



ANALISIS MENURUNNYA TEKANAN LUBRICATING OIL PADA DIESEL GENERATOR DI KM. DHARMA KARTIKA VII

ANALYSIS OF REDUCING LUBRICATING OIL PRESSURE IN DIESEL GENERATORS ON KM. DHARMA KARTIKA VII

Maruli Dolly Sirait^{1*}, Azis Nugroho², Wulan Marlia Sandi³, Mochammad Zainuddin⁴, Antonius Edy Kristiyono⁵

Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

*Email Correspondence: marulidolysirait@gmail.com.

Abstract

Diesel generators are vital components in a ship's machinery system that converts mechanical energy into electrical energy. Diesel generators serve as the primary source of electrical power for various onboard needs, such as ship operations, navigation, communications, comfort, and other equipment. The lubrication system (lubricating oil) is a special liquid that plays a crucial role in lubricating engine components, ensuring smooth engine operation, and maintaining the performance and reliability of diesel generator engines. A decrease in lubricating oil pressure can cause overheating, increased friction between components, and even overall engine damage. This study aims to analyze the causes of the decrease in lubricating oil pressure in the diesel generator on the KM. Dharma Kartika VII ship and its handling efforts. The method used is a descriptive qualitative approach with data collection techniques through direct observation, interviews with engineers, documentation, and literature studies. The results of this study are expected to serve as a practical reference for ship crews and maritime cadets in handling disturbances in the diesel generator lubrication system appropriately.

Keywords: Diesel Generator, Engine Maintenance Lubricating Oil, Ship.

Abstrak

Diesel generator merupakan salah satu komponen vital dalam sistem permesinan kapal yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Diesel generator berfungsi sebagai penyedia utama daya listrik bagi berbagai kebutuhan di atas kapal, seperti operasional kapal, navigasi, komunikasi, kenyamanan dan peralatan lainnya. Sistem pelumasan (lubricating oil) adalah zat cair khusus yang memainkan peran penting dalam melumasi komponen mesin, memastikan operasional mesin berjalan lancar, menjaga performa dan keandalan mesin diesel generator. Penurunan tekanan minyak pelumas dapat menyebabkan overheating, peningkatan gesekan antar komponen, hingga kerusakan mesin secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab menurunnya tekanan lubricating oil pada diesel generator di kapal KM. Dharma Kartika VII serta upaya penanganannya. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara dengan masinis, dokumentasi, dan studi pustaka. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi praktis bagi kru kapal dan taruna pelayaran dalam menangani gangguan pada sistem pelumasan diesel generator secara tepat.

Kata kunci: Diesel Generator, Kapal, Lubricating Oil, Perawatan Mesin.

PENDAHULUAN

Kapal merupakan moda transportasi yang sangat penting di era globalisasi, terutama dalam hal memindahkan muatan besar dari satu tempat ke tempat lain. Kapal merupakan kendaraan laut yang dapat digerakkan oleh tenaga angin, tenaga mekanik, atau sumber energi lainnya. Moda transportasi ini juga digunakan dalam upaya pertahanan dan keamanan pada suatu negara, alat penunjang penelitian pada ekosistem laut atau laboratorium, dan

sebagainya. Oleh karena itu, kapal memiliki fungsi yang signifikan dalam menunjang aspek kehidupan manusia. Kapal harus beroperasi dengan lancar selama proses pelayaran sehingga dalam melakukan pengangkutan atau pemindahan barang atau jasa dari pelabuhan satu kepelabuhan yang lain dapat berjalan dengan baik yang tentunya harus didukung permesinan yang memadai.

Diesel generator adalah mesin bantu di atas kapal yang menghasilkan energi listrik dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Sebagai penunjang pada pengoperasian permesinan di atas kapal, *diesel generator* wajib ditunjang dengan perawatan sesuai panduan *instruction manual book*, salah satunya meliputi sistem pelumasan. Fungsi pelumasan juga dapat menjaga bagian dalam mesin supaya tidak mengalami proses keausan sehingga mesin mampu beroperasi maksimal dalam rentan waktu yang lama.

Menurut Syahputra (2023) *diesel generator* merupakan peralatan kapal yang berguna untuk menyuplai kebutuhan listrik di kapal. Daya listrik yang dihasilkan berasal dari hasil pembakaran yang terjadi di dalam mesin itu sendiri. Pembakaran ini terjadi karena adanya udara bertekanan tinggi di dalam ruang bakar.

TINJAUAN PUSTAKA

Auxiliary Engine

Mesin bantu pada kapal tepatnya pada *diesel generator*, untuk memberikan putaran awal pada mesin agar dapat menjalankan sistem kerjanya, yaitu dengan merubah energi listrik menjadi energi gerak untuk memutar *flywheel* melalui *pinion gear* pada *air starter valve*, dan selanjutnya dapat bekerja dengan memberikan putaran mesin melalui siklus pembakaran pada ruang bakar.

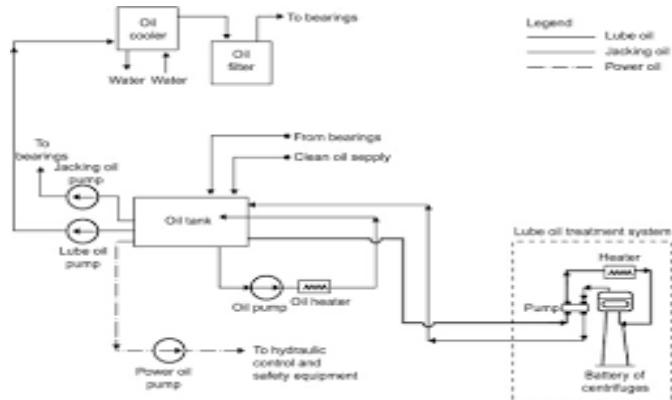
Pengertian *diesel generator* menurut Toniman (2024) adalah mesin yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui prinsip elektromagnetik. Generator yang ada di kapal memiliki fungsi utama untuk menyuplai kebutuhan daya listrik di kapal seperti keperluan akomodasi dan supply power ke permesinan bantu di engine room. Generator di kapal menjadi sumber daya listrik utama bagi seluruh sistem di kapal, termasuk sistem navigasi, komunikasi, penerangan, mesin- mesin di kamar mesin, dan berbagai peralatan lainnya.



Gambar 1. DieselGenerator

Sumber: <https://www.kapaldanlogistik.com/2022/06/daftar-merk-mesin-diesel-penggerak-kapal.html>

Sistem pelumasan *Lubricating oil*



Gambar 2. Sistem Pelumasan Oli

Sumber: <https://share.google/asAhTkpp3CIdTsAp8>

Pelumasan memiliki peran penting untuk mengurangi gesekan dan menjaga umur pakai komponen. Terdapat berbagai metode pelumasan yang digunakan sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan mesin. Dua sistem pelumasan yang umum diterapkan adalah sistem pelumasan paksa (forced lubrication system) dan sistem pelumasan percikan (splash lubrication system), yaitu:

a. Sistem Pelumasan Paksa (*Forced Lubrication System*)

Sistem pelumasan paksa adalah metode pelumasan di mana minyak lumas dipompa secara aktif oleh pompa menuju titik-titik gesekan pada mesin. Tekanan yang dihasilkan pompa memastikan minyak mengalir merata meskipun melalui jalur sempit atau melawan gravitasi.

b. Sistem Pelumasan Percikan (*Splash Lubrication System*)

Sistem pelumasan percikan adalah metode pelumasan di mana bagian mesin yang berputar, seperti poros engkol, mencipratkan minyak dari bak oli ke permukaan komponen lain. Minyak terdistribusi secara alami akibat gerakan mekanis tanpa bantuan pompa.

Kronologis Penurunan *Lubricating oil*

Pada tanggal 22 Mei 2024 saat penulis melaksanakan praktek laut tepatnya ketika kapal berlayar dari Semarang ke Pontianak terjadi penurunan tekanan *lubricating oil* pada *diesel generator* yang mengakibatkan *overheating* dan gesekan serta mengalami keausan. Peranan *diesel generator* sangatlah penting selama proses pelayaran, maka diperlukan perawatan dan pengoperasian sesuai dengan *manual book* agar kinerja mesin tetap berjalan dengan normal.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif. Bersifat deskriptif, penelitian kualitatif sering kali menggunakan analisis. Pendekatan penelitian ini dipilih

karena penelitian kualitatif dimulai di lapangan, berdasarkan lingkungan alami, bukan dengan hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya. Karena data dan informasi lapangan menekankan proses terjadinya suatu peristiwa dalam lingkungan alami, data dan informasi tersebut diturunkan dari makna dan gagasannya.

Penulis karya ilmiah terapan ini menggunakan metode pengumpulan data berdasarkan informasi yang terjadi selama praktik berlayar, bukti yang terjadi, dan data yang ada di atas kapal. Studi ini dapat disusun menggunakan data yang telah ditemukan, bukti yang telah disajikan, dan sertifikat yang saat ini berlaku sebagai pedoman.

Analisis data sangat penting untuk membantu menyelesaikan masalah dengan sistematis dan komprehensif, dengan mengidentifikasi dan memetakan masalah untuk mencari solusi yang tepat dan terarah. Penyajian penelitian ini menggunakan dekriptif kualitatif dengan metode diagram *fishbone*. Diagram *Fishbone* digunakan untuk melakukan analisis dalam mengidentifikasi masalah kualitas dan cek poin, seperti mesin, bahan, metode dan tenaga kerja. Menurut Purba (2008: 1-6), suatu tindakan dan langkah *improvement* akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan.

Lokasi Penelitian



Gambar 3. KM Dharma Kartika VII

(Sumber: Dokumen Peneliti)

<i>Ship Name</i>	: KM. DHARMA KARTIKA VII
<i>Type of Vessel</i>	: RORO SHIP = VEHICLE CARRIER
<i>Call Sign</i>	: YCXT2
<i>IMO Number</i>	: 9174751
<i>Built/Year</i>	: January, 1999
<i>Builder</i>	: Shin Kurusima Onoshi Shipyard, Japan
<i>Flag</i>	: INDONESIA
<i>GRT</i>	: 10.095 T
<i>DWT</i>	: 2.779 T
<i>LOA</i>	: 99.92 Meters
<i>Breadth</i>	: 20.05 Meters
<i>Depth</i>	: 18.23 Meters
<i>Main Engine</i>	: MITSUI MAN B % W 7L35 MC. 5600 HP
<i>Auxiliary Engine</i>	: DAIHATSU 6DL-19 (540KW)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian Data

Dalam melakukan penelitian di KM Dharma Kartika VII, peneliti melakukan beberapa kegiatan untuk mengumpulkan data tentang bagian-bagian *generator* DAIHATSU 6DL-19. Spesifikasi dari *generator* DAIHATSU 6DL-19 di KM Dharma Kartika VII. Mesin memiliki beberapa model, yaitu 6DL-19, 6DLB-19, 6DLM-19, dan 6DLMB-19. Secara umum, mesin ini merupakan mesin diesel empat langkah dengan konfigurasi silinder vertikal, sistem pendinginan menggunakan air, serta sistem pembakaran injeksi langsung. Mesin dilengkapi dengan enam silinder, diameter silinder sebesar 190 mm, dan langkah piston 230 mm, yang dirancang untuk menghasilkan kinerja yang andal dan stabil dalam operasi.

Selain itu, mesin berputar searah jarum jam jika dilihat dari sisi flywheel dan menggunakan turbocharger gas buang yang dilengkapi dengan air cooler untuk meningkatkan efisiensi pemasukan udara ke ruang bakar. Proses starting mesin dilakukan dengan menggunakan udara tekan (compressed air), sedangkan urutan pembakaran silinder adalah 1–2–4–6–5–3. Dari segi dimensi, mesin memiliki panjang sekitar 2.550 mm, lebar 1.100 mm, dan tinggi 1.420 mm, dengan berat berkisar antara 5.950 hingga 6.000 kg tergantung pada tipe model. Secara keseluruhan, tabel ini memberikan gambaran ringkas mengenai karakteristik utama dan spesifikasi teknis mesin diesel yang digunakan pada sistem generator dan propulsi kapal.



Gambar 4. *generator* DAIHATSU 6DL-19

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

a. Hasil Observasi

Pada tanggal 17 Desember 2024 KM. Dharma Kartika VII melakukan pelayaran dengan rute dari Semarang menuju Pontianak. 5 jam selepas *full away*, alarm berbunyi dan selang 10 menit tiba-tiba mesin mengalami *black out*. Lalu masinis jaga bergegas menyalakan *auxiliary engine* nomor 2. Setelah itu masinis dan oiler jaga segera mengecek semua tekanan pada *pressure gauge* A/E. Hasil pengecekan terhadap *pressure gauge* ditemukan menurunnya tekanan pada oli. Kemudian masinis jaga melaporkan kepada KKM untuk melakukan pengecekan di *auxiliary engine* tersebut. Saat pengecekan KKM memberi arahan untuk melakukan pengecekan di bagian filter. Hasilnya, ditemukan filter pada mesin tersebut sangat kotor. Akibatnya, sirkulasi dari oli mesin tidak berjalan dengan lancar. Selanjutnya, setelah dilakukan pergantian filter oli dan *running test*, mesin masih mengalami *black out* yang tidak diketahui penyebabnya dan *pressure gauge* pada *auxiliary engine* masih

menunjukkan tekanan dibawah normal. Setelah itu KKM mengecek lagi semua yang berhubungan dengan sirkulasi oli pada A/E dan hasilnya ditemukan terdapat banyak bagian *auxiliary engine* yang mengalami kehabisan oli di *carter* mesin tersebut dan pipa mengalami kebocoran.

b. Hasil Wawancara

Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh Peneliti kepada *Third Engineer* diperoleh informasi sebagai berikut :

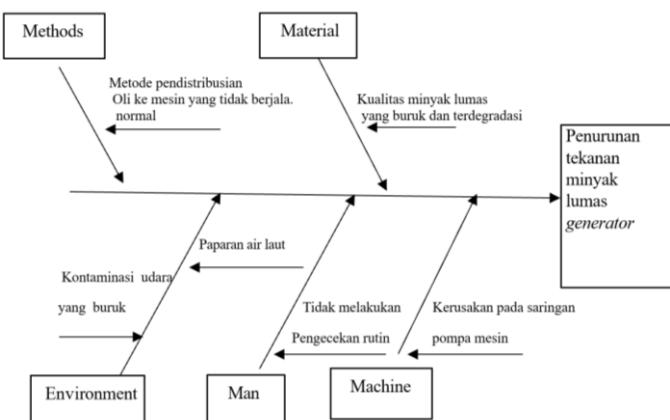
- 1) Faktor penyebab menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin diesel *generator*, yaitu :
 - a) Penurunan tekanan minyak disebabkan kualitas minyak lumas yang buruk atau terdegradasi
 - b) Kerusakan pada saringan pompa mesin
 - c) Kontaminasi udara yang buruk dan paparan air laut
 - d) Metode pendistribusian oli tidak berjalan normal
- 2) Upaya untuk mengatasi tekanan minyak lumas pada mesin diesel *generator*, yaitu:
 - a) Menjaga kualitas minyak lumas tetap baik atau tidak terdegradasi
 - b) Melakukan pemeriksaan pada saringan pompa mesin
 - c) Melakukan inspeksi rutin untuk mencegah adanya partikel asing atau kontaminasi yang memengaruhi kinerja mesin
 - d) Memastikan metode pendistribusian oli ke mesin tetap berjalan normal.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh Peneliti kepada *Chief Engineer* diperoleh informasi sebagai berikut:

- 1) Faktor penyebab menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin diesel *generator*, yaitu :
 - a) Penyumbatan pada saringan minyak lumas
 - b) Kerusakan atau menurunnya kinerja pompa minyak lumas
 - c) Tidak melakukan pengecekan rutin
- 2) Upaya untuk mengatasi tekanan minyak lumas pada mesin *generator*, yaitu :
 - a) Melakukan pemeriksaan dan pembersihan secara berkala pada saringan atau filter minyak lumas
 - b) Memeriksa dan memperbaiki atau mengganti pompa minyak lumas.

Faktor-faktor yang dapat menyebabkan penurunan terhadap tekanan minyak lumas pada mesin diesel *generator*

Menurut data dari metode *fishbone diagram* ditemukan beberapa faktor penyebab terjadinya penurunan tekanan minyak lumas pada *generator* yang berpengaruh pada terganggunya kinerja kelistrikan di atas kapal, antara lain yaitu:



Gambar 5. Metode Fishbone Diagram

1) Faktor metode

Metode pendistribusian oli ke mesin yang tidak berjalan normal. Dalam mekanisme atau metodenya, minyak lumas ditampung di *carter* oli, selanjutnya dihisap oleh pompa oleh pompa hisap, dialirkan ke tangki suplai. Dari tangki suplai, pompa tekanan mendistribusikan ke mesin. Berdasarkan hasil wawancara kepada *Third engineer* ditemukan bahwa pompa tekanan minyak lumas mengalami kebocoran. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Heinz (2020), mengenai kebocoran yang terjadi pada bagian internal dan eksternal pompa akan menurunkan distribusi oli pada mesin karena gangguan aliran atau ketidakcukupan suplai oli sehingga menyebabkan penurunan tekanan pelumasan dan mempercepat keausan komponen mesin.

2) Faktor *Environtment* atau Lingkungan

Enviroment atau lingkungan yang berada di sekitar sistem *generator* dapat memicu penurunan kinerja sistem pelumasan, yaitu karena adanya pengaruh dari kontaminasi udara yang buruk dan paparan air laut. Kontaminasi air laut menyebabkan terjadinya percampuran antara air laut dan minyak lumas sehingga dapat mengubah karakteristik minyak lumas tersebut. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wanjun (2024), mengenai efek paparan air laut pada sistem pelumasan dapat menyebabkan kerusakan dan memicu penurunan kinerja sistem pelumasan.

3) Faktor Material

Faktor material yang dimaksud adalah minyak lumas. Penelitian yang dilakukan Aryanti (2025), Pada prinsipnya minyak pelumas terbentuk oleh adanya kadar aspal, arang dan abu yang sudah ada di dalam minyak. Kandungan minyak lumas yang buruk dikarenakan proses oksidasi dan terjadi pada suhu yang tinggi. Proses ini dipengaruhi oleh reaksi logam apabila minyak pelumas bersentuhan secara langsung dengan logam. Oleh karena itu, kualitas minyak lumas yang buruk dan terdegradasi akan mengakibatkan penurunan pada mesin diesel *generator*. Sedangkan, penelitian yang dilakukan Maleque (2000), mengenai penurunan viskositas minyak lumas akibat terdegradasi dapat meningkatkan keausan pada permukaan silinder dan piston mesin sehingga berpotensi menurunkan kinerja mesin diesel *generator*.

4) Faktor *Man*

Manusia sebagai operator mesin diesel *generator* merupakan salah satu penyebab menurunnya kinerja *generator*. Pengecekan pada sistem pelumasan mesin diesel seharusnya dilakukan secara rutin untuk mengetahui kondisi yang sedang terjadi, dan jika ditemukan masalah bisa langsung dilakukan perbaikan atau mencari solusi yang ada untuk meminimalisir kerusakan yang lebih parah pada *generator*. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Andhika (2023) mengenai pengecekan harus dilakukan untuk menjaga agar mesin diesel *generator* tetap bekerja optimal karena memungkinkan kita mendeteksi awal jika terjadi gangguan, kerusakan ataupun penurunan kinerja sistem pelumasan.

5) Faktor *Machine*

Kondisi mesin pada sistem pelumasan sangat memengaruhi kinerja mesin tersebut. Saringan pompa mengalami kerusakan maka partikel- partikel asing masuk dan menumpuk, sehingga dapat mengakibatkan menurunnya kualitas oli, tekanan pelumasan dan suplai oli ke mesin menjadi tidak optimal. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fahdillah (2022), mengenai indikator menurunnya saringan minyak lumas, tekanan pompa dan pompa minyak lumas. Dalam penelitiannya, oli yang akan masuk ke pompa harus terlebih dahulu disaring agar oli yang masuk dalam keadaan bersih dan bebas dari kotoran atau partikel asing. Dengan demikian, peran komponen ini sangat penting karena berfungsi menyaring oli yang masuk ke mesin, membersihkan kotoran atau partikel asing pada oli dan menjaga tekanan minyak lumas agar tetap stabil.

Upaya yang dilakukan agar kinerja mesin diesel *generator* lebih optimal berdasarkan hasil observasi dan hasil wawancara diperoleh sebagai berikut:

1) Berdasarkan hasil observasi terdapat upaya yang perlu dilakukan, yaitu:

- a) Membersihkan filter oli secara berkala untuk mencegah sumbatan kotoran pada sirkulasi minyak lumas di mesin diesel.
- b) Melakukan pemeriksaan untuk menjaga volume oli di *carter* mesin.
- c) Pengecekan visual seperti adanya kebocoran, jika terjadi kebocoran pada sistem sirkulasi atau komponen dalam pipa segera lakukan perbaikan, seperti mengganti atau menambal pipa yang bocor agar sirkulasi minyak lumas tidak terganggu.
- d) Pemeriksaan terhadap kondisi pipa oli, pastikan pipa bekerja dengan baik tanpa kebocoran atau kerusakan yang dapat mengurangi tekanan oli, seperti memeriksa *impeller* dan segel pipa.
- e) Pemeriksaan pada jalur atau pipa saluran oli dari penyumbatan atau kerusakan agar oli dapat mengalir lancar ke seluruh bagian mesin.

2) Berdasarkan hasil wawancara terhadap *Third engineer* dan *Chief engineer* terdapat upaya yang perlu dilakukan, yaitu :

- a) Memastikan pendistribusian oli ke mesin berjalan normal .
- b) Menjaga kualitas minyak lumas tetap baik, melindungi sistem pelumasan dari kontaminasi udara yang buruk dan paparan air laut serta melakukan pengecekan oli di *carter* mesin.

- c) Melaksanakan inspeksi rutin untuk mencegah terjadinya kerusakan pada saringan pompa mesin yang dapat mengakibatkan penurunan kinerja mesin diesel *generator*.
- d) Melakukan pembersihan secara berkala pada saringan dan filter minyak lumas.
- e) Memperbaiki atau mengganti pompa minyak lumas.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada kapal KM. Dharma Kartika VII penyebab penurunan tekanan minyak lumas pada mesin diesel *generator* disebabkan terjadi kebocoran pada pompa, kualitas minyak lumas yang buruk dan terdegradasi, filter mesin sangat kotor, tekanan *pressure gauge* dibawah normal, banyak bagian *auxiliary engine* mengalami kehabisan oli dan kebocoran pada saringan pompa mesin.

Upaya yang dapat dilakukan agar kinerja mesin diesel *generator* menjadi lebih optimal selama proses pelayaran, yaitu melakukan pembersihan pada filter oli secara berkala, pemeriksaan pada setiap komponen *generator*. Penggantian oli secara berkala dan melakukan pengecekan pada pipa pada mesin sebelum atau sesudah menggunakan mesin untuk menghindari terjadinya kebocoran atau kerusakan. Memastikan pendistribusian oli ke mesin berjalan normal dan memperbaiki pompa tekanan minyak lumas yang mengalami kebocoran. Menjaga kualitas minyak lumas tetap pada kondisi normal, melindungi sistem pelumasan dari paparan air laut. Memperbaiki atau mengganti saringan pompa mesin yang mengalami kerusakan dan melaksanakan inspeksi rutin untuk mencegah gangguan pada mesin diesel *generator*.

Saran

Memastikan metode pendistribusian oli berjalan normal dengan memperhatikan atau memantau setiap komponen yang berfungsi untuk mengalirkan oli ke mesin. Melakukan pembersihan atau pergantian filter oli dan pengecekan pipa secara berkala, seperti memastikan tidak terjadi kebocoran atau kerusakan yang dapat menyebabkan penurunan kinerja mesin *generator*. Melakukan pemeriksaan untuk menjaga kualitas minyak lumas pada mesin diesel generator agar tetap dalam keadaan baik atau tidak terdegradasi. Melakukan pemeriksaan pada saringan pompa mesin agar tidak mengalami kebocoran. Melakukan inspeksi rutin untuk mencegah dan memastikan komponen mesin diesel *generator* tidak mengalami gangguan yang dapat menyebabkan penurunan kinerja mesin. Melakukan evaluasi secara berkala untuk menentukan langkah-langkah yang lebih efisien di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bloch, H. P., & Bannister, K. *Practical lubrication for industrial facilities*. River Publishers. 2020. <https://doi.org/10.1201/9781003151357>
- Aryanti, D. E., Prawoto, A., Pribadi, T., & Robbi, S. D. (2025). Analisa Menurunnya Tekanan Minyak Lumas pada Diesel Generator Hyundai H32/40 di Kapal MV. CMA CGM Verdi dengan Metode Fishbone. *Jurnal Sosial dan Sains (SOSAINS)*, 5(1).

- Maulana. Pengaruh Kerusakan Baut Flywheel pada Auxiliary Engine pada Auxiliary Engine No.1 di KM Cahaya Abadi 202. Seminar Nasional Transportasi dan Keselamatan.2024. <https://ejurnal.pip-semarang.ac.id/psd/issue/view/23>
- He, W., Zeng, Q., Pang, Z., Zhuang, J., & Wei, X. Spontaneous process of dispersed salt water droplets in lubricant oil establishing wetted areas: Settling, spreading, coalescing and de-wetting. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 697, 134368. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2024.134368>
- Maleque, M. A., Masjuki, H. H., & Haseeb, A. S. M. A. Effect of mechanical factors on tribological properties of palm oil methyl ester blended lubricant. *Wear*, 239(1),117-125. 2000. [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(00\)00319-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(00)00319-7)
- PRASETYO, DONI. *PENGARUH TURUNNYA TEKANAN MINYAK LUMAS TERHADAP KINERJA MESIN INDUK DI MV. ARMADA SERASI*. Diss. POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG, 2022. <https://library.pip-semarang.ac.id>
- Purba, Humiras Hardi. “Diagram fishbone dari Ishikawa.” 2008. <https://hardipurba.com/2008/09/25/diagram-fishbone-dari-ishikawa.html>.
- Sujarwo, Y. A., & Ratnasari, A. Aplikasi Reservasi Parkir Inap Menggunakan Metode Fishbone Diagram dan QR-Code. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, 9(3), 302-309. 2020. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v9i3.808>
- Syahputra. Analisis Gangguan dan Perawatan pada Mesin Diesel generator di KM. Egon. *Journal of Business Technology and Economics*, 1(1). 2023. <https://journal.pipuswina.com/index.php/jbte/about>.
- Toniman. Analisis Penyebab Kerusakan Mesin Diesel pada Generator Set untuk Tindakan Perawatan di Kapal Tanker MT. Sea Serenity. *Jurnal Surya Teknika*, 11(1). 2024 <https://doi.org/10.37859/jst.v11i1.7862>.
- Yonnata, A., Arifin, N. A., Erlinda, N., & Irwan, I. Analisis Perawatan Minyak Lumas Mesin Utama pada Kapal MV. Baik. *Jurnal Cakrawala Bahari*, 6(2), 25-29.2023. <https://doi.org/10.70031/jkb.v6i2.69>