P-ISSN: 2716-2656, E-ISSN: 2985-9638
JOURNAL MARINE INSIDE
VOLUME 8, ISSUE 2, DECEMBER 2026
https://ejournal.poltekpel-banten.ac.id/index.php/ejmi/

JENIS ARTIKEL: ARTIKEL PENELITIAN

Evaluasi tekanan uji dan kondisi kebocoran injektor pada mesin induk MT. Success Marlina XXXIII

Jusva Agus Muslim, Cholis Imam Nawawi*, Muhammad Irwandi Lendra Putra, Fernanda Dimas Arif

Politeknik Pelayaran Banten, Indonesia
Penulis korespondensi: Cholis Imam Nawawi | E-mail: cholis3295@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi tekanan uji dan kondisi kebocoran injektor pada mesin induk kapal MT. Success Marlina XXXIII melalui pengamatan lapangan selama kegiatan perawatan tahun 2024–2025. Metode yang digunakan adalah studi kasus deskriptif kuantitatif dengan menganalisis enam kejadian pemeriksaan yang terdokumentasi. Tekanan sebelum perawatan masing-masing sebesar 240, 280, 290, 200, 250, dan 290 kg/cm². Hasil analisis menunjukkan rata-rata tekanan awal 258,33 kg/cm², median 265,00 kg/cm², dan simpangan baku sampel 35,45 kg/cm². Dibandingkan dengan tekanan acuan pemeriksaan sebesar 310 kg/cm², selisih rata-ratanya mencapai 51,67 kg/cm² atau 16,67% dari nilai acuan. Indikasi kebocoran ditemukan pada lima dari enam pemeriksaan. Catatan hasil perawatan juga mencantumkan tekanan 310 kg/cm² pada keenam kejadian. Temuan ini menunjukkan pentingnya pengujian tekanan dan pemeriksaan kebocoran secara bersama-sama untuk mengenali kondisi injektor serta menentukan prioritas perawatan. Untuk memperkuat penilaian hasil tindakan perawatan, pengujian ulang perlu disertai identitas injektor dan bukti pembacaan alat yang jelas. Penelitian ini memberikan dasar praktis bagi peningkatan pemeriksaan berkala dan pencatatan kondisi injektor pada mesin induk kapal.

Kata Kunci: injektor diesel; tekanan uji; kebocoran nozzle; mesin induk kapal; perawatan berkala.

ABSTRACT

This study evaluates injector test pressure and leakage conditions in the main engine of MT. Success Marlina XXXIII using shipboard observations collected during maintenance activities in 2024–2025. A descriptive quantitative case-study approach was applied to six documented inspection events. The pre-maintenance test pressures were 240, 280, 290, 200, 250, and 290 kg/cm². Their mean was 258.33 kg/cm², with a median of 265.00 kg/cm² and a sample standard deviation of 35.45 kg/cm². Compared with the inspection reference pressure of 310 kg/cm², the mean difference was 51.67 kg/cm², equivalent to 16.67% of the reference value. Signs of leakage were recorded in five of the six inspections. The maintenance records also stated a post-maintenance pressure of 310 kg/cm² for each event. These findings highlight the practical value of combining pressure testing and leakage checks to assess injector condition and prioritize maintenance. To strengthen the evaluation of maintenance outcomes, subsequent tests should include clearly identified injectors and traceable instrument readings. This study provides a practical basis for improving routine injector inspection and maintenance records in marine main engines.

Keywords: *diesel injector; test pressure; nozzle leakage; marine main engine; preventive maintenance.*

INFORMASI ARTIKEL

Diterima	Direvisi	Disetujui	Diterbitkan
20 Oktober 2026	20 November 2026	25 November 2026	26 Desember 2026

DOI: https://doi.org/10.62391/ejmi.v8i2.309

Cara Mengutip: Jusva Agus Muslim, Cholis Imam Nawawi, Muhammad Irwandi Lendra Putra, Fernanda Dimas Arif, "Evaluasi tekanan uji dan kondisi kebocoran injektor pada mesin induk MT. Success Marlina XXXIII," Journal Marine Inside, vol. 8, no. 2, pp. 306–313, 2026, doi: https://doi.org/10.62391/ejmi.v8i2.309.

AKSES TERBUKA, HAK CIPTA, DAN LISENSI
Hak cipta tetap pada penulis, dengan memberikan hak publikasi pertama kepada Journal Marine Inside. Artikel menggunakan lisensi Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) sesuai perjanjian publikasi jurnal.

PENDAHULUAN

Sistem injeksi berperan penting dalam penyaluran dan pengabutan bahan bakar pada mesin diesel penggerak utama kapal. Tekanan pembukaan injektor yang sesuai dengan spesifikasi membantu proses penyemprotan berlangsung pada kondisi yang direncanakan. Di sisi lain, mutu kerja injektor juga dipengaruhi oleh aliran internal, geometri nozzle, turbulensi, dan kavitasi [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Oleh karena itu, pemeriksaan tekanan perlu dipadukan dengan pengamatan kondisi komponen dan indikasi kebocoran agar penilaian teknis lebih menyeluruh [8], [9]. Selama pengoperasian, injektor dapat mengalami perubahan kondisi akibat penggunaan berulang, pembentukan deposit, keausan dudukan jarum, atau gangguan kebersihan bahan bakar [10], [11]. Penelitian mengenai deformasi dudukan nozzle menunjukkan pentingnya kondisi kontak jarum dengan dudukannya [12], [13], sedangkan kajian deposit injektor menekankan peran karakteristik bahan bakar, temperatur, dan operasi mesin [14], [15], [16]. Keragaman mekanisme tersebut menjadikan pengujian tekanan dan pemeriksaan kebocoran sebagai tahap awal diagnostik yang bermanfaat sebelum dilakukan pemeriksaan komponen lebih lanjut [17]. Penelitian terdahulu telah menghubungkan kondisi sistem injeksi dan pemeliharaan mesin laut dengan emisi [18], [19], [20], serta mengembangkan diagnostik perubahan tekanan pembukaan melalui analisis getaran [21]. Pengukuran getaran torsional juga digunakan untuk mengenali deposit pada nozzle [22], [23], sementara investigasi kerusakan material dapat membantu menelusuri mekanisme kavitasi [24], [25], [26]. Pada praktik pemeliharaan kapal, pemeriksaan langsung menggunakan perangkat penguji injektor tetap relevan karena menghasilkan informasi awal yang segera dapat digunakan awak mesin untuk menentukan kebutuhan inspeksi, penyetelan, pembersihan, atau penggantian komponen sesuai petunjuk pabrikan [27].

Penelitian lapangan pada mesin induk MT. Success Marlina XXXIII dilakukan melalui pengamatan pemeriksaan tekanan injektor, identifikasi indikasi kebocoran, serta dokumentasi komponen dan tindakan perawatan selama praktik laut tahun 2024–2025 [28]. Enam kejadian pengujian memberikan gambaran variasi tekanan pada kondisi perawatan nyata di kapal. Pengolahan data dilakukan dengan memeriksa kesesuaian antartabel pengamatan agar hasil perhitungan dapat dipertanggungjawabkan. Pada satu tanggal terdapat perbedaan penulisan nilai, sehingga analisis juga memuat pemeriksaan sensitivitas untuk menunjukkan pengaruhnya terhadap ringkasan hasil. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengevaluasi hasil pengujian tekanan injektor pada enam kejadian perawatan; (2) menjelaskan indikasi kebocoran yang ditemukan saat pemeriksaan; (3) menghitung deviasi tekanan terhadap nilai acuan dan menilai konsistensi pencatatan hasil pascaperawatan; serta (4) menyusun rekomendasi diagnostik yang dapat diterapkan pada pemeliharaan mesin induk. Kontribusi penelitian terletak pada penyajian hasil pemeriksaan lapangan yang terukur dan penerjemahannya menjadi langkah praktis untuk pemeriksaan dan pencatatan perawatan injektor.

METODE PENELITIAN

Desain, lokasi pengamatan, dan unit analisis

Penelitian menggunakan desain studi kasus deskriptif kuantitatif yang berangkat dari pengamatan langsung saat kegiatan perawatan mesin induk kapal MT. Success Marlina XXXIII. Pengumpulan data lapangan berlangsung selama praktik laut pada 20 November 2024–28 November 2025, kemudian hasil pemeriksaan diolah dan dianalisis secara kuantitatif [28]. Mesin yang diamati adalah Kobe Diesel 6UEC45LA. Dalam kegiatan pemeriksaan digunakan nilai acuan tekanan 310 kg/cm², sedangkan catatan pemeliharaan menyebut interval inspeksi 2.000 jam kerja. Penetapan batas kelayakan dan toleransi tekanan tetap merujuk pada manual teknis pabrikan yang sesuai dengan tipe injektor. Satuan tekanan kg/cm² dipertahankan sebagaimana tercatat dalam dokumen pemeriksaan; bila satuan yang dimaksud adalah kgf/cm², konversi ke MPa memerlukan konfirmasi alat dan manual. Nilai 310 merupakan acuan yang dilaporkan, bukan toleransi universal untuk semua injektor. Kalibrasi alat, identitas komponen dan prosedur uji belum dapat diverifikasi dari catatan yang tersedia.

Unit analisis penelitian adalah enam kejadian pemeriksaan injektor yang dilaksanakan selama masa pengamatan. Setiap kejadian memuat hasil tekanan awal, keterangan kebocoran, dan catatan tekanan sesudah tindakan perawatan. Keenam kejadian tidak secara otomatis dianggap berasal dari enam injektor berbeda, karena identitas komponen belum ditautkan untuk setiap tanggal pemeriksaan. Informasi kalibrasi alat, nomor injektor, dan pengulangan pengujian merupakan rincian teknis yang

perlu dicatat lebih lengkap pada pemeriksaan berikutnya agar hasil antarwaktu lebih mudah dibandingkan dan ketidakpastian pengukuran dapat dievaluasi [29].

Pengelolaan hasil pengamatan dan definisi variabel

Data diperoleh dari pemeriksaan tekanan sebelum perawatan, pengecekan kebocoran, pengamatan komponen, dan catatan tindakan pemeliharaan di kapal. Pada pemeriksaan 19 Agustus 2025, angka 250 kg/cm² digunakan karena konsisten pada dua tabel pengamatan, sedangkan angka 290 kg/cm² yang juga tercantum pada rekap pembanding dianalisis sebagai skenario sensitivitas. Pencatatan pemeriksaan Juli memuat tanggal 7 dan 9 Juli; keduanya diperlakukan sebagai satu kejadian yang sama hingga tanggal pelaksanaannya dapat dikonfirmasi dari logbook. Dengan demikian, keenam kejadian tetap terwakili tanpa penambahan jumlah pengamatan. Variabel P_{0i} menyatakan tekanan uji sebelum perawatan pada kejadian ke-i; B adalah nilai acuan pemeriksaan sebesar 310 kg/cm²; P_{1i}* adalah nilai tekanan sesudah perawatan yang tercatat, dengan tanda bintang untuk membedakannya dari rangkaian pengukuran berulang yang telah diverifikasi; dan L_i menyatakan hasil pemeriksaan kebocoran (ada/tidak ada). Satuan tekanan dipertahankan sesuai pencatatan lapangan, yaitu kg/cm²; penulisan teknis kgf/cm² perlu dikonfirmasi terhadap skala alat uji.

Perhitungan dan strategi analisis

Deviasi tekanan terhadap nilai acuan dihitung dengan $d_i = B - P_{0i}$. Persentase deviasi terhadap acuan dihitung menggunakan $q_i = 100d_i/B$, sedangkan persentase selisih terhadap tekanan awal dihitung menggunakan $r_i = 100d_i/P_{0i}$. Enam nilai tekanan awal diringkas melalui rerata, median, rentang, dan simpangan baku sampel. Selain itu, dihitung selisih rata-rata terhadap nilai acuan dan rata-rata persentase tiap kejadian. Kedua ukuran persentase dilaporkan terpisah agar penafsirannya konsisten.

Nilai pascaperawatan pada keenam kejadian tercatat sebesar 310 kg/cm², sama dengan nilai acuan pemeriksaan. Oleh karena itu, besarnya selisih tekanan sebelum dan sesudah yang tercatat dapat dibandingkan secara deskriptif, tetapi tidak digunakan sebagai estimasi pengaruh kausal satu tindakan perawatan tertentu. Analisis difokuskan pada besaran deviasi, pola indikasi kebocoran, dan implikasi pemeriksaan lapangan. Uji sensitivitas terhadap angka 19 Agustus dilakukan untuk memastikan bahwa interpretasi hasil utama tetap transparan. Enam kejadian adalah unit deskriptif, bukan enam sampel injektor yang diketahui independen. Karena identitas injektor dapat berulang, statistik hanya merangkum kejadian terdokumentasi; uji inferensial atau estimasi efek perawatan tidak dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan lapangan injektor

Selama kegiatan perawatan, diperoleh enam hasil tekanan awal sebesar 240, 280, 290, 200, 250, dan 290 kg/cm². Pemeriksaan kebocoran menunjukkan indikasi kebocoran pada lima kejadian, sedangkan satu kejadian tidak menunjukkan indikasi tersebut. Pengamatan berlangsung pada Desember 2024 hingga Agustus 2025. Pada catatan teknis perawatan, angka acuan pengujian yang digunakan adalah 310 kg/cm² dan nilai tekanan setelah tindakan perawatan juga tercantum 310 kg/cm² pada setiap kejadian. Rincian pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengamatan tekanan dan indikasi kebocoran injektor selama perawatan.

Tanggal	P awal (kg/cm²)	Bocor	P sesudah** (kg/cm²)	Keterangan pemeriksaan
13 Des 2024	240	Ada	310	Hasil konsisten
12 Feb 2025	280	Tidak ada	310	Hasil konsisten
27 Mar 2025	290	Ada	310	Hasil konsisten
Juli 2025*	200	Ada	310	Tanggal rekap perlu konfirmasi
19 Agu 2025	250	Ada	310	250 sesuai dua tabel pengamatan
21 Agu 2025	290	Ada	310	Hasil konsisten

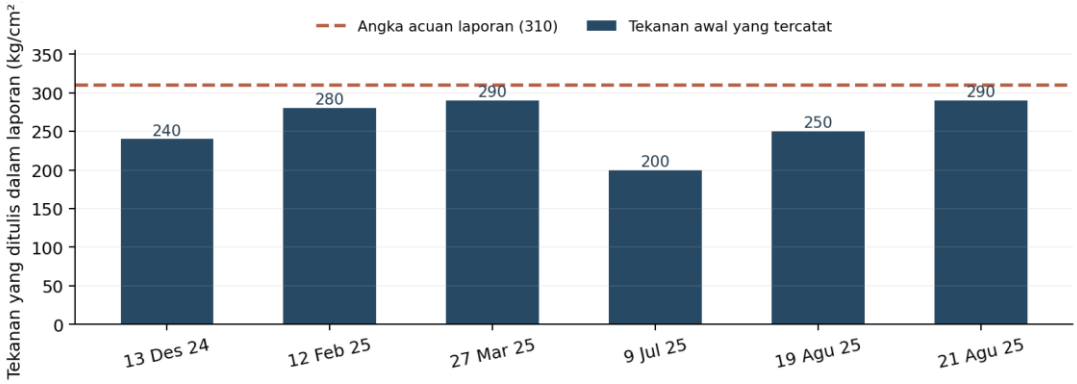
Variasi tekanan awal dan deviasi terhadap nilai acuan

Hasil perhitungan menunjukkan rerata tekanan awal 258,33 kg/cm², median 265,00 kg/cm², dan simpangan baku sampel 35,45 kg/cm², dengan rentang 200–290 kg/cm². Terhadap nilai acuan 310 kg/cm², deviasi setiap kejadian berkisar 20–110 kg/cm² dan rata-ratanya 51,67 kg/cm², setara dengan 16,67% dari acuan. Besaran tersebut menjadi 20,00% apabila dibandingkan dengan rerata tekanan awal, sedangkan rerata persentase deviasi masing-masing kejadian adalah 22,11%. Pemeriksaan pada Juli memiliki selisih terbesar, yaitu 110 kg/cm², sehingga menjadi perhatian utama untuk evaluasi kondisi komponen. Hasil ini menunjukkan nilai praktis pengukuran berkala untuk menentukan urutan prioritas

pemeriksaan. Pada tabel, nilai d/B (%) menyatakan selisih terhadap tekanan acuan, sedangkan nilai d/P awal (%) menyatakan selisih terhadap tekanan masing-masing pengamatan. Kedua ukuran menggunakan dasar perhitungan berbeda.

Tabel 2. Perhitungan deviasi dan persentase per kejadian.

Tanggal	P awal	Deviasi d	d/B (%)	d/P awal (%)
13 Des	240	70	22,58	29,17
12 Feb	280	30	9,68	10,71
27 Mar	290	20	6,45	6,90
14 Juli	200	110	35,48	55,00
19 Agu	250	60	19,35	24,00
21 Agu	290	20	6,45	6,90



Gambar 1. Perbandingan tekanan awal enam pemeriksaan injektor dengan nilai acuan pengujian 310 kg/cm².

Tabel 3. Ringkasan statistik hasil pemeriksaan dan manfaat diagnostiknya.

Indikator	Nilai	Manfaat interpretasi
n	6	Enam pemeriksaan lapangan selama periode pengamatan
Rerata ± SD	258,33 ± 35,45	Menjelaskan variasi tekanan antar pemeriksaan
Median; min–maks	265; 200–290	Ringkasan sebaran nilai tekanan awal
Deviasi rerata	51,67	Besaran selisih terhadap target uji 310
Deviasi / nominal	16,67%	Deviasi relatif terhadap acuan 310
Deviasi / rerata awal	20,00%	Perbandingan terhadap rerata awal 258,33
Rerata persen kejadian	22,11%	Rata-rata proporsi setiap kejadian

Temuan kebocoran dan manfaat diagnostik pemeriksaan

Indikasi kebocoran ditemukan pada lima dari enam pemeriksaan (83,3%), masing-masing pada tekanan awal 240, 290, 200, 250, dan 290 kg/cm². Satu pemeriksaan tanpa indikasi kebocoran memiliki tekanan awal 280 kg/cm². Temuan tersebut memperlihatkan bahwa pemeriksaan kebocoran melengkapi informasi dari pengujian tekanan: injektor dengan tekanan relatif lebih tinggi juga dapat menunjukkan indikasi kebocoran. Dalam penerapan di kamar mesin, pengujian tekanan sebaiknya selalu disertai pemeriksaan kekedapan, pola pengabutan, dan kondisi jarum serta dudukannya sesuai prosedur pabrikan. Hasil status bocor/tidak bocor merupakan pengamatan diagnostik, bukan pengukuran debit kebocoran.



Gambar 2. Dokumentasi komponen nozzle dan pemeriksaan pegas injektor selama kegiatan penelitian lapangan.

Dokumentasi lapangan memperlihatkan kondisi komponen nozzle serta pemeriksaan pegas injektor. Panjang bebas pegas lama tercatat 95,7 mm, sedangkan pegas baru 96,0 mm. Selisih panjang tersebut berguna sebagai informasi pemeriksaan awal, tetapi belum menunjukkan besarnya perubahan kekakuan pegas karena belum tersedia pasangan pengukuran gaya dan defleksi. Pengukuran lanjutan terhadap dimensi komponen, karakteristik pegas, dan kondisi permukaan dudukan nozzle akan membantu menentukan jenis tindakan perbaikan secara lebih spesifik.

Evaluasi tekanan pascaperawatan dan analisis sensitivitas

Pada keenam kejadian, catatan hasil setelah tindakan perawatan menunjukkan nilai 310 kg/cm², sesuai dengan tekanan acuan yang digunakan dalam pemeriksaan. Secara aritmetis, perbedaan antara angka pascaperawatan dan tekanan awal berkisar 20–110 kg/cm², dengan rerata 51,67 kg/cm². Keseragaman angka pascaperawatan memberikan arah evaluasi terhadap target tekanan yang digunakan awak mesin, tetapi interpretasi peningkatan tekanan secara terukur tetap memerlukan bukti pembacaan alat untuk tiap injektor. Karena itu, besaran 51,67 kg/cm² disajikan sebagai deviasi tekanan awal terhadap nilai acuan sekaligus selisih berdasarkan angka pascaperawatan yang tercatat, bukan sebagai ukuran tunggal keberhasilan penggantian nozzle.

Sebagai pemeriksaan ketahanan hasil, digunakan skenario alternatif 290 kg/cm² untuk pemeriksaan 19 Agustus, menggantikan angka utama 250 kg/cm². Pada skenario tersebut, rerata tekanan awal menjadi 265,00 kg/cm² dan deviasi rerata terhadap acuan menjadi 45,00 kg/cm². Perbedaan sebesar 6,67 kg/cm², atau 12,90% dari deviasi utama, menunjukkan manfaat verifikasi pengukuran pada himpunan data kecil. Meski demikian, kedua skenario sama-sama memperlihatkan bahwa seluruh nilai tekanan awal berada di bawah angka acuan 310 kg/cm².

Tabel 4. Analisis sensitivitas nilai pemeriksaan 19 Agustus 2025.

Pilihan nilai	Rerata awal	Deviasi rerata	Deviasi terhadap acuan
250 kg/cm² (analisis utama)	258,33	51,67	16,67%
290 kg/cm² (skenario)	265,00	45,00	14,52%

Makna hasil bagi teknik perawatan mesin induk

Hasil pemeriksaan memberikan dua informasi penting bagi awak mesin: variasi tekanan yang perlu dipantau dan indikasi kebocoran yang membutuhkan pemeriksaan komponen. Kavitasi, deposit, dan perubahan geometri dudukan jarum merupakan mekanisme yang diketahui dapat memengaruhi injektor [1], [2], [12], [14], [15], [24]. Oleh sebab itu, langkah diagnostik sebaiknya dilakukan berurutan: mengonfirmasi tekanan uji, memeriksa kekedapan dan pengabutan, mengevaluasi needle-seat serta pegas, kemudian melakukan penyetelan atau penggantian sesuai manual pabrikan. Penentuan penyebab keausan secara spesifik dan pengaruhnya terhadap daya mesin memerlukan pengukuran tambahan yang sesuai [21].

Pemeriksaan pada 19 dan 21 Agustus 2025 berselang dua hari, sementara interval pemeriksaan dicantumkan 2.000 jam. Informasi ini menegaskan pentingnya menghubungkan jam kerja dengan identitas injektor dan silinder, bukan hanya jam operasi mesin. Logbook yang rinci akan membantu penjadwalan servis berbasis kondisi, evaluasi tren tekanan, dan penelusuran riwayat komponen. Temuan penelitian ini menjadi dasar diagnostik untuk mesin yang diamati, bukan penetapan batas penggantian universal.

IMPLIKASI PRAKTIS DAN PENINGKATAN PEMERIKSAAN

Penerapan hasil penelitian dimulai dengan pencatatan identitas injektor, silinder, dan jam kerja. Pemeriksaan dilanjutkan dengan pengujian tekanan awal dan kekedapan menggunakan prosedur yang konsisten. Apabila ditemukan penyimpangan, nozzle, needle-seat, pegas, dan kebersihan sistem bahan bakar perlu diperiksa, kemudian perawatan dilakukan sesuai manual pabrikan. Pengujian ulang dan penyimpanan bukti pembacaan tekanan setelah perawatan membantu menentukan prioritas servis dan membandingkan kondisi injektor dari waktu ke waktu. ISO 8217:2024 dapat menjadi acuan mutu bahan bakar maritim, tetapi penilaian pengaruh bahan bakar tetap memerlukan pengujian sampel yang sesuai [30].

Tabel 5. Penguatan pencatatan dan tindak lanjut pemeriksaan injektor.

Aspek pemeriksaan	Temuan penelitian	Penguatan yang disarankan
Tekanan awal	Enam nilai hasil pemeriksaan	Uji berulang dan simpan bukti bacaan

Aspek pemeriksaan	Temuan penelitian	Penguatan yang disarankan
Tekanan sesudah	Enam nilai tercatat sebesar 310	Arsipkan bacaan tiap injektor sesudah servis
Identitas komponen	Belum dipasangkan per tanggal	Catat nomor injektor dan silinder
Jam kerja	Interval 2.000 jam tercantum	Tautkan jam kerja dengan ID injektor
Kebocoran	Lima indikasi; satu tanpa indikasi	Gunakan SOP pemeriksaan kekedapan
Pegas dan nozzle	Foto serta panjang bebas pegas	Lengkapi dimensi komponen dan uji gaya–defleksi
Performa mesin	Tidak diuji sebagai keluaran penelitian	Tambahkan pengukuran beban, suhu gas buang, dan SFOC

Literatur teknik membahas geometri nosel, mekanisme kerusakan injektor, tekanan injeksi, dan diagnosis gangguan pada mesin diesel [31], [32], [33]. Konteks dan rancangan setiap penelitian tersebut berbeda. Literatur ini memberikan kerangka pembanding untuk memahami topik yang dikaji. Hasil penelitian ini tetap harus ditafsirkan berdasarkan bukti yang tersedia dalam studi ini.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemeriksaan tekanan dan kebocoran injektor perlu dilakukan secara bersamaan untuk menilai kondisi sistem injeksi bahan bakar pada mesin induk kapal. Hasil pengamatan pada MT. Success Marlina XXXIII menunjukkan bahwa injektor dengan tekanan mendekati nilai acuan tetap dapat mengalami kebocoran. Oleh karena itu, pemeriksaan perlu mencakup tekanan pengujian, kekedapan, pola pengabutan, serta kondisi nozzle dan pegas. Temuan ini menegaskan pentingnya perawatan berdasarkan kondisi aktual komponen, bukan hanya interval jam kerja. Hasil penelitian dapat menjadi dasar penentuan prioritas perawatan dan peningkatan prosedur pemeriksaan injektor untuk mendukung keandalan mesin induk kapal. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengukur pengaruh kondisi injektor terhadap kinerja mesin secara lebih menyeluruh. Catatan enam tekanan awal dan lima indikasi kebocoran memperlihatkan perlunya evaluasi tekanan dan kekedapan secara bersama. Nilai pascaperawatan yang seragam pada 310 kg/cm² perlu dikonfirmasi melalui bacaan alat dan identitas injektor; penetapan kelayakan tetap mengikuti manual pabrikan yang sesuai.

DEKLARASI DAN INFORMASI TAMBAHAN

ORIGINALITAS DAN PENGAJUAN EKSKLUSIF

Para penulis menyatakan bahwa artikel ini merupakan karya ilmiah asli berdasarkan penelitian dan pengamatan langsung terhadap sistem injeksi bahan bakar mesin induk kapal MT. Success Marlina XXXIII. Artikel ini belum pernah diterbitkan dalam jurnal ilmiah dan tidak sedang diajukan atau dipertimbangkan untuk diterbitkan pada jurnal lain. Seluruh penulis telah menyetujui isi akhir manuskrip dan bertanggung jawab atas keaslian serta integritas ilmiah penelitian.

KONTRIBUSI PENULIS

Jusva Agus Muslim berkontribusi pada konseptualisasi penelitian, penyusunan metodologi, supervisi, dan penulisan draf awal manuskrip. Cholis Imam Nawawi berkontribusi pada pengembangan metodologi, supervisi penelitian, validasi teknis, serta penelaahan dan penyuntingan manuskrip. Muhammad Irwandi Lendra Putra berkontribusi pada analisis data, kurasi data, interpretasi hasil penelitian, dan visualisasi. Fernanda Dimas Arif berkontribusi pada pelaksanaan pengamatan langsung di kapal, pengumpulan data teknis, pemeriksaan kondisi injektor, dan dokumentasi penelitian. Seluruh penulis berkontribusi dalam pembahasan hasil, penyempurnaan manuskrip, dan persetujuan akhir artikel.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan finansial, profesional, personal, akademik, maupun institusional yang dapat memengaruhi pelaksanaan penelitian, pengumpulan dan analisis data, interpretasi hasil, atau publikasi artikel.

PENDANAAN

Penelitian ini didanai oleh Politeknik Pelayaran Banten berdasarkan Keputusan Direktur Nomor KP-P2B 268 Tahun 2026 tentang Pengangkatan Tim Penelitian Dosen pada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2026 (Tim Penelitian 14).

PERSETUJUAN ETIK

KETERSEDIAAN DATA

Data yang mendukung hasil penelitian meliputi enam pengamatan tekanan injektor, hasil pemeriksaan kebocoran, data perawatan, serta dokumentasi teknis komponen mesin. Data utama dan hasil perhitungannya disajikan dalam artikel. Akses terhadap dokumentasi teknis tambahan mengikuti ketentuan kerahasiaan operasional kapal dan persetujuan pihak yang berwenang.

PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN

ChatGPT (OpenAI) digunakan untuk membantu penyuntingan bahasa, struktur, pemeriksaan konsistensi, dan penyesuaian format naskah. Data, hasil, interpretasi, dan substansi ilmiah menjadi tanggung jawab para penulis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Pelayaran Banten atas dukungan seluruh pendanaan melalui Program Hibah Internal Tahun 2026 berdasarkan Keputusan Nomor KP-P2B 268 Tahun 2026. Dukungan ini turut mendorong inovasi hijau, keberlanjutan, dan pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs).

INDEPENDENSI EDITORIAL

Penelaahan dan keputusan editorial dilaksanakan secara independen sesuai kebijakan Journal Marine Inside. Keterlibatan penulis dalam tim editorial perlu diungkapkan dan dikelola melalui pengunduran diri dari penanganan naskah sendiri.

HAK CIPTA DAN LISENSI

Hak cipta tetap pada penulis; Journal Marine Inside memperoleh hak publikasi pertama. Ketentuan yang dicantumkan pada template adalah lisensi Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0).

Penelitian berfokus pada pengamatan teknis dan pemeriksaan injektor.

PERSETUJUAN PARTISIPAN

Naskah tidak melaporkan perekrutan partisipan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Schmidt, D. P., & Corradini, M. L. (2001). The internal flow of diesel fuel injector nozzles: A review. *International Journal of Engine Research, 2*(1), 1–22. https://doi.org/10.1243/1468087011545316

[2] Balz, R., Nagy, I. G., Weisser, G., & Sedarsky, D. (2021). Experimental and numerical investigation of cavitation in marine Diesel injectors. *International Journal of Heat and Mass Transfer, 169*, Article 120933. https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.120933

[3] Payri, F., Bermúdez, V., Payri, R., & Salvador, F. J. (2004). The influence of cavitation on the internal flow and the spray characteristics in diesel injection nozzles. *Fuel, 83*(4–5), 419–431. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2003.09.010

[4] Payri, R., García-Oliver, J. M., Salvador, F. J., & Gimeno, J. (2005). Using spray momentum flux measurements to understand the influence of diesel nozzle geometry on spray characteristics. *Fuel, 84*(5), 551–561. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2004.10.009

[5] Payri, R., Salvador, F. J., Gimeno, J., & Zapata, L. D. (2008). Diesel nozzle geometry influence on spray liquid-phase fuel penetration in evaporative conditions. *Fuel, 87*(7), 1165–1176. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.05.058

[6] He, Z., Zhong, W., Wang, Q., Jiang, Z., & Shao, Z. (2013). Effect of nozzle geometrical and dynamic factors on cavitating and turbulent flow in a diesel multi-hole injector nozzle. *International Journal of Thermal Sciences, 70*, 132–143. https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2013.03.008

[7] Xu, H., Wang, T., & Che, Z. (2022). Flow in fuel nozzles under cavitation and flash-boiling conditions. *AIP Advances, 12*, Article 055218. https://doi.org/10.1063/5.0089755

[8] Som, S., Ramirez, A. I., Longman, D. E., & Aggarwal, S. K. (2011). Effect of nozzle orifice geometry on spray, combustion, and emission characteristics under diesel engine conditions. *Fuel, 90*(3), 1267–1276. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.10.048

[9] Payri, R., Molina, S., Salvador, F. J., & Gimeno, J. (2004). A study of the relation between nozzle geometry, internal flow and sprays characteristics in diesel fuel injection systems. *KSME International Journal, 18*(7), 1222–1235. https://doi.org/10.1007/BF02983297

[10] Smith, A., & Williams, R. (2015). Linking the physical manifestation and performance effects of injector nozzle deposits in modern diesel engines. *SAE International Journal of Fuels and Lubricants, 8*(2), 344–357. https://doi.org/10.4271/2015-01-0892

[11] Behrendt, C., & Smith, A. (2017). *A study of diesel fuel injector deposit effects on power and fuel economy performance*. SAE Technical Paper 2017-01-0803. https://doi.org/10.4271/2017-01-0803

[12] Butmarasri, A., Sato, S., & Kosaka, H. (2022). Wear and deformation of nozzle body seat of diesel fuel injector. *International Journal of Automotive Technology, 23*, 243–255. https://doi.org/10.1007/s12239-022-0021-2

[13] Xu, X.-L., & Yu, Z.. (2021). Failure analysis of a truck diesel engine injector nozzle-valve. *Engineering Failure Analysis, 120*, Article 105084. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.105084

[14] Edney, M. K., Barker, J., Reid, J., Scurr, D. J., & Snape, C. E. (2020). Recent advances in the analysis of GDI and diesel fuel injector deposits. *Fuel, 272*, Article 117682. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117682

[15] Birgel, A. et al. (2008). *Deposit formation in the holes of diesel injector nozzles: A critical review*. SAE Technical Paper 2008-01-2383. https://doi.org/10.4271/2008-01-2383

[16] Park, J., Jang, J. H., & Park, S. (2015). Effect of fuel temperature on heavy fuel oil spray characteristics in a common-rail fuel injection system for marine engines. *Ocean Engineering, 104*, 580–589. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.06.002

[17] Cao, T. (2025). Multifactorial mechanisms of cavitation and spray atomization in diesel injector nozzles: A comprehensive review. *Advances in Mechanical Engineering, 17*(12). https://doi.org/10.1177/16878132251405121

[18] Duran, V., Uriondo, Z., & Moreno-Gutiérrez, J. (2012). The impact of marine engine operation and maintenance on emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 17*(1), 54–60. https://doi.org/10.1016/j.trd.2011.09.001

[19] Zhang, W., Li, X., Huang, L., et al. (2019). Experimental study on spray and evaporation characteristics of diesel-fueled marine engine conditions based on optical diagnostic technology. *Fuel, 246*, 454–465. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.02.065

[20] Li, H., Verschaeren, R., Beji, T., & Verhelst, S. (2021). Investigation of evaporating sprays in a medium speed marine engine. *Experimental Thermal and Fluid Science, 121*, Article 110278. https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2020.110278

[21] Kluczyk, M., Grządziela, A., Polak, A., Pająk, M., & Gajda, M. (2023). Analysis of changes in the opening pressure of marine engine injectors based on vibration parameters recorded at a constant torque load. *Sensors, 23*(20), Article 8404. https://doi.org/10.3390/s23208404

[22] Drewing, S., & Witkowski, K. (2021). Spectral analysis of torsional vibrations measured by optical sensors, as a method for diagnosing injector nozzle coking in marine diesel engines. *Sensors, 21*(3), Article 775. https://doi.org/10.3390/s21030775

[23] Lv, Y., Yang, X., Li, Y., Liu, J., & Li, S. (2024). Fault detection and diagnosis of marine diesel engines: A systematic review. *Ocean Engineering, 294*, Article 116798. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.116798

[24] Asi, O.. (2006). Failure of a diesel engine injector nozzle by cavitation damage. *Engineering Failure Analysis, 13*(7), 1126–1133. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2005.07.021

[25] Koukouvinis, P., Gavaises, M., Li, J., & Wang, L. (2016). Large Eddy Simulation of Diesel injector including cavitation effects and correlation to erosion damage. *Fuel, 175*, 26–39. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.02.037

[26] Cristofaro, M., Edelbauer, W., Koukouvinis, P., & Gavaises, M. (2020). A numerical study on the effect of cavitation erosion in a diesel injector. *Applied Mathematical Modelling, 78*, 200–216. https://doi.org/10.1016/j.apm.2019.09.002

[27] Vera-Tudela, W., Haefeli, R., Barro, C., et al. (2020). An experimental study of a very high-pressure diesel injector (up to 5000 bar) by means of optical diagnostics. *Fuel, 275*, Article 117933. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117933

[28] Muslim, J. A., Nawawi, C. I., Putra, M. I. L., & Arif, F. D. (2025). *Analisis terjadinya keausan nozzle pada injector motor diesel sebagai penggerak utama di kapal MT. Success Marlina XXXIII*. dokumentasi penelitian lapangan tidak diterbitkan, Politeknik Pelayaran Banten, data pengamatan 2024–.

[29] Taylor, B. N., & Kuyatt, C. E. (1994). *Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results, NIST technical note 1297*. 1994 ed. https://doi.org/10.6028/NIST.tn.1297

[30] International Organization for Standardization. (2024). *Products from petroleum, synthetic and renewable sources—Fuels (class F)—Specifications of marine fuels* (ISO Standard No. 8217:2024). https://www.iso.org/standard/80579.html

[31] Gumus, M., Sayin, C., & Canakci, M.. (2012). The impact of fuel injection pressure on the exhaust emissions of a direct injection diesel engine fueled with biodiesel–diesel fuel blends. *Fuel*. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.11.020

[32] Xu, J., Lan, Q., Fan, L., Wu, Y., Wei, Y., & Gu, Y.. (2023). Research on injection performance of the double-lift electronically controlled injector for marine diesel engine. *Fuel*. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.126878

[33] Nguyen, T. Q., Le, H. D., & Dunin, A. Y.. (2023). Influences of injector geometry parameters on fuel injection characteristics and parameters of a diesel engine. *Transport and Communications Science Journal*. https://doi.org/10.47869/tcsj.74.4.12