawatan; Berdasarkan strategi perawatan berdasarkan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) maka metode perawatan yang sesuai adalah *preventive maintenance dan corrective maintenance*; Dengan mengetahui karakteristik kegagalan dari masing-masing komponen dari tiap-tiap sistem yang ada maka akan diharapkan pemilihan dari jenis perawatan yang diterapkan memberikan benefit terhadap perusahaan serta mampu mendukung kelancaran operasional transportasi laut di Indonesia.

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dan perbandingan dari penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut: Didalam penentuan pemilihan metode perawatan terhadap suatu sistem harus berdasarkan atas penilaian yang telah dilakukan terhadap performa komponen-komponen suatu sistem; Data kegagalan dari tiap-tiap komponen dari setiap sistem di kapal harus selalu didokumentasikan dan disimpan sebagai acuan didalam melakukan suatu pemilihan metode perawatan yang sesuai.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas pendanaan yang telah diberikan untuk melakukan penelitian mengenai “Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan Dan Pemilihan Metode Perawatan M/E Di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia”.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Artana, K. (2006). Modul Kuliah Keandalan-Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS. Surabaya;
- [2] I Putu Andhi Indira Kusuma (2010), Penjadwalan Perawatan Sistem Penunjang Motor Induk Dengan Pemodelan Dinamika Sistem, Tugas Akhir, Teknik Sistem Perkapalan ITS, Surabaya;
- [3] M. Agus Pangestu HW (2007), Optimalisasi metode perawatan pada sistem produksi gas di join operating body Pertamina Petrochina East Java dengan Criticality Analysis, Tugas Akhir, Teknik Sistem Perkapalan ITS, Surabaya;
- [4] Mitsubishi Heavy Industries, LTD. Mitsubishi Marine Diesel Engine;
- [5] M. Agus Pangestu HW (2007), Optimalisasi metode perawatan pada sistem produksi gas di join operating body Pertamina Petrochina East Java dengan Criticality Analysis, Tugas Akhir, Teknik Sistem Perkapalan ITS, Surabaya;
- [6] OREDA-2002. (2002). Offshore Reliability Data. Hovik: Det Norske Veritas (DNV);
- [7] Anda Iviana Juniani, ST, Risk Identification & Implementation of Risk Management Method at Fuel Oil System;
- [8] \_\_\_\_2009, Designing an Effective Risk , Matrix An ioMosaic Corporation Whitepape, <http://www.iomosaic.com/docs/whitepapers/risk-ranking.pdf> diakses pada tanggal 21 Juni 2014.

