



## ANALISA SISTEM PELUMAS MENGGUNAKAN METODE FMEA GUNA MENGETAHUI KEGAGALAN SISTEM

\*Sabilil Huda Al Hakiki dan Dwisetiono  
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Universitas Hang Tuah  
\*hudaalhakiki@gmail.com

### Abstrak

Kegagalan dalam suatu komponen pada sistem pelumas akan berdampak pada pengoperasian maka diperlukan kajian untuk mengatasi kegagalan dari setiap komponennya dan perawatan komponen berdasarkan tingkat resiko. Pembuatan analisis perawatan berbasis risiko dengan metode FMEA memiliki beberapa langkah yang menggambarkan identifikasi dan evaluasi dari sistem, proses serta perawatan untuk menentukan strategi perawatan hasil dari metode tersebut. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan salah satu metode mengevaluasi risiko pada sistem. FMEA dapat mengevaluasi dan menganalisis komponen pada sistem sehingga dapat meminimalkan risiko atau efek dari suatu tingkat kegagalan sebagai metode pendukung penilaian performansi pada suatu sistem. Penggunaan metode FMEA selain di mesin industri banyak digunakan juga untuk menganalisis perencanaan perawatan preventif pada mesin dikapal. Hasilnya metode FMEA dapat mengidentifikasi prioritas dari komponen stainer menjadi paling tinggi nilai RPN (Risk Priority Number) dibandingkan komponen lainnya. Kajian ini untuk mengetahui kegagalan setiap komponen sistem pelumas di mesin diesel dan memilih jenis perawatan yang tepat untuk komponen. Manfaat mengetahui kegagalan dan perawatan komponen sistem pelumas akan memberikan keuntungan kepada pihak kapal dalam hal maintenance.

**Kata Kunci:** Metode FMEA, Sistem Pelumas, Perawatan.

### Abstract

*Failure in a component in the lubricant system will have an impact on the operation so a review is needed to overcome the failure of each component and the maintenance of components based on the level of risk. The creation of a risk-based treatment analysis with the FMEA method has several steps that describe the identification and evaluation of the system, process and treatment to determine the treatment strategy resulting from the method. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is a method of evaluating risks in the system. FMEA can evaluate and analyze components in a system so as to minimize the risk or effect of a failure rate as a method of supporting performance assessment on a system. The use of FMEA methods other than in industrial machinery is widely used also to analyze preventive maintenance planning on ship machines. As a result, the FMEA method can identify the priority of the highest ration stainer component rpn value (Risk Priority Number) compared to other components. This study to determine the failure of each component of the lubricant system in the diesel engine and choose the right type of maintenance for the components. The benefits of knowing the failure and kponent maintenance of the lubricant system will provide benefits to the ship in terms of maintenance.*

**Keyword:** FMEA Method, Lubricating System, Maintenance

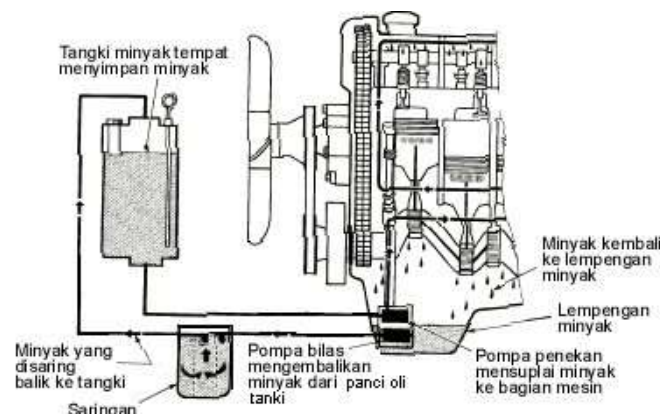


## 1. PENDAHULUAN

Mesin diesel atau motor diesel merupakan salah satu mesin yang digunakan sebagai mesin induk. Penggunaan mesin diesel pada mesin induk dikarenakan mesin diesel memiliki ketahanan dan efektivitas yang baik saat dioperasikan dengan rentang waktu yang lama [1]. Mesin diesel di kapal dapat berfungsi dengan baik apabila ditunjang oleh sistem-sistem pendukung yang baik pula. Salah satu faktor pendukung untuk kelancaran jalannya mesin diesel yaitu sistem pelumas, kurangnya pelumasan pada mesin diesel ini akan berdampak gesekan antar bagian-bagian apabila hal ini terjadi maka akan menyebabkan gangguan pengoperasian kapal. 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 [2].

Kinerja mesin diesel sebagai mesin induk kapal dapat berfungsi dengan baik jika didukung dengan sistem penunjang [3]. Sistem penunjang mesin induk yaitu sistem bahan bakar (fuel oil system) [4], sistem pelumasan (lubricating system) [5], sistem pendinginan (cooling system) dan sistem start (starting system). Pengoperasian mesin induk pada kapal dioperasikan selama 24 jam sehari selama 1 minggu hingga satu bulan [6], perhatian khusus pada mesin induk saat beroperasi merupakan langkah awal untuk mencegah kegagalan terjadi. Perawatan merupakan kegiatan yang penting dilakukan untuk mencegah kerusakan suatu mesin [7].

*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* merupakan salah satu metode mengevaluasi risiko pada sistem. FMEA dapat mengevaluasi dan menganalisis komponen pada sistem sehingga dapat meminimalkan risiko atau efek dari suatu tingkat kegagalan sebagai metode pendukung penilaian performansi pada suatu sistem [8]. Penggunaan metode FMEA selain di mesin industri banyak digunakan juga untuk menganalisis perencanaan perawatan preventif pada mesin dikapal. Hasilnya metode FMEA dapat mengidentifikasi prioritas dari komponen stainer menjadi paling tinggi nilai RPN (Risk Priority Number) dibandingkan komponen lainnya [9]. Kajian ini untuk mengetahui kegagalan setiap komponen sistem pelumas di mesin diesel dan memilih jenis perawatan yang tepat untuk komponen. Manfaat mengetahui kegagalan dan perawatan komponen sistem pelumas akan memberikan keuntungan kepada pihak kapal dalam hal maintenance [10].



Gambar 1. Instalasi Sistem Pelumas [6]

## 2. METODE

Kegagalan dalam suatu komponen pada sistem pelumas akan berdampak pada pengoperasian maka diperlukan kajian untuk mengatasi kegagalan dari setiap komponennya dan perawatan komponen berdasarkan tingkat resiko. Pembuatan analisis perawatan berbasis risiko dengan metode FMEA memiliki beberapa langkah yang menggambarkan identifikasi dan evaluasi dari sistem, proses serta perawatan untuk menentukan strategi perawatan hasil dari metode tersebut. Penilaian risiko dengan metode FMEA dapat menggunakan skala nilai kualitatif dengan mengidentifikasi beberapa kriteria yang sudah ditentukan, penilaian tersebut dapat mengoptimalkan rencana perawatan pada mesin induk kapal [11]. Sistem pelumas merupakan suatu sistem yang sangat berpengaruh besar pada main engine, untuk melakukan pemeriksaan dan perawatan maka diperlukan pengamatan, studi lapangan, wawancara dan studi kepustakaan, apabila



sistem ini diabaikan dapat merusak main engine itu sendiri, selain itu sistem pelumas perlu dilakukan perawatan/*maintenance*. 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 [12]. 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 [13]. Setelah mengetahui fungsi dari sistem pelumasan maka bisa melakukan kajian untuk mengatasi kegagalan dari setiap komponen menggunakan metode FMEA dengan cara sebagai berikut: 1. Menentukan proses yang memiliki resiko tinggi, 2. Menyusun diagram proses, 3. *Brainstorming potential failure mode* dan akibat yang ditimbulkan, 4. Menentukan prioritas *failure modes*, 5. Identifikasi akar penyebab masalah, 6. Membuat rancangan ulang proses. Tujuan dari kajian ini untuk mengetahui komponen yang mengalami kegagalan pada sistem pelumas di mesin diesel dan pemilihan perawatan berdasarkan tingkat resiko kegagalannya.

## 2.1 Analisa Kualitatif

Dalam melakukan analisa keandalan suatu sistem tidak terlepas akan tersedianya data yang akan diolah. Nilai keandalan suatu komponen akan bergantung terhadap waktu. Untuk itu analisa keandalan akan berhubungan dengan distribusi probabilitas dengan waktu sebagai *variable random*. *Variable random* adalah suatu nilai atau parameter yang akan diukur di dalam pengolahan data. Analisa kualitatif adalah suatu analisa yang digunakan untuk mengevaluasi keandalan suatu sistem berdasarkan analisa kegagalan, sehingga kita dapat melakukan penilaian keandalan berdasarkan data kualitatif serta pengalaman yang sudah ada. Dalam analisa kualitatif untuk mengevaluasi keandalan suatu sistem sering digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). *Failure Modes and Effect Analysis* adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai yang besar dalam membantu proses pembuatan keputusan dari engineer selamaperancangandan pengembangan. Analisa tersebut biasa disebut analisa “bottom up”, seperti dilakukan pemeriksaan pada proses produksi tingkat awal dan mempertimbangkan kegagalan sistem yang merupakan hasil dari keseluruhan bentuk kegagalan yang berbeda.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisa maka perlu adanya metode untuk menentukan pilihan atau prioritas pada perawatan komponen sistem pelumas. Dalam keandalan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analisis* (FTA) menjadi langkah awal untuk menganalisa keandalan suatu system atau mengidentifikasi kegagalan, penyebab kegagalannya serta dampak kegagalan yang ditimbulkan. Berikut komponen sistem pelumasan (*Lubricating Oil System*) dan fungsinya di kapal antara lain:

Tabel. 1 Fungsi dari komponen sistem pelumas

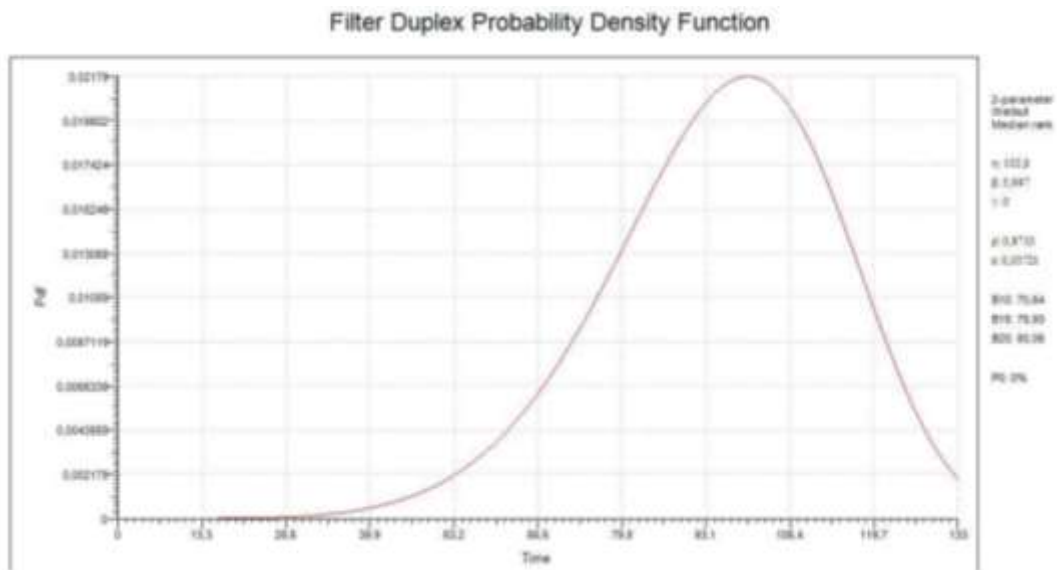
No	Nama Komponen	Fungsi
1.	Tangki Harian	Tempat Penampungan fluida minyak yang akan diteruskan ke <i>calter</i> memindahkan fluida minyak.
2.	Pompa Transfer	Menindahkan fluida minyak.
3.	<i>Filter Duplex</i>	Sebagai alat menyaring pertikel-partikel asing atau kotoran dari <i>calter</i> atau tangki.
4.	<i>Strainer</i>	Sebagai alat menyaring pertikel-partikel asing atau kotoran daric alter atau tangka.
5.	<i>Cooler</i>	Sebagai .alat penukar kalor

Komponen fungsional yang memiliki level lebih rendah dan memikirkan kegagalan sebagai hasil dari modus kegagalan (*Failure Modes*) yang berbeda-beda, mengevaluasi sistem dengan mempertimbangkan macam

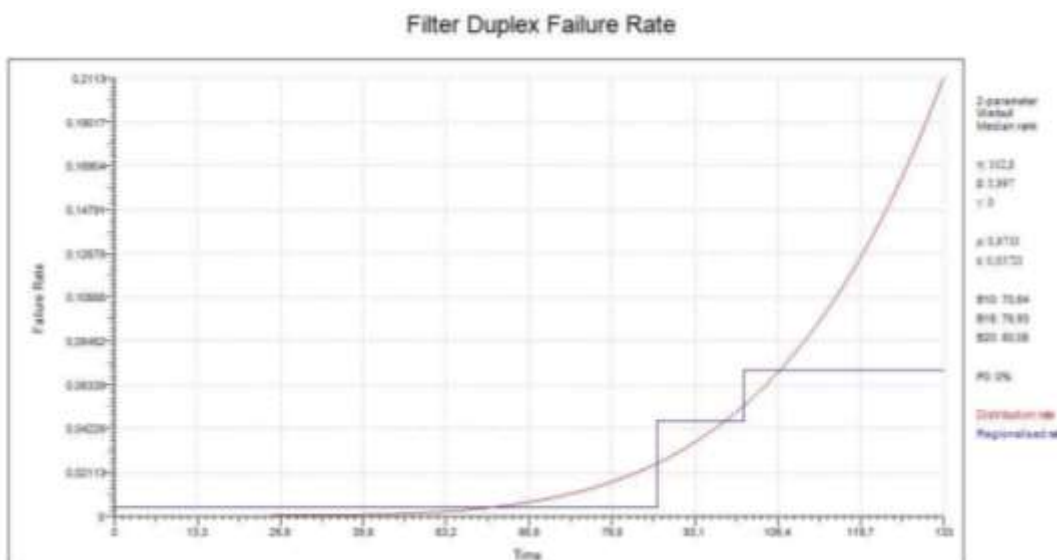


copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

mode kegagalan komponen sistem serta menganalisa dampak atau pengaruh pengaruhnya terhadap keandalan sistem. Analisa kualitatif dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dapat dilakukan dengan pembuatan lembar kerja FMEA (*FMEA Worksheet*). Didalam metode FMEA ini hal-hal yang harus dilakukan adalah mereview berbagai komponen, subsistem dan juga mengidentifikasi mode-mode kegagalan, penyebab kegagalan serta efek dan dampak dari kegagalan yang ditimbulkan. Berbagai mode kegagalan beserta dampaknya dapat dituliskan dalam sebuah *worksheet FMEA* untuk masing masing komponen. Dalam penelitian ini digunakan *software isograph availability workbench 2.1* dengan menginput data jam operasi komponen berdasarkan log book. Akan diperoleh secara otomatis adalah distribusi Weibull menghasilkan kurva *probability density function* dan *failure rate* dan Parameter bentuk ( $\beta$ ), Parameter skala ( $\eta$ ), Parameter lokasi ( $\gamma$ ). Ketiga nilai parameter tersebut digunakan untuk memperoleh nilai indeks *probability density function* (pdf), *failure rate* ( $\lambda$ ), dan *mean time to failure* (MTTF) untuk setiap komponen. Berikut hasil salah satu running software untuk komponen *Filter duplex*.



Gambar 3. Hasil *isograph probability density function filter duplex*.



Gambar 4. Hasil *isograph failure rate filter duplex*.

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. 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.

Sedang	Tinggi	Tinggi	Ekstrim	Ekstrim
Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	Ekstrim
Rendah	Sedang	Sedang	Tinggi	Ekstrim
Rendah	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi
Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Tinggi

Gambar 5. Matriks Resiko

Matriks Resiko menjelaskan hubungan antara konsekuensi dari kegagalan dan probabilitas kegagalan dalam menentukan tingkat resiko. Tingkatan resiko dibuat penandaan dalam warna yaitu: merah untuk resiko tinggi, kuning untuk resiko sedang, dan hijau untuk resiko rendah. Matriks berbasis resiko yang menggunakan tingkat resiko sebagai dasar dalam memprioritaskan suatu aktivitas inspeksi. Untuk mengetahui resiko dari setiap komponen maka diperlukan adanya penentuan resiko menggunakan matrik risk ditandai dengan warna yang berbeda dimana L= *Low risk*, M= *Medium risk*, dan H= *High risk* [14].

Tabel 2. Frekuensi kegagalann komponen

No	Komponen	Deskripsi <i>Probability of Failure (PuF)</i>	<i>Consequence of Failure (CuF) Personal Safety</i>	<i>Consuquence of Failure (CuF) Environment</i>	Tingkat Resiko
1.	Tangki Harian	Beberapa kegagalan terjadi pada komponen itu sendiri.	Major Injury	Local Effect	Menengah (kuning)
2.	Pompa Transfer	Kebanyakan kegagalan satu/lebih dapat diperkirakan secara bertahap dan mempengaruhi sistem instalasi.	Major Injury	Local Effect	Tinggi (merah)
3.	<i>Filter Duplex</i>	Kegagalan terjadi selama komponen beroperasi dan melewati jam operasi/perawatan.	Major Injury	Local Effect	Menengah (Kuning)
4.	<i>Strainer</i>	Kegagalan terjadi selama komponen beroperasi dan melewati jam operasi/perawatan.	Major Injury	Local Effect	Menengah (Kuning)
5.	<i>Cooler</i>	Kegagalan terjadi selama komponen dan melewati jam operasi/perawatan.	Major Injury	Local Effect	Menengah (Kuning)

Pada Tabel 2 komponen yang memiliki tingkat resiko paling tinggi yang dilihat dari hubungan nilai Pof dan Cof matriks resiko yaitu komponen Pompa Transfer sedangkan tangki harian, filter duplex, strainer, dan cooler berada pada tingkat menengah.





Tabel 3. Tabel Jadwal dan Metode Inspeksi

No	Nama Komponen	Tingkat Resiko	Motode Inspeksi	Jadwal Inspeksi
1.	Tangki Harian	Menengah (kuning)	Visual Check (Periksa Kebocoran)	3120 Jam
2.	Pompa Transfer	Tinggi (merah)	Visual Check (Periksa Kerusakan)	1096 Jam
3.	<i>Filter Duplex</i>	Menengah (kuning)	Visual Check (Periksa Kerusakan)	103 Jam
4.	<i>Strainer</i>	Menengah (kuning)	Visual Visual (Periksa Kerusakan)	94 Jam
5.	<i>Cooler</i>	Menengah (kuning)	Visual Check (Periksa Kerusakan)	674 Jam

Dari Tabel 3. komponen maka harus dilakukan inspeksi atau perawatan oleh Kru/ABK kapal. Sesuai dengan hasil perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan berdasarkan tingkat resiko, dimana tingkat resiko yang paling tinggi harus mendapat pengecekan atau perawatan yang lebih, agar komponen system pelumas dapat berfungsi dengan baik dan umur komponen lebih lama. Dengan mengetahui masing-masing 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. Identifikasi yang telah dilakukan menggunakan FMEA dan risk matrik maka diketahui tingkat kekritisian dari masing-masing komponen dimana: (1) untuk komponen tangki harian memiliki rating risk menengah; (2) kemudian untuk komponen pompa transfer memiliki nilai rating tinggi; (3). Untuk komponen filter duplex, strainer dan cooler memiliki nilai rating sama dengan pompa transfer yaitu menengah. 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. Terdapat beberapa strategi perawatan yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi perawatan yang lebih efektif dan efisien, yaitu (1) Sebaiknya dibuat dan disusun suatu maintenance scheduling secara tepat dan terencana terutama untuk komponen-komponen dengan resiko yang tinggi yang dapat mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan. 2) Menentukan prioritas pekerjaan perawatan berdasarkan tingkat kekritisian komponen. Dalam hal ini yang menjadi prioritas utama adalah komponen dengan level resiko tinggi yaitu diantaranya adalah Tangki Harian, Pompa Transfer, *Filter Duplex*, *Strainer*, *Cooler*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas perawatan yang harus dilakukan pada komponen pompa transfer/*transfer pump*, komponen tersebut memiliki tingkat resiko yang tinggi. Komponen tersebut diprioritaskan untuk perawatan, tindakan perawatan pada komponen pompa transfer yaitu pemeriksaan secara rutin sebelum beroperasi. Tindakan perawatan pada komponen yang kritis dapat mengurangi resiko kegagalan pada sistem bahan bakar mesin induk. Hasil dari kegagalan komponen terhadap sistem pelumas sangat berguna untuk mengidentifikasi strategi perawatan berdasarkan tingkat resiko komponen tersebut dengan memilih antara perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) dan perawatan korektif (*corrective maintenance*).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Z. Latif A, Y. E. Priharanto, D. Prasetyo, and M. Muhfizar, "Preliminary Hazard Analysis dan Fault Tree Analysis untuk Identifikasi Penyebab Kegagalan Sistem Pelumas Mesin Induk Kapal Penangkap Ikan," *J. Airaha*, vol. 7, no. 02, pp. 77–87, 2018, doi: 10.15578/ja.v7i02.94.
- [2] M. Danil Arifin, F. Octaviani, and T. D. Novita, "Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan dan Pemilihan Metode Perawatan M/E di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia," *J. Penelit. Transp. Laut*, vol. 17, no. 1, pp. 1–6, 2020, doi: 10.25104/transla.v17i1.1416.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- [3] G. Y. Nusantara, “Pengaruh Efek Perawatan Terhadap Jadwal Perawatan Sistem Pendukung Mesin Induk Pada Kapal Dengan Menggunakan Pemodelan Dinamik Sistem,” *Jur. Tek. Sist. Perkapalan, Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, p. 130, 2015.
- [4] Alwi, “Reliability Centered Maintenance Dalam Perawatan. Jurnal Riset Dan Teknologi Kelautan (JRTK),” pp. 77–86, 2016.
- [5] R. B. Manalu, U. Budiarto, H. Yudo, F. Teknik, U. Diponegoro, and M. C. Simulation, “Analisa Perawatan Sistem Distribusi Minyak Lumas Berbasis Keandalan Pada Kapal Km.Bukit Siguntang Dengan Pendekatan Rcm (Reliability Centered Maintenance),” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [6] M. Saputra, R. S. H., Priharanto, Y. E., & Abrori and Z. L., “Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Applied for Risk Assessment of Fuel Oil System on Diesel Engine of Fishing Vessel. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences,” 2018.
- [7] S. Wannawiset and S. Tangjitsitcharoen, “Paper Machine Breakdown Reduction by FMEA and Preventive Maintenance Improvement: A Case Study,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 530, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/530/1/012051.
- [8] R. Imanuell and M. Lutfi, “Analisa Perawatan Berbasis Keandalan Pada Sistem Bahan Bakar Mesin Utama KMP. Bontoharu,” *JST (Jurnal Sains Ter.*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.32487/jst.v5i1.540.
- [9] K. Cicek, H. H. Turan, Y. I. Topcu, and M. N. Searslan, “Risk-based preventive maintenance planning using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for marine engine systems,” *2010 2nd Int. Conf. Eng. Syst. Manag. Appl. ICESMA 2010*, 2010.
- [10] J. Inovasi, S. Dan, and T. Kelautan, “Zona laut,” vol. I, no. I, pp. 1–6.
- [11] D. Kokotsaki, V. Menzies, and A. Wiggins, “Durham Research Online woodlands,” *Crit. Stud. Secur.*, vol. 2, no. 2, pp. 210–222, 2014.
- [12] M. A. P. HW, “Optimalisasi metode perawatan pada sistem produksi gas di join operating body Pertamina Petrochins East Java dengan Criticality Analysis, Tugas Akhir, Teknik Sistem Perkapalan ITS, Surabaya,” 2007.
- [13] “Mitsubishi Heavy Industries, LTD. Mitsubishi Marine Diesel Engine;”
- [14] Z. A. Yusuf, “Analisa Perawatan Berbasis Resiko Pada Sistem Pelumas Km. Lambelu,” *J. Ris. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 14, no. 1, pp. 129–140, 2016.

