

Analisis Penyebab Menurunnya Tekanan Injector Pada Mesin Induk Di Kapal MV Tanto Kawan

Muqtafi Choiruddin¹, Sugeng Marsudi², Dyah Agustin³
^{1,2,3}Fakultas Vokasi Pelayaran, Universitas Hang Tuah, Surabaya, Indonesia

Article Info	ABSTRAK
Article history: Received Agustus 21, 2026 Revised Agustus 21, 2026 Accepted Agustus 23, 2026 Kata Kunci: Injector, tekanan injector, nozzle injector, mesin induk, MV Tanto Kawan Keywords: Injector, injector pressure, injector nozzle, main engine, MV Tanto Kawan	Menurunnya tekanan injector pada mesin induk dapat mengganggu kinerja sistem injeksi bahan bakar dan menurunkan efisiensi pembakaran pada mesin diesel. Penelitian ini bertujuan menganalisis penyebab menurunnya tekanan injector pada mesin induk di kapal MV Tanto Kawan, mengetahui dampaknya terhadap kinerja mesin induk, serta mengidentifikasi upaya penanganan yang dilakukan. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan pengujian injector menggunakan injector tester. Data diperoleh selama praktik laut dan didukung engine log book, manual book, serta wawancara dengan Chief Engineer dan Second Engineer. Hasil penelitian menunjukkan penyebab utama penurunan tekanan injector adalah penyumbatan lubang nozzle akibat endapan kerak karbon dan kotoran bahan bakar, melemahnya spring nozzle akibat material fatigue, serta kurang optimalnya kebersihan tangki service bahan bakar. Tekanan pembukaan injector silinder nomor 4 turun dari standar 320 bar menjadi 295 bar dan temperatur gas buang meningkat dari sekitar 360°C menjadi 375°C. Penanganan dilakukan melalui pengecekan dan kalibrasi tekanan injector, penggantian spring nozzle, pembersihan nozzle, serta pembersihan tangki service secara berkala sehingga kinerja sistem injeksi dan performa mesin induk dapat dipertahankan. ABSTRACT <i>Decreasing injector pressure in the main engine can disrupt fuel injection system performance and reduce combustion efficiency in diesel engines. This study aims to analyze the causes of decreasing injector pressure in the main engine of the MV Tanto Kawan, determine its impact on main engine performance, and identify handling efforts. The study uses a qualitative descriptive method with data collection through observation, interviews, documentation, and injector testing using an injector tester. Data were obtained during sea practice and supported by the engine log book, manual book, and interviews with the Chief Engineer and Second Engineer. The results show that the main causes of decreasing injector pressure are blockage of the nozzle hole due to carbon deposits and fuel dirt, weakening of the nozzle spring due to material fatigue, and inadequate cleanliness of the fuel service tank. The opening pressure of injector cylinder number 4 decreased from the standard 320 bar to 295 bar, while the exhaust gas temperature increased from around 360°C to 375°C. Handling efforts included checking and calibrating injector pressure, replacing the weakened nozzle spring, cleaning the injector nozzle, and periodically draining the fuel service tank so that injection system and main engine performance could be maintained.</i>

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license



Corresponding Author:

Muqtafi Choiruddin
Fakultas Vokasi Pelayaran, Universitas Hang Tuah
Surabaya, Indonesia
Email: tafiiwolulus@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Transportasi laut merupakan elemen penting dalam mobilitas dan perdagangan karena kapal memiliki kapasitas angkut besar, efisiensi operasional tinggi, serta biaya pengiriman yang relatif ekonomis. Keandalan kapal harus dijaga agar distribusi dan layanan transportasi laut berjalan lancar [1]. Salah satu aspek penting dalam menjaga keandalan tersebut adalah kondisi permesinan, khususnya mesin induk sebagai penggerak utama kapal [2]. Pada mesin induk berbahan bakar diesel, injector berfungsi menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar dengan tekanan tinggi agar proses pengabutan dan pembakaran berlangsung sempurna. Tekanan semprotan yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, konsumsi bahan bakar meningkat, timbul getaran, dan putaran mesin menjadi tidak stabil [3].

Penurunan tekanan injector pernah terjadi pada mesin induk MV Tanto Kawan ketika kapal berlayar dari Surabaya menuju Makassar pada 10 Juni 2025 saat jam jaga 08.00–12.00 WITA. Pemeriksaan rutin menunjukkan temperatur gas buang silinder nomor 4 meningkat dari kondisi normal sekitar 360°C menjadi 375°C. Kondisi tersebut mengindikasikan gangguan pembakaran yang berkaitan dengan tekanan injector yang tidak optimal. Penurunan tekanan juga diduga dipengaruhi kurangnya perawatan sistem bahan bakar, khususnya pembersihan service tank yang tidak dilakukan secara rutin sehingga kotoran dan endapan dapat terbawa bersama aliran bahan bakar dan menyumbat lubang nozzle injector.

Penelitian terdahulu yang digunakan dalam skripsi menunjukkan hubungan antara kondisi sistem injeksi dan performa mesin diesel. Nugroho menjelaskan bahwa keausan pump element dan nozzle injector dapat menurunkan tekanan injeksi dan berdampak pada konsumsi bahan bakar serta efisiensi pembakaran [4]. Putranto dkk. menunjukkan bahwa variasi tekanan injeksi memengaruhi karakteristik semprotan dan proses atomisasi bahan bakar [5]. Hamdani dkk. menekankan bahwa penyumbatan nozzle akibat perawatan yang kurang optimal mengganggu pengabutan dan pembakaran [6], sedangkan Fijar dkk. mengaitkan kualitas bahan bakar, tekanan yang rendah, dan filtrasi yang tidak optimal dengan penyumbatan nozzle serta ketidaksempurnaan pengabutan [7]. Daftar pustaka skripsi juga memuat kajian terkait penurunan kinerja injector, perawatan akibat penyumbatan bahan bakar, ketidaksempurnaan sistem pengabutan, serta analisis kerusakan dan perawatan mesin diesel [8]–[16].

Berdasarkan manual book, tekanan injector normal mesin induk MV Tanto Kawan adalah 320 bar, sedangkan hasil pemeriksaan lapangan menunjukkan injector nomor 4 hanya mencapai 295 bar. Pada kondisi tersebut putaran mesin yang normalnya 620 rpm turun menjadi 600 rpm. Penelitian ini difokuskan pada analisis faktor penyebab menurunnya tekanan injector nomor 4, dampaknya terhadap kinerja mesin induk, serta upaya penanganan dan pencegahan yang dilakukan berdasarkan kondisi operasional kapal dan hasil pemeriksaan teknis di lapangan.

2. METODE

2.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif untuk memahami, memaparkan, dan menginterpretasikan fenomena penurunan tekanan injector yang terjadi secara alami di lapangan tanpa rekayasa variabel. Data primer diperoleh langsung melalui observasi dan wawancara selama praktik di kapal MV Tanto Kawan, meliputi hasil pengukuran tekanan injector, kondisi fisik

injector seperti keausan, kebocoran, dan kebersihan nozzle, kondisi operasi mesin, serta informasi dari masinis dan Chief Engineer mengenai prosedur perawatan dan permasalahan sistem injeksi bahan bakar. Data sekunder berasal dari manual book mesin induk, engine log book, catatan perawatan, dan literatur yang digunakan dalam skripsi.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di atas kapal MV Tanto Kawan yang dioperasikan PT Tanto Intim Line. Lokasi penelitian difokuskan pada engine room, khususnya sistem bahan bakar bertekanan tinggi dan injector silinder nomor 4 pada mesin induk four stroke diesel engine. Pengambilan data dilakukan selama pelayaran Surabaya–Makassar pada jam jaga 08.00–12.00 ketika mesin induk beroperasi normal, sedangkan wawancara, pencatatan log book, dan dokumentasi dilakukan selama pelayaran berlangsung. Karakteristik kapal yang menjadi lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ship Particular MV Tanto Kawan

Parameter	Keterangan
Nama Kapal	M.V Tanto Kawan
Bendera	Indonesia
Nomor IMO	9888390
Pembuatan	Boda Ship Yard, China
Tahun Pembuatan	Nov 2019
Jenis Kapal	Kapal Kontainer
Berat Bersih	3776T
Berat Kotor	6673T
Panjang	119,90 Mtrs
Lebar	21,80 Mtrs
Pemilik	PT. TANTO INTIM LINE

2.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan pengujian injector. Observasi mencakup pemeriksaan visual injector, high pressure pipe, dan fuel pump; pengukuran tekanan masing-masing injector menggunakan injector tester; serta pengamatan gejala operasi seperti getaran, temperatur gas buang, dan kestabilan putaran mesin. Wawancara dilakukan dengan Chief Engineer dan Second Engineer untuk memperoleh informasi mengenai riwayat perawatan, prosedur penanganan saat tekanan injeksi menurun, faktor penyebab, dan dampak gangguan. Dokumentasi meliputi engine log book, catatan tekanan dan maintenance record, manual book, serta foto selama pemeriksaan di ruang mesin.

Pengujian tekanan pembukaan dilakukan menggunakan injector tester manual di workshop kamar mesin dengan mengacu pada standar manual book. Pengujian dilakukan terhadap seluruh injector delapan silinder untuk membandingkan opening pressure. Injector nomor 4 kemudian diperiksa lebih lanjut melalui pengamatan spray pattern dan drip test untuk mengetahui kualitas pengabutan dan kebocoran pada ujung nozzle.

2.4 Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan teknik deskriptif kualitatif. Tahap analisis meliputi pengumpulan data dari observasi, wawancara, dan dokumentasi; reduksi data untuk memfokuskan informasi pada penurunan tekanan injector nomor 4; penyajian data dalam tabel, grafik, dan uraian deskriptif; analisis hubungan antara kondisi komponen, tekanan injector, dan parameter operasi mesin; serta perbandingan hasil pengukuran dengan standar manual book. Hasil analisis kemudian digunakan untuk menentukan faktor penyebab utama, dampak terhadap mesin induk, dan tindakan perbaikan serta pencegahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Tekanan Injector dan Temperatur Gas Buang

Hasil observasi, engine log book, wawancara, dan pemeriksaan komponen menunjukkan gangguan pada injector nomor 4. Permasalahan diawali oleh peningkatan temperatur gas buang silinder nomor 4 hingga 375°C, sedangkan temperatur silinder lainnya berada pada kisaran normal. Pengujian opening pressure kemudian dilakukan terhadap seluruh injector. Tabel 2 menunjukkan bahwa injector silinder 1, 2, 3, 5, 6, 7, dan 8 berada pada rentang 317–322 bar, sedangkan injector nomor 4 hanya mencapai 295 bar atau mengalami defisit 25 bar dari standar 320 bar.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tekanan Injector Seluruh Silinder

No. Silinder	Tekanan Standar (bar)	Hasil Pengujian (bar)	Selisih (bar)	Keterangan
1	320	321	+1	Normal
2	320	319	-1	Normal
3	320	318	-2	Normal
4	320	295	-25	Tidak Normal
5	320	322	+2	Normal
6	320	317	-3	Normal
7	320	320	0	Normal
8	320	319	-1	Normal

Data temperatur gas buang pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa silinder nomor 1, 2, 3, 5, 6, 7, dan 8 berada pada kisaran 358°C–362°C. Silinder nomor 4 mencapai 375°C, yaitu 15°C di atas temperatur normal 360°C. Peningkatan tersebut menunjukkan pembakaran pada silinder nomor 4 berlangsung kurang sempurna dan sejalan dengan temuan penurunan opening pressure injector.

Tabel 3. Temperatur Gas Buang Tiap Silinder Mesin Induk

No. Silinder	Temperatur Normal (°C)	Temperatur Aktual (°C)	Selisih (°C)	Keterangan
1	360	359	-1	Normal
2	360	361	+1	Normal
3	360	360	0	Normal
4	360	375	+15	Tidak Normal
5	360	358	-2	Normal
6	360	362	+2	Normal
7	360	359	-1	Normal
8	360	361	+1	Normal

Pemeriksaan lebih lanjut terhadap injector nomor 4 memperlihatkan bahwa gangguan tidak hanya terjadi pada tekanan pembukaan. Spray pattern berubah dari kerucut homogen dan halus menjadi menetes, tidak rata, dan solid stream, sedangkan drip test menunjukkan adanya tetesan pada ujung nozzle sebelum tekanan kerja tercapai. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Injector Nomor 4

No.	Parameter Pengujian	Standar Pabrikan	Hasil Pengukuran	Keterangan
1	Opening Pressure	320 bar	295 bar	Defisit 25 bar
2	Spray Pattern	Kerucut homogen, halus	Menetes, tidak rata, solid stream	Tidak sempurna
3	Drip Test	Tidak ada tetesan sebelum tekanan kerja	Terjadi tetesan pada ujung nozzle	Bocor



Gambar 1. Grafik Penurunan Tekanan Injektor

Grafik pada Gambar 1 memperlihatkan perbedaan tekanan injector nomor 4 terhadap standar kerja. Pada kondisi normal, opening pressure berada pada 320 bar, sedangkan saat gangguan tekanan turun menjadi 295 bar. Selisih 25 bar menyebabkan bahan bakar tidak teratomisasi dengan baik, pola pengabutan tidak merata, dan pembakaran di ruang bakar menjadi kurang optimal.

3.2 Faktor Penyebab Menurunnya Tekanan Injektor

Berdasarkan hasil observasi, pengujian, wawancara dengan Chief Engineer dan Second Engineer, serta pemeriksaan langsung pada injector nomor 4, penurunan tekanan dipengaruhi oleh kondisi nozzle, spring nozzle, dan kebersihan tangki service. Faktor utama adalah kotornya lubang pengabut nozzle akibat penumpukan kerak karbon dan partikel kotoran bahan bakar. Endapan tersebut mempersempit lubang nozzle, menghambat aliran bahan bakar, dan mengubah pola semprotan menjadi tidak merata. Kondisi nozzle yang ditemukan saat pembongkaran ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lubang Pengabut Nozzle Injektor yang Kotor

Faktor kedua adalah melemahnya spring nozzle akibat kelelahan material. Spring berfungsi menahan needle valve sampai tekanan bahan bakar mencapai standar pembukaan. Ketika elastisitas spring menurun, needle valve membuka lebih cepat sehingga opening pressure turun dari 320 bar menjadi 295 bar. Kondisi spring yang melemah dibandingkan komponen normal ditunjukkan pada Gambar 3. Pemakaian dalam jangka waktu lama, tekanan dan temperatur kerja tinggi, serta pemeriksaan yang tidak dilakukan secara berkala menjadi faktor yang dikemukakan dalam hasil penelitian.



Gambar 3. Spring Injector yang Melemah

Faktor ketiga adalah kondisi tangki service bahan bakar yang kurang bersih. Penceratan tidak dilakukan secara rutin sehingga lumpur, residu karbon, air, dan partikel kotoran menumpuk di dasar tangki dan dapat terbawa menuju sistem injeksi. Kotoran tersebut mempercepat penyumbatan nozzle serta meningkatkan keausan komponen internal injector. Kondisi tangki service yang ditemukan selama penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tangki Service Bahan Bakar yang Kotor

3.3 Dampak Menurunnya Tekanan Injector

Penurunan tekanan injector menyebabkan proses pengabutan bahan bakar tidak optimal. Tekanan yang turun dari 320 bar menjadi 295 bar membuat bahan bakar tidak berubah menjadi kabut halus secara sempurna sehingga pencampuran bahan bakar dan udara di ruang bakar tidak homogen. Akibatnya pembakaran berlangsung kurang sempurna dan sebagian bahan bakar mengalami pembakaran lanjutan. Kondisi tersebut ditandai dengan temperatur gas buang silinder nomor 4 yang meningkat hingga 375°C, sementara temperatur normal berada sekitar 360°C.

Dampak berikutnya adalah meningkatnya getaran mesin induk akibat ketidakseimbangan proses pembakaran antar silinder. Silinder nomor 4 menghasilkan tenaga yang lebih kecil dibandingkan silinder lain sehingga putaran mesin menjadi kurang stabil. Dalam penelitian, kondisi ini juga berkaitan dengan penurunan rpm dari kondisi normal 620 rpm menjadi 600 rpm. Jika getaran berlebih berlangsung lama, kondisi tersebut berpotensi mempercepat keausan komponen seperti piston, connecting rod, bearing, dan bagian sistem injeksi.

Pembakaran yang tidak sempurna juga menghasilkan residu karbon yang menempel pada ujung nozzle. Hasil pembongkaran injector nomor 4 menunjukkan endapan karbon keras menutupi sebagian lubang nozzle dan menyebabkan spray pattern berubah menjadi tidak merata, menetes, dan solid stream. Penyumbatan tersebut selanjutnya memperburuk kualitas atomisasi dan dapat membuat tekanan injector terus mengalami penurunan apabila tidak dilakukan pembersihan dan perawatan sistem bahan bakar.

3.4 Upaya Penanganan Menurunnya Tekanan Injector

Penanganan dilakukan berdasarkan penyebab kerusakan yang ditemukan dengan tujuan mengembalikan tekanan injector sesuai standar. Tindakan pertama adalah pengecekan tekanan menggunakan injector tester dengan mematikan mesin induk, melepaskan injector dari cylinder head, membersihkan bagian luar injector, memasang injector pada alat uji, memompa sampai needle valve membuka, mengamati pressure gauge, dan membandingkan hasilnya dengan standar manual book 320 bar. Pemeriksaan dilanjutkan dengan spray pattern dan drip test untuk memastikan kualitas pengabutan dan kebocoran nozzle.

Tindakan kedua adalah membongkar injector dan memeriksa spring nozzle. Spring yang mengalami penurunan elastisitas diganti dengan spring sesuai spesifikasi mesin induk. Setelah penggantian, injector dirakit kembali dan dikalibrasi menggunakan injector tester hingga opening pressure kembali ke standar 320 bar. Pembersihan kerak karbon pada nozzle dan penggantian komponen yang aus juga dilakukan untuk memulihkan pola semprotan bahan bakar.

Tindakan ketiga adalah pembersihan tangki service secara rutin. Proses dilakukan dengan membuka drain valve secara perlahan, mengeluarkan endapan lumpur, air, residu karbon, dan partikel kotoran sampai bahan bakar yang keluar terlihat bersih, kemudian menutup drain valve dan memeriksa filter bahan bakar. Hasil pembersihan dicatat pada engine log book sebagai bagian dari perawatan rutin. Jadwal perawatan injector yang digunakan dalam skripsi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Planning Maintenance System Injector

No.	Kegiatan	Interval Waktu	Alat dan Bahan
1	Pemeriksaan visual kebocoran	Harian	Kain lap dan senter
2	Pembersihan nozzle	700 jam kerja	Solar, sikat halus, kain lap
3	Pengujian tekanan injector	1000 jam kerja	Injector tester/alat press injector
4	Penggantian nozzle	2000 jam kerja	Nozzle baru/kunci khusus
5	Kalibrasi injector	Setiap sandar	Injector tester
6	Overhaul injector	Harian	Toolkit lengkap & sparepart

Setelah dilakukan pengecekan dan kalibrasi, pembersihan nozzle, penggantian spring nozzle, serta pembersihan tangki service, kondisi injector kembali bekerja lebih optimal. Tekanan pembukaan dikalibrasi kembali ke 320 bar, temperatur gas buang kembali pada batas normal sekitar 360°C, getaran mesin berkurang, dan performa mesin induk menjadi lebih stabil selama operasional kapal.

4. KESIMPULAN

Penurunan tekanan injector nomor 4 pada mesin induk MV Tanto Kawan disebabkan oleh melemahnya spring injector akibat kelelahan material, keausan pada needle valve, penyumbatan kerak karbon pada lubang nozzle, serta kebersihan sistem bahan bakar yang kurang optimal. Opening pressure

turun dari standar 320 bar menjadi 295 bar dan menyebabkan pola pengabutan terganggu, pembakaran tidak sempurna, temperatur gas buang silinder nomor 4 meningkat hingga 375°C, serta muncul getaran akibat ketidakseimbangan beban antar silinder. Tindakan korektif berupa pembersihan kerak karbon, penggantian nozzle dan spring yang aus, kalibrasi ulang opening pressure ke 320 bar, serta penceraan tangki service secara rutin dapat memulihkan pola pengabutan dan kondisi operasi mesin. Setelah penanganan, temperatur gas buang kembali stabil sekitar 360°C dan getaran mesin berkurang.

REFERENSI

- [1] T. Rahman, "Manajemen operasional kapal dan faktor-faktor yang mempengaruhi keandalannya," *Jurnal Transportasi Laut*, vol. 5, no. 1, pp. 27–36, 2020.
- [2] B. Setiawan and R. Putra, "Kinerja injector pada mesin diesel dan pengaruhnya terhadap proses pembakaran," *Jurnal Teknologi Maritim*, vol. 7, no. 3, pp. 98–105, 2021.
- [3] M. Hidayat, A. Surya, and F. Kurniawan, "Analisis performa mesin diesel berdasarkan tekanan injeksi bahan bakar," *Jurnal Teknik Mesin Maritim*, vol. 14, no. 2, pp. 112–120, 2022.
- [4] P. A. Nugroho, "Analisis Penurunan Performa Diesel Generator Mempertahankan Kualitas Muatan Pada Reefer Container Di Mv. Tanto Pratama," Doctoral dissertation, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta, 2022.
- [5] W. A. Putranto, K. Khaeroman, S. Susanto, and A. R. Suharso, "Simulasi dan Eksperimen Pengaruh Variasi Tekanan Injeksi Bahan Bakar Diesel Liquid pada Mesin Induk Kapal Terhadap Karakteristik Semprotan Injektor," *Jurnal Ilmiah Momentum*, vol. 19, no. 1, pp. 1–6, 2023, doi: 10.36499/jim.v19i1.8296.
- [6] E. Hamdani, Syamsir, and A. Seno, "Optimalisasi Perawatan Injektor terhadap Performa Mesin Induk di Kapal MV. Kali Mas," *Jurnal Cakrawala Bahari*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [7] A. H. Fijar, S. Irfan, S. M. Herlambang, A. Nugroho, and M. R. Gunarti, "Analisis Penyebab Ketidakefektifan Proses Pengabutan pada Injektor Mesin Induk Type Zichai-Yanmar 6N330-EW di Kapal MV. SPIL RUMI," *Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 4, no. 2, pp. 136–150, 2025, doi: 10.59086/jti.v4i2.940.
- [8] Sariffudin, H. Widada, and M. F. A. Hase, "Analisis Menurunnya Kinerja Injektor terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal," *Journal Marine Inside*, pp. 31–42, 2021, doi: 10.56943/ejmi.v3i2.32.
- [9] S. Temmu, N. Palayukan, and F. I. Ramadani, "Analisa Penyebab Menurunnya Kinerja Injektor Terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di MV. Selat Mas," *Jurnal Venus*, vol. 10, no. 2, 2022, doi: 10.48192/vns.v10i2.595.
- [10] D. R. Ardhiyansah, K. Wanto, Y. Frastika, I. Saifudin, and T. B. T. R., "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.
- [11] D. C. Maryandi, A. Prawoto, T. Rahayu, A. E. Kristiyono, S. D. Robbi, and A. Nugroho, "Perawatan Injector Akibat Penyumbatan Bahan Bakar Pada Mesin Diesel Di Kapal KM Logistik Nusantara 4," *Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 15–25, 2025, doi: 10.59086/jti.v4i1.730.
- [12] F. Khusniawati and H. Palippui, "Analisis Perawatan Injector Akibat Penyumbatan Bahan Bakar pada Main Engine Kapal," *Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [13] A. D. Pramada, S. Arifin, D. Kurniadi, and R. S. Mutamar, "Pengaruh Tidak Optimalnya Kinerja Sistem Pengabutan Bahan Bakar pada Mesin Induk Kapal SN 76," *Jurnal Maritim Malahayati*, vol. 6, no. 2, pp. 359–365, 2025, doi: 10.70799/jumma.v6i2.126.
- [14] S. B. Prayogi, M. Zainuddin, P. Y. Yudianto, A. Prawoto, S. D. Robbi, and A. Nugroho, "Analisis Pengaruh Menurunnya Kinerja Injektor Terhadap Performa Main Engine di MV. Oriental Ruby," *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, vol. 4, no. 2, pp. 2483–2488, 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i2.864.
- [15] R. Maulana, S. Prasetya, and Maryono, "Analisis Penurunan Kinerja Injektor Common Rail Berdasarkan Kuantitas Injeksi dan Return Quantity Pada Pengujian EPS 200 Dengan Metode Fishbone," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, vol. 15, no. 1, pp. 1170–1176, 2025.

- [16] P. Prasetyo, A. Seno, and Pelayaran Sumatera Barat, “Analisis Penyebab Terjadinya Overheat pada Main Engine di Kapal Self Propelled Oil Barge Tirta Samudra XVIII,” Jurnal Cakrawala Bahari, vol. 5, no. 2, pp. 5–10, 2022.