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

Analisis penurunan kinerja injektor mesin induk MAN B&W 6S42MC pada MV Intan Baruna

Gilbert Octavianus Sianipar, Rahmat Santoso, Nurfadhlina, Alvian Demaz Peramutya, Pramudyasari Nur Bintari

[1]*Politeknik Pelayaran Banten*
E-mail: gilbertoctavianus2@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi penurunan kinerja pengabutan injektor mesin induk MAN B&W 6S42MC pada MV Intan Baruna, khususnya silinder 2 dan dua injektor cadangan. Pendekatan deskriptif kualitatif menggunakan observasi, wawancara, dokumentasi dan rujukan manual. Pengujian 25 Maret 2026 mencatat tekanan awal 26, 25, dan 24 MPa, di bawah acuan yang dilaporkan sebesar 34–38 MPa. Pemeriksaan mengidentifikasi endapan karbon dan kondisi sealing ring; temperatur gas buang silinder 2 mencapai 400°C. Setelah tindakan perawatan, hasil uji tekanan yang dilaporkan mencapai 37 MPa. Temuan mendukung pemeriksaan kondisi komponen dan pengujian tekanan secara berkala. Kontribusi masing-masing tindakan belum dapat dipisahkan, dan kelayakan teknis harus ditetapkan berdasarkan manual pabrikan yang sesuai.

Kata kunci: injektor; pengabutan bahan bakar; tekanan uji; mesin induk

ABSTRACT

This descriptive qualitative case study examines deteriorating fuel atomization in the MAN B&W 6S42MC main-engine injector on MV Intan Baruna, focusing on cylinder 2 and two spare injectors. Evidence comprised observation, interviews, documentation and manual references. Tests dated 25 March 2026 recorded initial pressures of 26, 25 and 24 MPa, below the reported reference range of 34–38 MPa. Inspection identified carbon deposits and sealing-ring deterioration; cylinder 2 exhaust temperature reached 400°C. A reported post-maintenance test reached 37 MPa. The findings support periodic component inspection and pressure testing. Individual maintenance effects cannot be isolated, and technical acceptance must follow the applicable manufacturer manual.

Keywords: *injector; fuel atomization; test pressure; main engine*

INFORMASI ARTIKEL

Diterima	Direvisi	Disetujui	Diterbitkan
17 Agustus 2026	20 November 2026	25 November 2026	26 Desember 2026

DOI: https://doi.org/10.62391/ejmi.v8i2.259

Cara Mengutip: Gilbert Octavianus Sianipar, Rahmat Santoso, Nurfadhlina, Alvian Demaz Peramutya, Pramudyasari Nur Bintari, "Analisis penurunan kinerja injektor mesin induk MAN B&W 6S42MC pada MV Intan Baruna," Journal Marine Inside, vol. 8, no. 2, pp. 340–348, 2026, doi: https://doi.org/10.62391/ejmi.v8i2.259.

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

Fokus kasus ini ialah hubungan kondisi komponen injektor dengan tekanan pengujian dan gejala pembakaran pada silinder 2 mesin MAN B&W 6S42MC, bukan penilaian seluruh sistem injeksi kapal. Injektor merupakan komponen sistem bahan bakar mesin diesel yang berfungsi menyemprotkan bahan

bakar ke dalam ruang bakar dengan tekanan tinggi pada saat yang tepat. Injektor mengatomisasi bahan bakar menjadi kabut halus agar campuran bahan bakar dan udara merata sebelum pembakaran, sehingga kondisi dan kualitas injektor sangat memengaruhi kinerja mesin secara keseluruhan [1].

Permasalahan yang umum terjadi pada injektor antara lain endapan karbon pada nozzle, sealing ring yang getas, serta karbon pada holder dan spindle guide, yang menyebabkan proses pembakaran dan pengabutan tidak optimal sehingga mesin tidak mencapai putaran maksimal, output mesin tidak stabil, bahkan dapat hidup lalu mati. Suhu ruang bakar yang mencapai 600-700°C turut mempercepat penurunan kualitas komponen injektor [2]. Penurunan kinerja injektor akibat penyempitan lubang nozzle menjadi salah satu penyebab utama permasalahan pada mesin induk [3], sementara kondisi injektor yang tidak baik juga terbukti menurunkan daya kerja mesin induk dan meningkatkan konsumsi bahan bakar [4].

Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa kondisi injektor memiliki peran signifikan terhadap keandalan operasional mesin diesel di kapal, sehingga urgensi untuk memahami penyebab dan dampaknya menjadi penting bagi keselamatan dan efisiensi pelayaran. Urgensi tersebut tercermin pada peristiwa yang dialami kapal MV. Intan Baruna saat berlayar dari Jayapura menuju Batam pada 24 Maret 2026, saat mesin induk mengalami gangguan dengan suara detonasi pada cylinder nomor 2. Pemeriksaan menunjukkan kondisi tidak normal, sehingga injektor diganti. Pembongkaran menemukan endapan karbon pada holder dan nozzle injektor, yang mengurangi kinerja pengabutan bahan bakar. Peristiwa ini mendorong peneliti untuk mengkaji masalah secara ilmiah.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengujian tekanan tanggal 25 Maret 2026 digunakan sebagai bukti kondisi awal. Tekanan acuan sebesar 34–38 MPa berasal dari laporan penelitian. Identitas alat, sertifikat kalibrasi, pengulangan uji, serta edisi dan halaman manual belum dapat diverifikasi. Oleh karena itu, hasil ditafsirkan sebagai catatan kasus.

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif, yang bertujuan untuk memahami fenomena secara holistik melalui pengamatan langsung, wawancara, dan interpretasi kontekstual, serta memberikan deskripsi, penjelasan, dan validasi mengenai masalah yang diteliti [5]. Subjek penelitian adalah mesin induk MAN B&W 6S42MC beserta unit injektor pada cylinder nomor 2 dan 2 unit spare injector di kapal MV. Intan Baruna yang mengalami penurunan kinerja pengabutan bahan bakar, dengan perwira dan masinis kapal sebagai sumber informasi pendukung. Teknik pengumpulan data penelitian kualitatif menggunakan beberapa teknik untuk memperoleh data yang mendalam dan relevan dengan objek penelitian [6].

Pengumpulan data dilakukan melalui empat teknik, teknik pertama yaitu observasi lapangan, dilakukan dengan metode observasi di mana peneliti mengamati langsung terhadap kondisi injektor selama berada di kapal. Wawancara dilakukan dengan perwira atau masinis kapal untuk memperoleh penjelasan berdasarkan pengalaman operasional. Dokumentasi dilakukan dengan pengumpulan dokumentasi berupa data dan arsip di kamar mesin yang berkaitan dengan penurunan tekanan injektor. Studi pustaka merupakan pengkajian teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan kinerja injektor.

Teknik Analisis Data Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan mengikuti tahapan analisis interaktif Miles dan Huberman [7]. Adapun teknik analisis dilakukan melalui empat teknik, yaitu: a. Pengumpulan data: Mengumpulkan data dari wawancara, observasi, dan dokumen untuk memperoleh informasi komprehensif tentang fenomena yang diteliti. b. Reduksi Data: Proses menyaring dan memilih fakta-fakta yang relevan. Data yang tidak berguna atau tidak relevan akan dibuang, sehingga memudahkan peneliti untuk berkonsentrasi pada materi yang relevan. c. Penyajian Data: Untuk memberikan gambaran yang lebih baik tentang penelitian ini, peneliti akan memilih komponen utama yang akan direduksi. d. Penarikan Kesimpulan: Dalam penarikan kesimpulan, penulis dapat membuat kesimpulan dari berbagai data yang mereka peroleh selama proses penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada kapal MV. Intan Baruna, sebuah kapal tipe bulk carrier milik PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna. Kapal ini memiliki bobot mati 28.000 ton dan dibuat pada tahun 2013. Objek penelitian adalah mesin induk Hitachi MAN B&W tipe 6S42MC MK 6 dengan enam cylinder,

daya 5.850 kW, dan kecepatan operasional 129 rpm. Kapal menggunakan bahan bakar Low Sulphur Fuel Oil (LSFO) dan Marine Diesel Oil (MDO). Data pengamatan dan pengujian diambil selama peneliti di kapal.



Gambar 1. Kapal MV. Intan Baruna Penelitian difokuskan pada injektor bahan bakar tekanan tinggi cylinder nomor 2 yang menunjukkan gejala penurunan kinerja, serta dua unit spare injector yang telah lama tersimpan tanpa perawatan rutin. Ketiga unit injektor tersebut dijadikan objek pemeriksaan dan pengujian untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai faktor penyebab, dampak, dan upaya penanganan penurunan kinerja injektor pada mesin induk berbahan bakar tekanan tinggi. Penyebab Menurunnya Kinerja Injektor Dalam Proses Pengabutan

Penurunan kinerja injektor ditandai oleh suara detonasi dan tingginya suhu gas buang pada silinder kedua. Tekanan pembakaran (P-Max) silinder tersebut juga lebih rendah dibandingkan silinder lainnya. Injektor silinder kedua kemudian dilepas dan diganti dengan injektor cadangan yang telah dipastikan berfungsi baik agar operasi mesin utama tetap berlangsung. Sebelum pembongkaran, injektor silinder kedua dan dua injektor cadangan menjalani pengujian tekanan injeksi bahan bakar untuk mengevaluasi kondisi awal masing-masing unit.

Tabel 1. Tekanan injektor sebelum perawatan

Parameter	**Injektor *Cylinder* No. 2**	***Spare Injector* No. 1**	***Spare Injector* No. 2**
Working Pressure	52 MPa	52 MPa	52 MPa
Air Pressure	0,4 MPa	0,4 MPa	0,4 MPa
Tekanan Injektor	26 MPa	25 MPa	24 MPa
Tanggal Pengujian	25 Maret 2026	25 Maret 2026	25 Maret 2026

Hasil pengujian awal menunjukkan tekanan kerja pompa penguji dan tekanan udara untuk pengujian injeksi bahan bakar berada di bawah acuan 34–38 MPa dalam Instruction Manual Book. Kondisi ini menjadi dasar pembongkaran dan pemeriksaan komponen. Pemeriksaan injektor silinder nomor 2 menemukan endapan karbon pada ujung nozzle (orifice nozzle) dan dudukan nozzle di ujung holder. Keausan sealing ring pada housing dan valve head juga ditemukan sebagai kondisi yang dapat berkaitan dengan tekanan yang belum normal.



Gambar 2. Komponen injektor cylinder nomor 2.

Endapan karbon pada ujung nozzle injektor mengganggu pengabutan bahan bakar, menciptakan pola penyemprotan yang tidak sempurna. Penumpukan karbon di dudukan nozzle menurunkan kerapatan antara nozzle injector dan holder injector. Pada sealing ring pada housing menjadi rapuh,

mengurangi efisiensi dalam menahan tekanan. Masalah serupa juga terjadi pada sealing ring valve head, yang menjadikan sambungan antar komponen kurang optimal. Hal ini menyebabkan tekanan bahan bakar di injektor tidak maksimal, dengan pengujian menunjukkan adanya kebocoran. Pemeriksaan ini menandakan bahwa endapan karbon dan keausan sealing ring adalah faktor utama yang menurunkan kinerja injektor di cylinder nomor 2. Spare Injector Nomor 1



Gambar 3. Komponen spare injector nomor 1.

Pemeriksaan spare injector nomor 1 menunjukkan penumpukan karbon pada empat lokasi kritis,yaitu nozzle injector, housing injector, spindle guide, dan bagian dalam holder injector. Penumpukan ini mengakibatkan kotoran pada lubang nozzle yang menghambat aliran bahan bakar, mengakibatkan proses pengabutan yang tidak optimal. Selain itu, endapan karbon pada housing injector mengganggu kestabilan kerja meskipun tidak menyemprotkan bahan bakar secara langsung. Carbon deposit pada spindle guide juga memperlambat pergerakan spindle, mengurangi responsivitas pembukaan dan penutupan nozzle yang berdampak negatif pada waktu dan stabilitas penyemprotan. Terakhir, penumpukan di holder injector mengurangi kebersihan ruang internal, mengurangi efektivitas aliran bahan bakar. Konsolidasi dari semua masalah ini mengarah pada pengabutan bahan bakar yang tidak efisien pada spare injector tersebut. Spare Injector Nomor 2



Gambar 4. Komponen spare injector nomor 2.

Pemeriksaan pada spare injector nomor 2 menemukan kondisi yang relatif lebih ringan dibandingkan dua unit sebelumnya, yaitu sedikit penumpukan carbon deposit pada nozzle dan keausan pada sealing ring housing injector. Penumpukan carbon deposit pada nozzle injector menyebabkan lubang nozzle sebagian tertutup oleh sisa hasil pembakaran, sehingga proses pengabutan bahan bakar menjadi kurang efisien dan kualitas penyemprotan menurun, karakteristik semprotan dan efisiensi pembakaran turut dipengaruhi oleh kondisi ini. Selain itu, keausan pada sealing ring housing injector mengurangi kemampuan penyekatan antara housing dan holder injector, sehingga terjadi kebocoran yang mengurangi tekanan bahan bakar yang diteruskan menuju nozzle. Akibatnya, tekanan pembukaan injektor menurun dan proses pengabutan bahan bakar menjadi kurang stabil. Meskipun tingkat kerusakannya lebih ringan, kombinasi kedua faktor tersebut tetap berkontribusi terhadap penurunan tekanan kerja spare injector nomor 2 sebagaimana ditunjukkan pada hasil pengujian awal.

Secara keseluruhan, hasil pemeriksaan terhadap ketiga unit injektor menunjukkan pola temuan yang konsisten, yaitu akumulasi carbon deposit pada nozzle, holder, housing, dan spindle guide, disertai keausan sealing ring pada beberapa titik penyekatan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penurunan efisiensi injektor tidak berlangsung secara mendadak, melainkan merupakan hasil akumulasi dari proses operasional dan pemeliharaan yang tidak memadai dalam jangka waktu tertentu. Temuan ini sejalan dengan Sebayang (2022) yang menyatakan bahwa ketidakpatuhan terhadap Instruction Manual Book, minimnya inspeksi berkala, pemasangan komponen yang tidak akurat, serta pemakaian injektor melebihi batas waktu operasional merupakan faktor-faktor yang mengakibatkan kinerja injektor tidak

optimal. Dalam penelitian ini, elemen-elemen tersebut tercermin dari kondisi fisik komponen injektor yang mengalami akumulasi karbon dan keausan, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan tekanan injektor dan kualitas penyemprotan bahan bakar menjadi tidak optimal.

Dampak Penurunan Kinerja Injektor Terhadap Mesin Induk Berdasarkan wawancara dengan masinis II, penurunan kinerja injektor menyebabkan suara detonasi, peningkatan suhu gas buang pada cylinder nomor 2, serta penurunan nilai tekanan pembakaran. Hal ini menunjukkan bahwa proses pembakaran di mesin induk tidak optimal, yang berdampak negatif pada kinerja mesin secara keseluruhan. Untuk memverifikasi temuan ini, dilakukan pengambilan data operasional dari mesin induk, termasuk suhu gas buang, tekanan pembakaran (P-Max), dan tekanan kompresi (P-Comp) per cylinder.

Tabel 2. Suhu gas buang pada masing-masing cylinder

***Cylinder* No.**	**Suhu Gas Buang**	**RPM**	**Suhu Bahan Bakar**	**Tanggal**
1	380°C	97	95°C / 22 cSt	24-03-2026
2	400°C	97	95°C / 22 cSt	24-03-2026
3	382°C	97	95°C / 22 cSt	24-03-2026
4	385°C	97	95°C / 22 cSt	24-03-2026
5	388°C	97	95°C / 22 cSt	24-03-2026
6	384°C	97	95°C / 22 cSt	24-03-2026

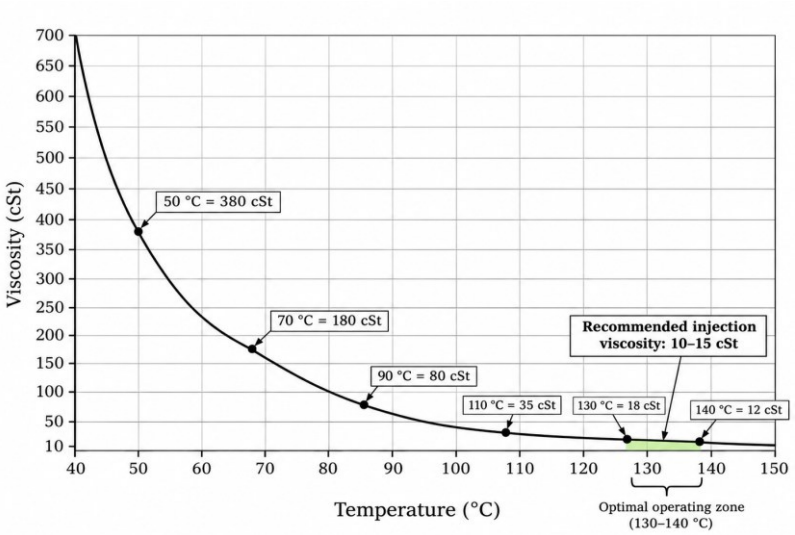
Tabel 2 menunjukkan bahwa suhu gas buang pada silinder nomor 2 mencapai 400°C, lebih tinggi dibandingkan cylinder lain yang berkisar antara 380-388°C. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pembakaran pada cylinder nomor 2 tidak berlangsung secara normal dibandingkan cylinder lainnya.

Tabel 3. Tekanan pembakaran (P-Max) dan tekanan kompresi (P-Comp)

***Cyl. Head* No.**	**P-Max**	**P-Comp**	***Fuel Rack***	**RPM**
1	95	63	46	97
2	87	60	41	97
3	98	63	46	97
4	100	63	46	97
5	98	63	45	97
6	98	60	45	97

Tabel 3 menunjukkan nilai tekanan pembakaran (P-Max) silinder nomor 2 sebesar 87. Nilai tersebut lebih rendah daripada silinder lain yang berada pada kisaran 95–100. Tekanan kompresi (P-Comp) seluruh silinder, termasuk silinder nomor 2, relatif stabil pada kisaran 60–63. Penurunan tekanan pembakaran tanpa penurunan tekanan kompresi mengarahkan pemeriksaan pada proses pembakaran setelah injeksi, tetapi tidak meniadakan kebutuhan pemeriksaan komponen lain.

Berdasarkan kurva Preheating of Heavy Fuel Oil, viskositas bahan bakar yang tepat sebelum memasuki fuel injection pump adalah 10-15 cSt. Namun, selama penelitian, suhu Low Sulfur Fuel Oil tercatat 95°C, menghasilkan viskositas sekitar 22 cSt, yang lebih tinggi dari rekomendasi. Tingginya viskositas ini memperberat kerja nozzle injector yang sudah terpengaruh endapan karbon, sehingga pencampuran bahan bakar dengan udara tidak ideal. Meskipun kondisi mekanis ruang bakar optimal, penurunan kinerja mesin disebabkan oleh gangguan proses pembakaran akibat efisiensi injektor yang menurun dan viskositas bahan bakar, bukan oleh tekanan kompresi yang stabil. Upaya Mengatasi Penurunan Kinerja Injektor.



Gambar 5. Kurva preheating of heavy fuel oil.

Berdasarkan wawancara dengan masinis II, upaya mengatasi penurunan kinerja injektor meliputi beberapa tindakan penting. Pertama, komponen injektor dibersihkan menggunakan diesel oil. Kedua, sealing ring yang aus diganti. Selanjutnya, dilakukan pressure test sebelum dan sesudah perawatan untuk memastikan fungsi injektor optimal. Proses penyetelan tekanan injektor juga dilakukan dengan menambah disc. Pembersihan nozzle injektor bertujuan untuk menghilangkan deposit karbon menggunakan diesel oil untuk melunakkan endapan, diikuti dengan penyikatan menggunakan sikat berbulu halus untuk menjaga keutuhan lubang nozzle dan konsistensi pola penyemprotan. Pembersihan juga dilakukan pada dudukan nozzle di holder injector, housing injector, spindle guide, dan bagian dalam holder injector dari ketiga unit injektor, agar seluruh permukaan bebas dari karbon dan kotoran sebelum perakitan ulang injektor.



Gambar 6. Komponen Injektor setelah dilakukan pembersihan dan pergantian sealing.

Dalam proses perawatan injektor, dilakukan pembersihan dan penggantian sealing ring pada housing dan valve head injektor silinder nomor 2, serta sealing ring housing pada spare injector nomor 2 menggunakan komponen baru yang setara. Tujuan penggantian ini adalah untuk memastikan sambungan komponen tetap rapat, sehingga tekanan bahan bakar dapat terjaga selama injeksi dan mencegah kebocoran yang terjadi sebelumnya pada pengujian awal.

Setelah perawatan dan perakitan kembali selesai, ketiga injektor diuji ulang dengan tes tekanan injeksi bahan bakar sesuai prosedur sebelumnya agar hasilnya dapat dibandingkan. Hasil pengujian tekanan pasca perawatan dapat dilihat pada tabel 4. Setelah perawatan, injektor cadangan nomor 1 mencapai tekanan 35 MPa. Injektor cadangan nomor 2 mencapai tekanan 36 MPa. Kedua nilai tersebut berada dalam rentang acuan 34–38 MPa. Tekanan injektor silinder nomor 2 hanya mencapai 32 MPa, sehingga masih di bawah acuan dan memerlukan penyesuaian tambahan.

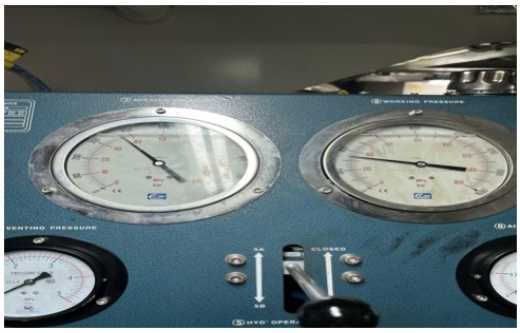
Tabel 4. Perbandingan tekanan injektor sebelum dan sesudah dilakukan perawatan

Parameter	**Injektor *Cylinder* No. 2**	***Spare Injector* No. 1**	***Spare Injector* No. 2**
Working Pressure	52 MPa	52 MPa	52 MPa
Air Pressure	0,4 MPa	0,4 MPa	0,4 MPa
Tekanan Sebelum Perawatan	26 MPa	25 MPa	24 MPa
Tekanan Setelah Perawatan	32 MPa	35 MPa	36 MPa



Gambar 7. Disc yang digunakan untuk menyetel tekanan injektor.

Penyesuaian dilakukan dengan menambahkan disc pada bagian atas cut off shaft injektor cylinder nomor 2, sehingga tekanan pegas meningkat dan tekanan injektor dapat ditingkatkan sesuai standar. Setelah penambahan disc, injektor diuji kembali menggunakan fuel injection pressure test dan diperoleh hasil tekanan sebesar 37 MPa, yang telah memenuhi standar operasional 34-38 MPa sebagaimana dipersyaratkan Instruction Manual Book.



Gambar 8. Hasil pengujian tekanan injektor cylinder nomor 2 setelah penambahan disc.

Perawatan dalam penelitian ini mencakup pembersihan, penggantian komponen aus, penambahan pelat cincin untuk menyesuaikan tekanan injeksi, dan pengujian ulang. Hasil pengujian menunjukkan pemulihan tekanan pada unit injektor yang diperiksa. Namun, tidak seluruh unit telah mencapai rentang tekanan acuan pada tahap pengujian yang dilaporkan. Rangkaian tindakan tersebut dapat menjadi bahan evaluasi perawatan preventif injektor sejenis, dengan tetap mengikuti manual pabrikan dan hasil pengujian masing-masing unit.

Simpulan

Penambahan disc merupakan tindakan yang dilaporkan bersama pembersihan dan penggantian sealing ring; kontribusi tindakan tersebut tidak diuji secara terpisah. Rekomendasi hanya berlaku pada tipe injektor dan kondisi pengujian yang diperiksa, serta tidak menggantikan prosedur pabrikan. Penurunan kinerja injektor mesin induk MAN B&W 6S42MC pada kapal MV. Intan Baruna disebabkan oleh akumulasi endapan karbon dan keausan sealing ring, mengakibatkan tekanan injektor di bawah standar 34-38 MPa. Hal ini menimbulkan detonasi, suhu gas buang mencapai 400°C, dan penurunan tekanan pembakaran pada cylinder nomor 2. Penanganan dengan pembersihan, penggantian sealing

ring, dan penambahan disc pada cut off shaft mengembalikan tekanan injektor ke 37 MPa. Temuan ini menambah pemahaman mengenai mekanisme penurunan kinerja injektor dan memberikan acuan untuk inspeksi serta perawatan oleh awak kapal. Penelitian ini terbatas pada satu unit mesin dan periode pengamatan singkat, sehingga generalisasi hasil perlu hati-hati. Riset selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi pengaruh kualitas dan viskositas bahan bakar serta aplikasi pada jenis mesin induk lain. Literatur teknik membahas geometri nosel, mekanisme kerusakan injektor, tekanan injeksi, dan diagnosis gangguan pada mesin diesel [8], [9], [10], [11], [12], [13]. Rujukan tersebut menyediakan kerangka pembanding; perbedaan konteks dan metode tidak memungkinkan hasil penelitian ini dianggap tervalidasi oleh penelitian tersebut.

Literatur teknik membahas geometri nosel, mekanisme kerusakan injektor, tekanan injeksi, dan diagnosis gangguan pada mesin diesel [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21]. 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. Kajian kegagalan katup gas buang pada mesin diesel kapal menempatkan pemeriksaan kondisi permukaan katup dan mekanisme kerusakan sebagai topik diagnosis teknis [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30].

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. Literatur FMEA membahas model RPN dan pendekatan alternatif yang mempertimbangkan ketidakpastian atau pembobotan [31], [32]. 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.

DEKLARASI DAN INFORMASI TAMBAHAN

ORIGINALITAS DAN PENGAJUAN EKSKLUSIF

Para penulis diminta mengonfirmasi bahwa naskah ini asli, belum pernah diterbitkan, dan tidak sedang diajukan ke jurnal lain.

KONTRIBUSI PENULIS

Usulan CRediT (untuk persetujuan penulis): Gilbert Octavianus Sianipar: konseptualisasi, metodologi, analisis formal, penulisan draf awal. Rahmat Santoso; Nurfadhlina; Alvian Demaz Peramutya; Pramudyasari Nur Bintari: investigasi, validasi, serta peninjauan dan penyuntingan naskah.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak terdapat konflik kepentingan yang dilaporkan.

PENDANAAN

Penelitian ini tidak menerima pendanaan atau hibah khusus dari pihak luar, sesuai informasi yang tersedia.

PERSETUJUAN ETIK

Penelitian menggunakan observasi, wawancara, dokumentasi teknis dan hasil pengujian injektor. Nomor persetujuan etik atau keputusan pengecualian belum dilaporkan.

PERSETUJUAN PARTISIPAN

Naskah melaporkan keterlibatan partisipan. Prosedur persetujuan partisipan sudah didokumentasikan dan perlu dikonfirmasi oleh penulis.

KETERSEDIAAN DATA

Data penelitian meliputi observasi, wawancara, dokumentasi teknis dan hasil pengujian injektor. Permintaan akses data pendukung dapat diajukan kepada penulis korespondensi, dengan memperhatikan izin dan kerahasiaan data.

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

Usulan ucapan terima kasih disampaikan kepada MV Intan Baruna atas dukungan yang relevan dengan pelaksanaan penelitian; perlu persetujuan penulis.

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).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Khusniawati, F., & Palippui, H. (2020). Analisis perawatan injector akibat penyumbatan bahan bakar pada main engine kapal. *Zona Laut: Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan, 1*(2), 43-48. https://doi.org/10.62012/zl.v1i2.10832

[2] Handoyo. (2020). *Mesin diesel penggerak utama kapal ahli teknik tingkat III edisi 3*. Penerbit Buku Maritim Djangkar.

[3] Rizaldi Dwi Ardhiyansah, Kris Wanto, Yustiani Frastika, Iksan Saifudin, & Teriyanti BTR. (2025). Pengaruh menurunnya kinerja injector terhadap performa mesin induk di kapal MV. *SAVIOUR. Journal of Marine Engineering Research, 1*(1), 11–23. https://jurnal.poltekpelsulut.ac.id/index.php/marine/article/view/108

[4] Ahmad Puji Nugroho, Darjono, & Okvita Wahyuni. (2018). Pengaruh pengabutan bahan bakar terhadap kualitas pembakaran pada mesin induk di MT. *Bauhinia. Dinamika Bahari, 9*(1), 2204-2217. https://doi.org/10.46484/db.v9i1.88

[5] Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
[6] Moleong, L. J. (2018). *Metodologi penelitian kualitatif* (Edisi revisi). PT Remaja Rosdakarya.
[7] Sugiyono. (2018). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
[8] 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
[9] 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
[10] 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
[11] 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
[12] 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
[13] Shi, Q., Hu, Y., & Yan, G.. (2023). Fault diagnosis of ME marine diesel engine fuel injector with novel IRCMDE method. *Polish Maritime Research*. https://doi.org/10.2478/pomr-2023-0043
[14] Wang, X., & Su, W. (2010). Numerical investigation on relationship between injection pressure fluctuations and unsteady cavitation processes inside high-pressure diesel nozzle holes. *Fuel*. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.02.011
[15] Walle Mekonen, M., & Sahoo, N. (2018). Combined effects of fuel injection pressure and injector nozzle holes on the performance of preheated palm oil methyl ester used in a diesel engine. *Biofuels*. https://doi.org/10.1080/17597269.2018.1519759
[16] He, Z., Hu, B., Wang, J., Guo, G., Feng, Z., Wang, C., & Duan, L. (2023). The cavitation flow and spray characteristics of gasoline-diesel blends in the nozzle of a high-pressure common-rail injector. *Fuel*. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128786
[17] Chen, J., Liu, L., & Zhao, B. (2026). Injection mechanism in asymmetric fuel injector in diesel engine based on multiphase flow-cavitation coupling model. *Flow Measurement and Instrumentation*. https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2026.103248
[18] Shevchenko, O., Linkov, O., & Savchenko, A. (2025). Analysis and calibration of fuel pressure sensor for diesel engine injector fault diagnostics. *Internal Combustion Engines*. https://doi.org/10.20998/0419-8719.2025.1.09
[19] Park, C., Park, C., Jang, I., Kim, M., Park, G., & Kim, Y. (2026). Effect of ammonia and diesel fuel injection pressure on combustion characteristics of high-pressure ammonia direct injection marine dual fuel engine. *International Journal of Engine Research*. https://doi.org/10.1177/14680874261429814
[20] Ahmed, M. B., & Mekonen, M. W. (2022). Effects of injector nozzle number of holes and fuel injection pressures on the diesel engine characteristics operated with waste cooking oil biodiesel blends. *Fuels*. https://doi.org/10.3390/fuels3020017
[21] Tian, Z., Feng, X., Wang, Y., Zhen, X., & Li, X. (2026). Impact of pilot injection quantity and fuel composition via pressure difference control in a same-needle diesel-methanol dual-fuel injector on engine performance. *Fuel*. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.137380
[22] El-Bitar, T., El-Meligy, M., & Khedr, M.. (2020). Investigation of exhaust valve failure in a marine diesel engine. *Engineering Failure Analysis*. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104574
[23] Smoleńska, H., & Kończewicz, W.. (2010). Failure analysis of the exhaust valve face in diesel marine engine. *Advances in Materials Sciences*. https://doi.org/10.2478/v10077-010-0006-0
[24] Scott, C. (1995). The erosion-corrosion of nickel-base diesel engine exhaust valves. *Wear*. https://doi.org/10.1016/0043-1648(94)07084-9
[25] Witek, L. (2016). Failure and thermo-mechanical stress analysis of the exhaust valve of diesel engine. *Engineering Failure Analysis*. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2016.04.022
[26] de Wilde, E. (1967). Investigation of engine exhaust valve wear. *Wear*. https://doi.org/10.1016/0043-1648(67)90007-5
[27] Mishra, P. K., & Soota, T. (2026). Role of High-Temperature oxidation in exhaust valve failure of diesel locomotive engines: An Entropy-Based failure mode analysis approach. *Materials and Corrosion*. https://doi.org/10.1002/maco.70216
[28] Yadav, M. K., Mittal, V. K., & Angra, S. (2014). Failure analysis of diesel engine exhaust valve by using ansys software. *Applied Mechanics and Materials*. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.592-594.1070
[29] Nicholls, J. R. (1994). Corrosion and wear resistance of some novel and current diesel exhaust valve materials. *Materials at High Temperatures*. https://doi.org/10.1080/09603409.1994.11689468
[30] Hou, X., Wang, Y., Dai, L., Yang, Y., Du, J., Wang, Y., & Wan, H. (2023). Study on the corrosion and wear behaviors of cylinder liner in marine diesel engine burning low sulfur fuel oil. *Engineering Failure Analysis*. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107151

[31] Kim, K. O., & Zuo, M. J.. (2018). General model for the risk priority number in failure mode and effects analysis. *Reliability Engineering & System Safety*. https://doi.org/10.1016/j.ress.2017.09.010
[32] Zheng, H., & Tang, Y.. (2020). Deng entropy weighted risk priority number model for failure mode and effects analysis. *Entropy*. https://doi.org/10.3390/e22030280