Nusantara Journal of Multidisciplinary Science
Vol. 4, No. 4, November 2026
Hal 562-569
E-ISSN : 3024-8752
P-ISSN : 3024-8744
Site : https://jurnal.intekom.id/index.php/njms

Analisis Kerusakan Fuel Pump Injection Terhadap Kinerja Diesel Generator No.1 Di kapal Km.Lawit

Moh. Wahyu Prasetyo*, Daryanto, Maxima Ari Saktiono
Fakultas Vokasi Pelayaran,Universitas Hang Tuah, Surabaya, Indonesia

Article Info

Article history:
Received November 9, 2026
Revised November 9, 2026
Accepted November 9, 2026

Kata Kunci:
Fuel Pump Injection,
Diesel Generator,
Fishbone Diagram,
Planned Maintenance System,
KM. Lawit

Keywords:
Fuel Injection Pump,
Diesel Generator,
Fishbone Diagram,
Planned Maintenance System,
KM. Lawit

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan Fuel Pump Injection, menganalisis dampaknya terhadap kinerja Diesel Generator No. 1 di KM. Lawit, serta menentukan upaya perawatan dan perbaikan yang tepat. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan Fishbone Diagram. Data diperoleh melalui observasi langsung selama Praktik Laut (PRALA), wawancara dengan Kepala Kamar Mesin (KKM) dan awak mesin, dokumentasi, serta studi pustaka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan diawali oleh filter bahan bakar yang kotor sehingga partikel halus lolos menuju Fuel Pump Injection dan menyebabkan keausan pada komponen plunger dan barrel. Kondisi tersebut mengakibatkan penurunan tekanan injeksi, pembakaran tidak sempurna, putaran mesin tidak stabil, serta menurunnya tegangan dan frekuensi generator yang berdampak pada penurunan kinerja Diesel Generator No. 1. Upaya penanganan dilakukan melalui pembersihan dan penggantian filter bahan bakar, penggantian komponen yang mengalami keausan, pelaksanaan overhaul sesuai jam kerja mesin, serta penerapan Planned Maintenance System (PMS) secara konsisten. Penerapan langkah-langkah tersebut diharapkan dapat meningkatkan keandalan Diesel Generator dan mencegah terulangnya kerusakan serupa.

ABSTRACT

This study discusses the causes of Fuel Pump Injection failure and its impact on the performance of Diesel Generator No. 1 on KM. Lawit. The objectives are to identify factors causing the failure, analyze its effects on generator performance, and determine appropriate maintenance and repair efforts. The research employed a qualitative descriptive method using a Fishbone Diagram approach. Data were collected through direct observation during Sea Practice (PRALA) on board KM. Lawit, interviews with the Chief Engineer and engine crew, documentation, and literature review. The findings revealed that a contaminated fuel filter allowed fine particles to enter the Fuel Pump Injection system, causing wear on the plunger and barrel components. Consequently, injection pressure decreased, resulting in incomplete combustion, unstable engine speed, and reduced generator voltage and frequency. Corrective actions included cleaning and replacing the fuel filter, replacing worn components, performing overhaul according to engine operating hours, and consistently implementing the Planned Maintenance System (PMS). These measures are expected to improve generator reliability, extend the service life of Fuel Pump Injection components, and prevent similar failures from recurring.

This is an open access article under the CC BY license

Corresponding Author:

Moh. Wahyu Prasetyo
Fakultas Vokasi Pelayaran,Universitas Hang Tuah,
Surabaya, Indonesia
Email: milamld130504@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Diesel Generator merupakan sumber tenaga listrik utama untuk mendukung penerangan, navigasi, komunikasi, pompa bantu, serta fasilitas operasional kapal. Keandalannya sangat dipengaruhi oleh kemampuan fuel injection pump dalam menyalurkan bahan bakar dengan tekanan, waktu, dan jumlah yang sesuai. Gangguan pada sistem injeksi dapat menurunkan mutu pembakaran, kestabilan putaran mesin, dan kinerja kelistrikan kapal. Keausan plunger–barrel pada pompa injeksi generator kapal pernah dilaporkan sebagai pemicu turunnya tekanan bahan bakar [1]; pemeriksaan kerusakan generator kapal lain juga menemukan masalah pada injection pump, plunger, delivery valve, dan injektor [2].

Kondisi bahan bakar turut menentukan kinerja sistem injeksi. Penelitian terdahulu menunjukkan hubungan kualitas bahan bakar dengan degradasi komponen dan kebutuhan perawatan mesin kapal [3], sedangkan partikel dan penyumbatan injektor dapat menyebabkan turunnya kinerja mesin [4]. Studi kegagalan tiga mesin bantu kapal mengaitkan kerusakan peralatan bahan bakar dengan karakteristik bahan bakar yang kurang baik [5]. Penelitian lain pada generator MV. Tanto Express menemukan keausan komponen, penumpukan kotoran pada control rack, kontaminasi bahan bakar, serta perawatan yang kurang memadai [6].

Pada 18 Juni 2025 sekitar pukul 10.30 WIB, ketika KM. Lawit berlabuh di perairan Sampit, Diesel Generator No. 1 mengalami putaran mesin tidak stabil dan penurunan tegangan sehingga penerangan kapal berkedip serta redup. Oiler jaga melapor kepada Kepala Kamar Mesin (KKM), lalu pengoperasian Diesel Generator No. 1 dihentikan dan beban dialihkan ke Diesel Generator No. 3. Pemeriksaan selanjutnya menemukan fuel filter kotor, indikasi kualitas bahan bakar yang kurang baik, keausan plunger dan barrel, serta keterlambatan overhaul setelah jam operasi melampaui 6.000 jam sebagaimana acuan perawatan pada dokumen penelitian.

Kajian terdahulu telah membahas macetnya plunger akibat material pengganggu pada celah plunger–barrel [7], perilaku struktural pompa injeksi [8], dan pengaruh pengaturan sistem injeksi pada keandalan komponen ruang bakar [9]. Kajian diagnostik mesin diesel kapal juga menekankan pentingnya identifikasi dini sumber gangguan [10]. Penelitian ini menempatkan temuan lapangan pada satu kejadian nyata sebagai rangkaian sebab–akibat antara kontaminasi fuel filter, keausan komponen pompa, penurunan tekanan injeksi, dan terganggunya suplai listrik KM. Lawit.

Penelitian bertujuan mengidentifikasi jenis dan penyebab kerusakan Fuel Pump Injection, menganalisis dampaknya terhadap kinerja Diesel Generator No. 1, serta merumuskan upaya perawatan dan perbaikan. Pembahasan dibatasi pada sistem Fuel Pump Injection dan parameter putaran mesin, tekanan bahan bakar, tegangan, serta frekuensi generator; penelitian tidak menghitung efisiensi termal mesin secara rinci.

2. METODE

2.1 Desain dan Lokasi Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan analisis Fishbone Diagram (cause and effect). Pengamatan dilakukan pada Diesel Generator No. 1 di ruang mesin KM. Lawit selama

Praktik Laut (PRALA) 4 Januari 2025 sampai 6 Januari 2026. Insiden yang menjadi pusat analisis terjadi pada 18 Juni 2025. Objek penelitian adalah mesin Daihatsu 6DS-18A, mesin diesel empat langkah enam silinder dengan putaran kerja 900 rpm dan sistem mechanical inline fuel injection pump. Dokumen mesin mencantumkan daya keluaran kelistrikan 478 kW serta tekanan pembukaan injektor sekitar 29,4 MPa; angka tekanan pompa yang diamati pada penelitian dibedakan dari parameter pembukaan injektor tersebut.

2.2 Sumber dan Pengumpulan Data

Data primer dihimpun melalui observasi indikator kerja Diesel Generator, pemeriksaan fuel filter dan pasangan plunger–barrel, dokumentasi pembongkaran dan penggantian komponen, serta wawancara KKM, Masinis II, dan oiler jaga. Data sekunder berasal dari manual book mesin, dokumentasi perawatan, dan sumber pustaka tentang sistem injeksi serta Planned Maintenance System (PMS). Tahapan pengumpulan mencakup pengamatan gejala, pencatatan kondisi ketika gangguan, pemeriksaan komponen, pelaksanaan perbaikan, dan pengamatan kondisi setelah perbaikan. Praktik pemeliharaan terencana sebagai dasar pencegahan juga menjadi fokus penelitian PMS pada kapal lain [11].

2.3 Teknik Analisis Data

Data dikelompokkan berdasarkan gejala, bukti visual, wawancara, serta perbandingan parameter sebelum dan setelah penanganan. Analisis Fishbone mengorganisasi dugaan penyebab ke dalam empat kategori: Man (manusia), Machine (mesin), Method (metode perawatan), dan Material (bahan bakar). Keterkaitan penyebab ditelusuri dari bahan bakar dan filter, kondisi plunger–barrel, perubahan tekanan injeksi, hingga konsekuensi pada pembakaran dan keluaran generator. Jumlah indikator yang dicatat digunakan untuk mendeskripsikan dominasi bukti pada masing-masing kategori, bukan untuk membentuk pengujian statistik inferensial.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kejadian Gangguan dan Karakteristik Mesin

KM. Lawit merupakan kapal penumpang milik PT Pelayaran Nasional Indonesia (PELNI). Diesel Generator No. 1 menggunakan mesin Daihatsu 6DS-18A dengan sistem pompa injeksi mekanis tipe inline. Pada insiden 18 Juni 2025, oiler jaga melihat putaran tidak stabil, suara mesin tidak normal, dan lampu kapal berkedip serta meredup. KKM memerintahkan penonaktifan generator yang bermasalah dan pemindahan beban ke Diesel Generator No. 3, kemudian mengoordinasikan pembongkaran bersama awak mesin. Data observasi kinerja diringkas pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Diesel Generator No. 1 pada kondisi normal dan gangguan (data penelitian)

Parameter	Normal	Saat gangguan
Putaran mesin	900 rpm	< 800 rpm; tidak stabil
Tekanan Fuel Pump Injection	28 MPa (280 bar)	< 20 MPa (200 bar)
Tegangan generator	380 V, tiga fasa	< 200 V hingga 0 V
Frekuensi generator	50 Hz	< 47 Hz

Penurunan tekanan pompa dari 28 MPa ke kurang dari 20 MPa, bersamaan dengan putaran yang berfluktuasi, menunjukkan gangguan yang berdampak pada kestabilan proses pembakaran. Tabel hasil observasi sumber mencatat tegangan normal 380 V tiga fasa dan kondisi gangguan kurang dari 200 V hingga 0 V; rentang tersebut digunakan sebagai hasil pengamatan pada artikel ini. Besaran daya saat gangguan tidak digunakan dalam analisis komparatif karena penulisan satuannya pada tabel asli tidak konsisten.

3.2 Kondisi Fuel Filter, Plunger, dan Barrel

Pemeriksaan pascainsiden menemukan fuel filter yang dipenuhi endapan dan partikel kotoran. Masinis II menerangkan bahwa kualitas bahan bakar bunker tidak selalu konsisten dan beberapa kali mengandung partikel halus yang mempercepat penyumbatan. Filter yang jenuh mengganggu pasokan bahan bakar serta dilaporkan memungkinkan kotoran terbawa menuju pompa injeksi. Gambar 1 memperlihatkan kondisi filter saat pemeriksaan. Temuan tersebut sejalan dengan kajian kegagalan sistem bahan bakar kapal yang menempatkan penyaringan dan komponen pemasok bahan bakar sebagai sumber risiko operasi [12].



Gambar 1. Kondisi fuel filter yang kotor saat pemeriksaan (dokumentasi KM. Lawit)

Pembongkaran Fuel Pump Injection juga menunjukkan keausan permukaan kerja plunger dan bagian dalam barrel. Ketika celah presisi kedua komponen membesar, terjadi kebocoran internal (internal leakage) sehingga sebagian bahan bakar tidak dapat dipertahankan pada tekanan pompa yang diperlukan. Komponen yang diperiksa didokumentasikan pada Gambar 2. Penelitian terkait variasi tekanan pompa injeksi di kapal lain juga menemukan masalah plunger–barrel, spring, delivery valve, dan sumbatan kotoran [13].

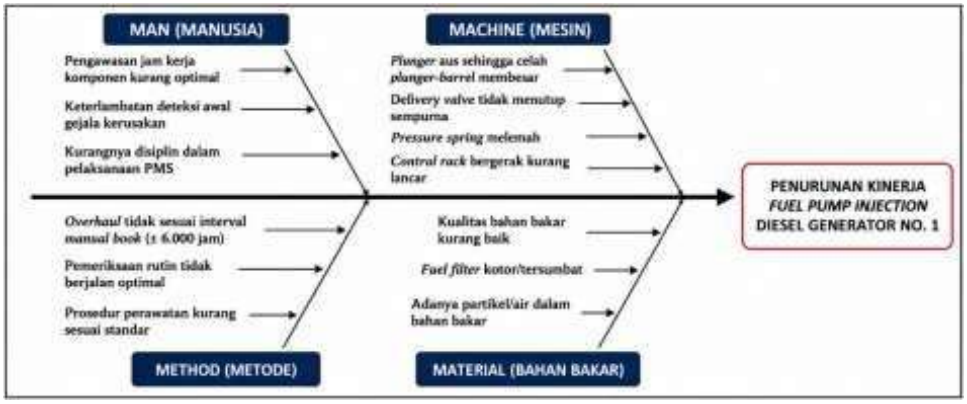


Gambar 2. Komponen Fuel Pump Injection yang diperiksa saat overhaul (dokumentasi penelitian)

Keterlambatan overhaul turut menjadi faktor yang memengaruhi tingkat keausan. Berdasarkan wawancara KKM, overhaul disyaratkan sekitar setiap 6.000 jam operasi menurut acuan manual mesin yang digunakan pada kapal, sedangkan riwayat operasi Diesel Generator No. 1 telah melampaui batas tersebut. Dengan demikian, filter kotor, material bahan bakar, dan keausan plunger–barrel muncul bersamaan dengan pelaksanaan pemeliharaan yang terlambat. Keterkaitan gangguan injeksi dan penurunan kinerja mesin juga dideskripsikan pada penelitian perawatan injektor kapal [14] serta pemeriksaan insiden auxiliary engine Daihatsu [15].

3.3 Analisis Fishbone dan Penyebab Dominan

Fishbone Diagram digunakan untuk menelusuri faktor Man, Machine, Method, dan Material secara sistematis. Berdasarkan hasil observasi, faktor Material mencakup bahan bakar dengan endapan serta fuel filter yang tersumbat, sedangkan Machine mencakup keausan pasangan plunger–barrel dan penurunan tekanan injeksi. Faktor Method berhubungan dengan keterlambatan overhaul, dan Man berhubungan dengan keterlambatan mendeteksi indikator gangguan; kedua faktor terakhir dibahas secara deskriptif sebagai penyebab tidak langsung.



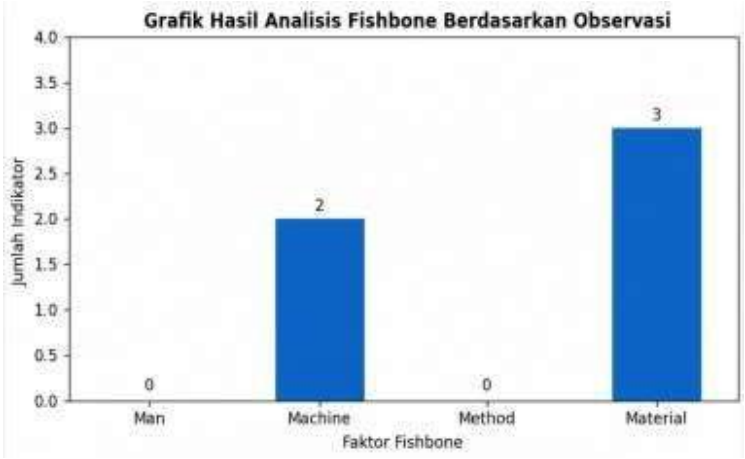
Gambar 3. Diagram Fishbone penyebab penurunan kinerja Fuel Pump Injection (dokumen penelitian)

Rekapitulasi indikator dalam dokumen asli memberikan tiga indikator untuk Material, dua indikator untuk Machine, serta nol indikator tercatat untuk Man dan Method. Nilai nol pada dua kategori terakhir tidak meniadakan adanya isu prosedur dan pengawasan, tetapi menunjukkan bahwa tidak ada indikator yang dihitung pada tabel rekap tersebut. Karena itu, kesimpulan faktor dominan ditarik dari bukti observasi komponen pada kategori Material dan Machine, bukan dari bobot statistik. Tabel 2 menyajikan hasil pengelompokan temuan.

Tabel 2. Ringkasan temuan berdasarkan faktor Fishbone

Faktor	Bukti atau indikasi dalam penelitian	Indikator
Material	Kualitas bahan bakar kurang baik; endapan dan filter tersumbat	3
Machine	Keausan plunger–barrel; tekanan Fuel Pump Injection menurun	2
Method	Overhaul melewati sekitar 6.000 jam; tidak tercatat dalam tabel indikator	0
Man	Deteksi gejala tidak optimal; tidak tercatat dalam tabel indikator	0

Diagram hubungan sebab–akibat menunjukkan rangkaian: kontaminasi bahan bakar dan filter kotor → keausan plunger–barrel → kebocoran internal → tekanan injeksi menurun → atomisasi dan pembakaran tidak optimal → putaran mesin tidak stabil → tegangan dan frekuensi keluaran generator turun. Rekap jumlah indikator pada Gambar 4 mendukung dominasi bukti material dibandingkan mesin dalam tabel kuantifikasi sederhana di dokumen penelitian.



Gambar 4. Grafik jumlah indikator faktor Fishbone pada dokumen penelitian

3.4 Dampak Terhadap Kinerja Diesel Generator

Penurunan tekanan pompa di bawah 20 MPa menyebabkan pengabutan bahan bakar berkurang dan pembakaran tidak sempurna. Dampaknya ditunjukkan oleh putaran mesin di bawah 800 rpm yang tidak stabil, frekuensi di bawah 47 Hz, serta keluaran tegangan menurun dari 380 V hingga pada catatan gangguan mencapai rentang di bawah 200 V sampai 0 V. Pada kapal, perubahan tersebut tampak sebagai lampu penerangan berkedip dan redup, dan kejadian dalam dokumen penelitian dikaitkan dengan risiko blackout. Pola ini konsisten secara kualitatif dengan penelitian generator di MT. Vijayanti [1], MV. Sinar Solo [7], serta penyebab kerusakan generator MT. Sea Serenity [2].

Wawancara KKM menyebutkan kontaminasi fuel filter sebagai kondisi awal yang disertai kerusakan plunger dan barrel. Masinis II melaporkan penurunan tegangan dan gejala putaran tidak stabil sebelum kejadian gangguan, sedangkan oiler jaga memastikan suara mesin tidak normal dan pencahayaan kapal meredup. Ketiga sumber data tersebut memperkuat keterkaitan antara kerusakan pompa dengan gangguan kinerja generator. Penjelasan mekanis mengenai hubungan tekanan dan aliran pada pasangan plunger–barrel didukung oleh kajian numerik tentang struktur dan debit fuel injection pump [8].

3.5 Tindakan Perbaikan dan Pencegahan

Upaya korektif dilakukan setelah pemindahan beban ke Diesel Generator No. 3. Awak mesin membersihkan saluran bahan bakar dan mengganti fuel filter kotor, membongkar serta memeriksa Fuel Pump Injection, mengganti plunger dan barrel yang aus, kemudian melakukan penyetelan kembali sistem injeksi. Dokumentasi sesudah perbaikan pada sumber mencatat tekanan pompa kembali pada 28 MPa (280 bar) dan tegangan generator 380 V tiga fasa. Tabel 3 merangkum perubahan parameter yang dicatat setelah rangkaian penanganan, bukan perubahan terukur yang diatribusikan secara terpisah pada masing-masing penggantian.

Tabel 3. Perbandingan kondisi komponen dan keluaran sebelum–sesudah penanganan

Indikator	Sebelum	Sesudah
Fuel filter	Kotor dan tersumbat	Bersih/diganti
Plunger	Aus	Diganti baru
Barrel	Aus	Diganti baru
Tekanan Fuel Pump Injection	< 20 MPa (200 bar)	28 MPa (280 bar)
Tegangan generator	< 200 V hingga 0 V	380 V tiga fasa
Putaran mesin	Tidak stabil	Stabil sekitar 900 rpm

Rencana corrective maintenance dan preventive maintenance dari dokumen sumber mencakup penggantian komponen yang aus, pembersihan fuel filter dan jalur bahan bakar, pengaturan injection timing, pemeriksaan tekanan, inspeksi delivery valve, pressure spring, control rack, serta pengawasan kondisi bahan bakar. Prosedur pencegahan diintegrasikan dengan Planned Maintenance System (PMS) melalui pemeriksaan harian, mingguan, bulanan, pencatatan jam kerja dan overhaul berkala sebelum interval yang direkomendasikan. Penelitian penerapan PMS di KM. Tanto Express mendukung pentingnya peningkatan kedisiplinan awak dan perencanaan perawatan [11].

Tabel 4. Rekomendasi tindakan perawatan berdasarkan hasil penelitian

Jenis	Langkah perawatan	Sasaran
Korektif	Ganti filter serta plunger–barrel yang aus; bersihkan saluran dan setel injeksi	Memulihkan tekanan dan kestabilan generator
Preventif	Periksa filter, kualitas bahan bakar, tekanan, delivery valve, spring, dan control rack	Mendeteksi kontaminasi dan keausan lebih awal
Terencana/PMS	Catat jam kerja; jalankan inspeksi berkala dan overhaul sekitar 6.000 jam sesuai manual	Mencegah keterlambatan pemeliharaan

Penelitian ini bersifat deskriptif pada satu unit generator, sehingga bukti yang tersedia memperlihatkan hubungan teknis yang konsisten dengan kondisi pemeriksaan dan hasil perbaikan, tanpa pengujian statistik kausal atau penilaian efisiensi termal. Monitoring berkelanjutan terhadap parameter mesin dan inspeksi permesinan merupakan pendekatan yang juga direkomendasikan dalam literatur diagnosis kerusakan mesin diesel kapal [10].

4. KESIMPULAN

Kerusakan Fuel Pump Injection pada Diesel Generator No. 1 di KM. Lawit terutama berkaitan dengan fuel filter yang kotor dan kualitas bahan bakar yang mengandung endapan, disertai keausan pada plunger dan barrel. Keausan tersebut menimbulkan kebocoran internal dan menurunkan tekanan pompa dari 28 MPa menjadi di bawah 20 MPa. Pada kejadian 18 Juni 2025, kondisi ini berkaitan dengan pembakaran kurang sempurna, putaran mesin tidak stabil, serta turunnya tegangan dan frekuensi generator yang mengganggu penerangan kapal. Penanganan dilakukan dengan memindahkan beban ke Diesel Generator No. 3, mengganti fuel filter dan komponen plunger–barrel, membersihkan saluran bahan bakar, melakukan penyetelan pompa, serta menguji kembali generator; catatan setelah perbaikan menunjukkan tekanan 28 MPa dan tegangan 380 V tiga fasa. Pencegahan perlu diprioritaskan melalui pengendalian kebersihan bahan bakar, inspeksi komponen, pencatatan jam kerja, dan pelaksanaan overhaul serta Planned Maintenance System secara konsisten.

REFERENSI

[1] R. Riyanto, A. G. Malau, Mudakhir, and Y. M. Fajar, “Damage Analysis of Plunger Barrel on Performance of Fuel Oil Injection Pump on Generator Ship MT. Vijayanti,” Journal of Accounting and Finance Management, vol. 3, no. 4, pp. 176–185, 2022, doi: 10.38035/jafm.v3i4.124.

[2] T. Zega, A. Afdal, R. Abu, Mukhnizar, and A. Azman, “Analisis Penyebab Kerusakan Mesin Diesel pada Generator Set untuk Tindakan Perawatan di Kapal Tanker MT. Sea Serenity,” Jurnal Surya Teknika, vol. 11, no. 1, pp. 467–471, 2024, doi: 10.37859/jst.v11i1.7862.

[3] S. Marsudi and D. A. W. Yanti, “Dampak Kualitas Bahan Bakar Terhadap Performa dan Perawatan Mesin Induk Kapal,” Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan, vol. 16, no. 1, pp. 154–162, 2025, doi: 10.30649/japk.v16i1.185.

[4] R. D. Ardhiyansah, K. Wanto, Y. Frastika, I. Saifudin, and T. BTR, "Pengaruh Menurunnya Kinerja Injector terhadap Performa Mesin Induk di Kapal MV. SAVIOUR," Journal of Marine Engineering Research, vol. 1, no. 1, pp. 11–23, 2025. [Online]. Available: https://jurnal.poltekpelsulut.ac.id/index.php/marine/article/view/108

[5] L. Chybowski, J. Myśków, and P. Kowalak, "Analysis of fuel properties in the context of the causes of three marine auxiliary engines failure—A case study," Engineering Failure Analysis, vol. 150, Art. no. 107362, 2023, doi: 10.1016/j.engfailanal.2023.107362.

[6] M. A. D. Marviano, "Analisis Menurunnya Kinerja Fuel Injection Pump pada Mesin Diesel Generator di Kapal MV. Tanto Express," undergraduate thesis, Politeknik Pelayaran Surabaya, 2025. [Online]. Available: https://repository.poltekpel-sby.ac.id/id/eprint/754/

[7] A. A. Tazani and E. F. Manurung, "Optimalisasi Kerja Plunger Fuel Injection Pump Pada Motor Diesel Generator di MV. Sinar Solo," Inland Waterways Journal, vol. 6, no. 2, pp. 11–20, 2024, doi: 10.54249/iwj.v6i2.219.

[8] Binyamin and O. Lim, "Numerical Analysis of the Structural and Flow Rate Characteristics of the Fuel Injection Pump in a Marine Diesel Engine," Sustainability, vol. 15, no. 11, Art. no. 8948, 2023, doi: 10.3390/su15118948.

[9] X. Wang et al., "The influence of fuel injection on reliability of main components of combustion chamber for marine low-speed engine," Applied Thermal Engineering, vol. 279, Art. no. 127588, 2025, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2025.127588.

[10] Y. Lv, X. Yang, Y. Li, J. Liu, and S. Li, "Fault detection and diagnosis of marine diesel engines: A systematic review," Ocean Engineering, vol. 294, Art. no. 116798, 2024, doi: 10.1016/j.oceaneng.2024.116798.

[11] R. Bimantara, I. K. Laju, and A. Damanik, "Optimalisasi Penerapan PMS (Planned Maintenance System) di atas KM. Tanto Express," Ship Operation Engineering Proceeding, vol. 1, pp. 73–83, 2023. [Online]. Available: https://ojs.pppm.poltekpel-sby.ac.id/index.php/soe/article/view/243

[12] R. I. Yaqin, M. Akmal, J. P. Siahaan, M. L. Umar, B. H. Priyambodo, and Y. E. Priharanto, "Failure Analysis of Fuel System Main Engine Fishing Vessel (Case Study: KM. Sumber Mutiara)," Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, vol. 20, no. 1, pp. 34–43, 2023, doi: 10.14710/kapal.v20i1.48530.

[13] A. J. Rishaldy, "Analisis Variasi Tekanan Fuel Injection Pump Berdasarkan Standar Pabrikan Mesin Diesel Akasaka–Mitsubisi 6UEC37LA di Kapal MT. Soechi Asia XXIX," undergraduate thesis, Politeknik Pelayaran Surabaya, 2025. [Online]. Available: https://repository.poltekpel-sby.ac.id/id/eprint/716/

[14] F. Khusniawati and H. Palippui, "Analisis Perawatan Injector Akibat Penyumbatan Bahan Bakar pada Main Engine Kapal," Zona Laut, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.62012/zl.v1i2.10832.

[15] M. M. Zai, A. M. Sitompul, and M. T. Pramudhita, "Analisis Bercampurnya Minyak Lumas Rocker Arm dengan Bahan Bakar pada Auxiliary Engine Daihatsu 6DL-20 di MV. Lady Cedros," Indonesian Journal of Marine Engineering, vol. 2, no. 1, pp. 26–37, 2025, doi: 10.46484/ijme.v2i1.788.