



Pengaruh Kebocoran Sistem Pendingin pada *Seating Exhaust Valve Cylinder* No 1 terhadap Kinerja Diesel Engine Generator di KM. Oriental Galaxy

The Effect of Cooling System Leakage on Seating Exhaust Valve Cylinder No. 1 on Diesel Engine Generator Performance at KM. Oriental Galaxy

Daffa Izaz Rafi Afif Fauzi Yusr^{1,a)}, Nasri¹, Elly Kusumawati¹ Agus Prawoto¹, Azis Nugroho¹, Shofa Dai Robbi¹

¹Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

^{a)}Corresponding author: daffaizaz26@gmail.com

Abstrak

Diesel engine generator merupakan permesinan yang mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik di atas kapal. Dalam pengoperasian generator, mesin didukung dengan sistem pendingin air tawar yang bersirkulasi agar mesin tidak menimbulkan panas yang berlebih. Pendingin air tawar ini mendinginkan komponen-komponen generator yang bergerak dan menimbulkan panas. Air tawar masuk melalui *cylinder head* pada *seating exhaust valve* untuk mendinginkan *exhaust valve* yang bekerja disuhu tinggi dikarenakan dari gas buang pembakaran. Kerusakan pada *seating exhaust valve* akan menimbulkan pengaruh besar bagi kinerja diesel engine generator. Penelitian ini membahas pengaruh kebocoran serta langkah penanganan pada *seating exhaust valve* generator *cylinder* nomor 1 di KM. Oriental Galaxy. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan *fishbone analysis* serta proses pengambilan data dilakukan dengan dokumentasi, wawancara, dan observasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran sistem pendingin *seating exhaust valve* generator *cylinder* nomor 1 disebabkan oleh beberapa faktor seperti jam operasional yang melebihi dari panduan *manual book* dan minimnya perawatan pada mesin diesel generator. Faktor-faktor ini berdampak pada mesin yaitu penurunan suhu gas buang *cylinder head* nomor 1, peningkatan suhu *fresh water out* generator nomor 1, dan penurunan volume air pada *expansion tk*. Oleh karena itu, dilakukan penggantian *cylinder head* nomor 1 dengan *sparepart* yang baru agar generator dapat bekerja secara optimal dan kebutuhan listrik di kapal tetap terjaga.

Kata Kunci: kebocoran *seating exhaust valve*, faktor kebocoran *seating exhaust valve*, perawatan *seating exhaust valve*

Abstract

The Diesel engine generator is a machine that converts mechanical energy into electrical energy on board a ship. In operating the generator, the engine is supported by a circulating fresh water cooling system so that the engine does not generate excessive heat. This fresh water coolant cools the moving generator components and generates heat. Fresh water enters through the *cylinder head* on the *seating exhaust valve* to cool the *exhaust valve* which works at high Temperatures due to combustion exhaust gas. Damage to the *seating exhaust valve* will have a major impact on the performance of the diesel engine generator. This study discusses the effect of leakage and handling steps on the *seating exhaust valve* generator *cylinder* number 1 at KM. Oriental Galaxy. The study used a qualitative method with *fishbone analysis* and the data collection process was carried out with documentation, interviews, and observations. The results showed that the leakage of the *seating exhaust valve* generator *cylinder* number 1 cooling system was caused by several factors such as operating hours that exceeded the *manual book* guide and minimal maintenance on the diesel generator engine. These factors have an impact on the engine, namely a decrease in the Temperature of the exhaust gas *cylinder head* number 1, an increase in the Temperature of the fresh water out generator number 1, and a decrease in the volume of water at the *expansion tk*. Therefore, *cylinder head* number 1 was replaced with a new *sparepart* so that the generator can work optimally and the electricity needs on the ship are maintained.

Keywords: exhaust valve seating leaks, exhaust valve seating leakage factors, exhaust valve seating maintenance

PENDAHULUAN

Indonesia secara geografis dikenal sebagai negara kepulauan, di mana dua pertiga dari areanya adalah lautan. Dengan luas wilayah yang melebihi daratan, negara ini menyebutnya sebagai "Benua Maritim" di mana seluruh kehidupan masyarakatnya bergantung pada laut sebagai sumber kehidupan, terutama dalam hal perdagangan dan pelayaran [1].

Kepulauan Indonesia yang terletak di titik pertemuan jalur komunikasi global antara Benua Asia dan Benua Australia, serta Samudra Hindia dan Samudra Pasifik, yang menghubungkan kepentingan berbagai negara besar. Dengan posisi wilayah yang sangat strategis dalam interaksi kepentingan dunia. Indonesia mempunyai peranan penting, tidak hanya jalur komunikasi dunia namun wilayah laut Indonesia dapat menjadi jalur perdagangan dunia serta dapat digunakan sebagai media transportasi seperti tol laut dan banyak pelabuhan[2].

Transportasi kapal berperan penting sebagai mobilitas manusia maupun distribusi barang. Dengan peranan yang sangat penting, perlu adanya perawatan lebih pada mesin terutama pada mesin diesel generator [3]. Diesel *engine* generator adalah salah satu pesawat bantu yang penting di atas kapal yaitu sebagai sumber listrik di atas kapal. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh generator digunakan sebagai penerangan dan penggerak motor di semua mesin bantu kapal [4]. Terdapat beberapa sistem yang membantu keberlangsungan kinerja generator seperti sistem pelumasan, sistem pendingin, sistem bahan bakar, sistem elektrik, serta sistem pemasukan dan pembuangan udara. Jika terjadi kerusakan pada sistem pendingin dapat mengganggu sistem pembuangan udara bahkan kinerja generator menjadi tidak optimal.

Sistem pendingin ini sangat penting dalam pengoperasian generator, karena berfungsi sebagai pendingin suhu mesin saat mesin bekerja. Tanpa sistem pendingin yang efektif, suhu mesin dapat meningkat secara berlebihan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kerusakan komponen pada mesin diesel generator [5]. Dikarenakan sistem pendingin generator menggunakan air tawar yang bersirkulasi, air tawar ini menyebabkan kerusakan pada komponen generator sehingga membuat kinerja generator menjadi tidak optimal. Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis pengaruh kebocoran sistem pendingin pada *seating exhaust valve* pada sisi kiri generator, serta mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi performa generator, dampak jika terjadi kebocoran dan upaya yang dilakukan jika terjadi kebocoran pada *seating exhaust valve*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, karena metode ini berfokus pada kualitas yang di bahas. Data dari penelitian ini menggunakan hasil dari wawancara, dokumentasi, dan observasi. metode kualitatif adalah salah satu jenis metode untuk mengeksplorasi, mendeskripsikan, dan memahami studi tentang pentingnya banyak orang atau kelompok yang dievaluasi dari masalah sosial atau kemanusiaan [15]. Proses penelitian kualitatif melibatkan upaya penting, seperti pertanyaan, prosedur, dan mengumpulkan data yang spesifik dari partisipan.

Teknik Pengumpulan Data

Tujuan pengumpulan data adalah untuk menemukan jawaban dari masalah yang sesuai dengan jenis studi deskriptif kualitatif. Oleh karena itu, data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif setiap informasi yang diperoleh di lapangan. Dengan menggunakan teknik pengumpulan data metode wawancara, observasi, dan dokumentasi. Sehingga diharapkan dapat memperoleh kesimpulan yang memadai.

Teknik Analisis Data

Metode analisis dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode analisis *fishbone*. *Fishbone analysis* adalah memvisualisasikan dan mengorganisir berbagai variabel yang dapat mempengaruhi hasil suatu proses. Dalam pandangannya, diagram ini memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang bagaimana berbagai faktor berinteraksi satu sama lain dalam menyebabkan suatu masalah [16].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di KM. Oriental *Galaxy* selama 12 bulan lebih 7 hari pada tanggal 4 Agustus 2023 sampai 11 Agustus 2024. Penelitian dilakukan karena terjadi masalah pada mesin diesel generator nomor 1 *type* M220L-UN dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1 . Mesin ini mengalami kebocoran sistem pendingin pada *seating exhaust valve cylinder* nomor 1 sehingga mempengaruhi kinerja generator nomor 1 di KM. Oriental *Galaxy*. Dalam penelitian ini, peneliti dibantu kru mesin KM. Oriental *Galaxy*.

Tabel 1 Spesifikasi mesin diesel generator M220-UN

Maker	YANMAR
Type	M220-UN
Power/RPM	715
Bore/Stroke	110 mm/140 mm
KW	240 KW
Volt/Amp	440 V/60 Hz/300 A

Hasil Penelitian

1) Observasi

Kerusakan Pada tanggal 10 Maret 2024, waktu penulis berdinasa jaga 8-12 praktik laut di KM. Oriental Galaxy, yang berlayar dari Makasar ke Surabaya. KM. Oriental Galaxy memiliki 3 mesin diesel generator yaitu generator nomor 1, 2, dan 3. Saat berdinasa jaga, generator yang digunakan generator nomor 1 dan generator nomor 2, tiba-tiba pada pukul 21.00 *alarm high temperature fresh water out* pada generator nomor 1 dan *alarm low level fresh water expansion tk.* menyala, masinis 4 (*4th engginer*) memerintahkan *oiler* untuk *standby* di kamar mesin sedangkan masinis 4 (*4th engginer*) dan cadet segera cek generator nomor 1 dan *fresh water expansion tk.* Setelah masinis 4 sampai di generator 1 dan cadet sampai di *fresh water expansion tk.*, terlihat *Temperature* gas buang pada *cylinder* nomor 1 rendah dan level air pada *fresh water expansion tk.* rendah. Masinis 4 memerintahkan untuk membuka *valve* pengisian *expansion tk.* dan membantu masinis 4 untuk menyalakan generator nomor 3 agar dapat sinkronkan dengan generator nomor 2. Kemudian, masinis 4 memberikan perintah untuk menutup kembali *valve* pengisian *expansion tk.* dikarenakan *alarm low level fresh water expansion tk.* pada monitor di kamar mesin mati dan membantu masinis 4 mematikan generator nomor 1.

Kejadian tersebut, masinis 4 melaporkan tingginya gas buang *cylinder* nomor 1 dan *low level fresh water expansion tk.* kepada KKM (Kepala Kamar Mesin). KKM mengetahui kejadian tersebut, KKM langsung periksa generator nomor 1 dan memberi perintah kepada masinis 4 untuk dihidupkan kembali. Ketika generator diblow sebelum generator dihidupkan, keluar udara bercampur air pada indikator *cylinder* nomor 1, yang berarti ada masalah kebocoran pada sistem pendingin *cylinder* nomor 1. KKM perintahkan cadet mendokumentasikan kerusakan yang terjadi pada mesin diesel generator, sehingga dokumentasi dapat dilaporkan ke kantor.

Pada tanggal 11 Maret 2024, laporan telah di terima oleh kantor dan perintahkan kru kapal KM. Oriental Galaxy agar melakukan *overhaul cylinder head* nomor 1 pada generator nomor 1. KKM, masinis 3, dan cadet memulai *overhaul cylinder head* nomor 1. Dimulai dari melepas *cover rocker arm*, baut-baut, dan injector. Setelah komponen terlepas, dimasukan alat bantu pada lubang injector untuk mengangkat *cylinder head*. Kemudian masinis 3 melakukan pemeriksaan di dalam *cylinder liner* dan *area exhaust valve* terdapat air pada sisi kiri. Menyadari hal tersebut, masinis 3 segera melanjutkan melepas semua *valve* pada *cylinder head* nomor 1 di generator nomor 1. Ketika *valve* telah terlepas, terlihat pada *seating exhaust valve* sisi kiri mengalami keretakan

yang mengakibatkan masuknya air melalui sistem pendingin generator seperti pada Gambar 1.



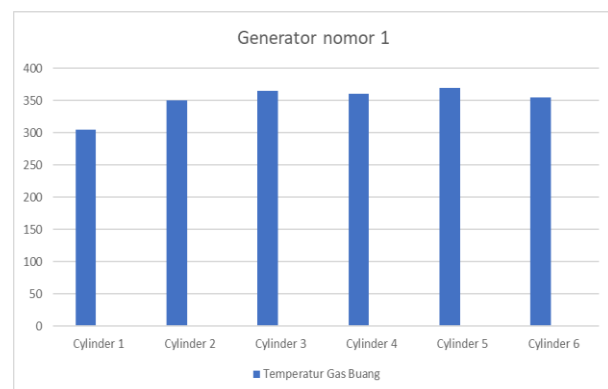
Gambar 1. Area valve berkarat karena bocor pada pendingin

Pagi hari pada tanggal 12 Maret 2024, masinis 3 menyiapkan *sparepart* untuk menggantikan *Seating exshhaust valve* yang mengalami keretakan. Proses penggantian dan pemasangan komponen-komponen berlangsung hingga sore hari, dengan bantuan dari *oiler* dan cadet mesin. Setelah selesai melakukan *overhaul*, semua sistem diperiksa kembali dan dihidupkan dengan pengawasan KKM untuk memastikan kinerja generator berjalan dengan optimal. Selama 3 jam Genarator beroperasi, temperatur gas buang serta temperatur pendingin air tawar terpantau dalam kondisi normal.

2) Dokumentasi

Loog book

Pada gambar di bawah merupakan laporan kondisi *Temperature* gas buang generator nomor 1 Yanmar M220L-UN pada *logbook*. Terdapat penurunan *Temperature* gas buang *cylinder* nomor 1. Hal in terjadi karena sebagian gas buang sisa dari pembakaran masuk ke sistem pendingin air tawar seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik *Temperature* Gas Buang Generator No 1

Seating exhaust valve

Gambar 3 menunjukkan *Seating exhaust valve* yang berkarat dikarenakan *seating exhaust valve* sebagai jalur pendingin air tawar yang bekerja secara terus menerus di *Temperature* dan tekanan tinggi dengan waktu yang lama, hal ini menyebabkan *seating exhaust valve* berkarat dan menyebabkan kebocoran.



Gambar 3. Seating exhaust valve cylinder nomor 1 generator nomor 1

3) Wawancara

faktor yang menyebabkan terjadinya kebocoran pada sistem pendingin *seating exhaust valve cylinder* nomor 1?

KKM menjelaskan bahwa penyebab terjadinya kebocoran pada *seating exhaust valve* disebabkan oleh jam kerja *cylinder head* pada mesin diesel generator 1. Apabila durasi kerja melebihi 4000 jam dapat memicu sejumlah masalah seperti keausan dan korosi pada bagian *seating exhaust valve*. Keausan dan korosi pada *seating exhaust valve* generator bisa terjadi dikarenakan terdapat jalur sistem pendingin air tawar.

Apa dampak yang ditimbulkan dari keausan dan korosi pada *seating exhaust valve*?

KKM menjelaskan bahwa dampak yang ditimbulkan dari keausan dan korosi pada *seating exhaust valve* akan mengakibatkan masuknya gas buang dalam sistem pendingin air tawar. Kebocoran tersebut menyebabkan suhu gas buang pada *cylinder* nomor 1 rendah dan *Temperature fresh water out cylinder* nomor 1 di generator nomor 1 menjadi tinggi sehingga kinerja mesin diesel generator menjadi tidak optimal.

Bagaimana upaya yang di lakukan untuk mengatasi kebocoran sistem pendingin *seating exhaust valve cylinder* nomor 1 pada generator KM Oriental Galaxy?

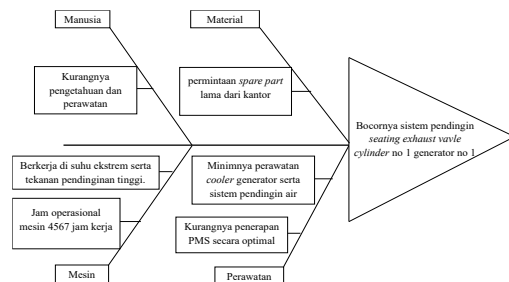
KKM menjelaskan Dengan mengganti komponen sesuai jam kerja operasional mesin dan panduan manual *book*. Setelah itu, perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala terhadap kadar Ph air tawar yang harus berada di atas angka 7, serta melakukan pembersian *fresh water coller tube* generator sesuai jam kerja yang ditentukan.

Pembahasan

Pembahasan ini akan mencakup rumusan masalah yang telah disajikan pada bab sebelumnya. Berikut merupakan jawaban dari rumusan masalah :

1) Faktor yang menyebabkan terjadinya kebocoran sistem pendingin pada *seating exhaust valve* generator *cylinder* nomor 1

Kebocoran *seating exhaust valve* dianalisis melalui *fishbone analysis* seperti **Gambar 4** dan disebabkan oleh empat faktor utama:



Gambar 4. Diagram fishbone penyebab akibat kebocoran *seating exhaust valve*

Faktor manusia

Kurangnya pengetahuan dalam penanganan mesin dapat menyebabkan mesin mengalami kerusakan yang lebih vital. *Oiler* tidak mampu mendeteksi masalah yang muncul, seperti suara mesin tidak normal yang di biarkan beroperasi dapat memperparah kebocoran *seating exhaust valve*.

Faktor mesin

Gambar 5 menuinjurkan *Cylinder head* nomor 1 pada generator nomor 1 di KM. Oriental melebihi 4000 jam dari panduan *manual book*. Hal ini, mengakibatkan *seating exhaust valve* tersebut tidak berfungsi dengan baik karena tidak mampu menahan tekanan dan suhu tinggi terus-menerus pada sistem pendingin air tawar.

Gambar 5. Running hours auxiliary engine KM.

NAMA BAGIAN	URAIAN	JAM (JAM)	KONVERSI KWATTU	JAM KERJA MENGENAL								JAM KERJA PERAWATAN				TANGGAL PERAWATAN				TOTAL JAM KERJA				
				AE I		AE II		AE III		AE IV		AE V		AE VI		AE VII		AE VIII		AE IX		AE X		
				I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
INTAKE VALVE CYL NO.1	Overhaul, Bersihkan, Ganti part yg rusak	4000	8 jam per 4000 jam	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	
INTAKE VALVE CYL NO.2	Overhaul, Bersihkan, Ganti part yg rusak	4000		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
INTAKE VALVE CYL NO.3	Overhaul, Bersihkan, Ganti part yg rusak	4000		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
INTAKE VALVE CYL NO.4	Overhaul, Bersihkan, Ganti part yg rusak	4000		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
INTAKE VALVE CYL NO.5	Overhaul, Bersihkan, Ganti part yg rusak	4000		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
INTAKE VALVE CYL NO.6	Overhaul, Bersihkan, Ganti part yg rusak	4000		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
INTAKE VALVE CYL NO.7	Overhaul, Bersihkan, Ganti part yg rusak	4000		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
INTAKE VALVE CYL NO.8	Overhaul, Bersihkan, Ganti part yg rusak	4000		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0

KRM

[Signature]

Gambar 5. Running hours auxiliary engine KM. Oriental Galaxy

Faktor perawatan

Kurangnya perawatan dalam pemeriksaan Ph pada sistem pendingin air tawar yang dapat memperburuk kinerja sistem pendingin, sehingga komponen menjadi rentan terhadap keausan dan kerusakan.

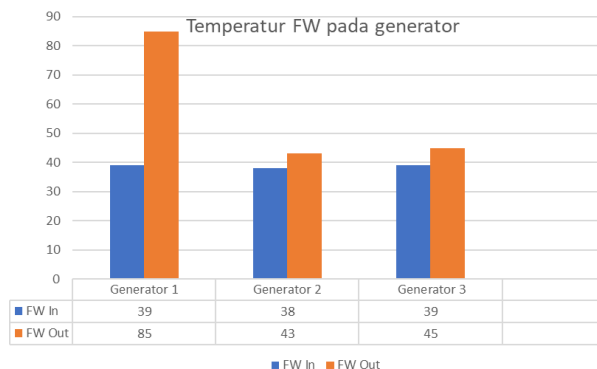
Faktor manajemen

Penggunaan *sparepart* dengan harga yang relatif murah serta bahan yang digunakan tidak berkualitas, tetapi

tetap digunakan karena terbatasnya *sparepart* yang tersedia.

2) Dampak jika terjadi kebocoran sistem pendingin pada *seating exhaust valve cylinder* nomor 1 terhadap kinerja generator

Hight Temperature fresh water out generator nomor 1



Gambar 6. Grafik *Temperature* FW pada Generator

Berdasarkan **Gambar 6** generator nomor 1 terjadi kenaikan temperatur yang signifikan. Hal ini terjadi karena gas buang dari proses pembakaran masuk ke dalam sistem pendingin dan membuat air pendingin di generator 1 menjadi panas. Panas tersebut disebabkan celah atau keretakan pada *seating exhaust*.

Low Temperature indicator cylinder nomor 1

Penurunan suhu gas buang pada *cylinder* nomor 1 terjadi akibat adanya sebagian gas buang yang tersisa dari proses pembakaran masuk atau bocor ke dalam sistem pendingin air tawar, sehingga menyebabkan perpindahan panas dari gas buang ke air pendingin, dan mengakibatkan suhu gas buang menjadi lebih rendah dari kondisi normal.

Low level expansion tk.

Terjadi penurunan volume pada *expansion tk.* dikarenakan gas buang dengan suhu 3508C-3808C masuk ke sistem pendingin air tawar, menyebabkan meningkatnya suhu air tawar dan mengalami penguapan.

Kinerja generator tidak optimal.

Kinerja mesin diesel generator menjadi tidak optimal, karena panas dari gas buang masuk ke dalam sistem pendingin air tawar sehingga pendinginan pada *jacket cooling* dan *cylinder head* tidak maksimal.

3) Upaya yang dilakukan untuk mengatasi kebocoran sistem pendingin pada *seating exhaust valve* generator *cylinder* nomor 1

a. Melakukan penggantian *cylinder head* nomor 1 dengan menggunakan peralatan khusus serta berakurasi tinggi, sehingga dapat mengurangi terjadinya kesalahan yang bisa mengakibatkan pada kerusakan tambahan atau kecelakaan di tempat kerja.

b. Melepas seluruh komponen pada *cylinder head* nomor 1 generator nomor 1 lalu Menggantikan dengan *sparepart* yang baru dan memasangkan kembali semua komponen pada *cylinder head* nomor 1. Proses ini dilakukan dengan akurat, hati-hati, dan sesuai dengan ketentuan dari *manual book*.

c. Langkah yang terakhir lakukan *running test*. *Running test* merupakan tahap penting untuk memastikan bahwa mesin diesel generator 1 berfungsi dengan baik sebelum beroperasi sepenuhnya lagi.

PENUTUP

Kesimpulan

1) Berbagai faktor yang menyebabkan kebocoran pada *seating exhaust valve cylinder* nomor 1 sisi kiri generator nomor 1

a. Minimnya perawatan pada mesin diesel generator yang seharusnya perawatan dilakukan secara rutin dengan tetap memperhatikan *Instruction Manual Book*.

b. Jam operasinal mesin melebihi dari panduan *manual book*.

c. Permittaan *sparepart* yang lama dari kantor.

2) Dampak dari kebocoran sistem pendingin pada *seating exhaust valve cylinder* nomor 1 terhadap kinerja mesin generator

a. Terjadi peningkatan *Temperature fresh water out* generator nomor 1.

b. Penurunan suhu gas buang *cylinder* nomor 1.

c. Penurunan volume air pada *FW expansion tk.*

d. Kinerja generator tidak optimal.

3) Upaya yang dilakukan untuk mengatasi kebocoran sistem pendingin pada *seating exhaust valve* generator *cylinder* nomor 1

a. Menambah air tawar pada *expansion tk.*

b. Matikan generator 1 agar tidak memperparah kerusakan.

c. Melakukan penggantian pada *cylinder head* nomor 1 dengan *sparepart* yang baru.

Saran

1) Tingkatkan penerapan perawatan berkala terhadap semua bagian mesin berdasarkan rencana pemeliharaan yang telah ditetapkan (PMS).

2) Pantau parameter mesin secara real time, serta lakukan inspeksi secara berkala pada sistem pendingin dan.

3) Pastikan *sparepart* yang digunakan berkualitas sesuai dengan spesifikasi teknis dari pabrik serta pemasangan *sparepart* secara presisi agar mesin dapat bekerja dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Freddy, "Maritim Negeriku Indonesia," 2023.
- [2] O. : Andhika, W. Kusuma, and M. Faisal, "Strategi Pertahanan Laut Indonesia Dihadapkan Dengan Perkembangan Lingkungan Maritim Global dan Regional," 2022.
- [3] N. Putu Decy Arwini and I. Made Juniastra, "Peran Transportasi Dalam Dunia Industri," vol. 6, no. 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.47532/jiv.v6i1.794>.
- [4] A. Wijarnako, "Analisis Kinerja Gas Buang Pada Mesin Diesel Penggerak Generator MT. Merauke," Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2024.
- [5] M. A. P. Santosa, "Identifikasi Naiknya *Temperatur Jacket Cooling* Pada Main Engine Di MV. Sinar Bali," Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2021.
- [6] W. Sunarlik, "Prinsip Kerja Generator Sinkron," Universitas Pamyatan Daha, Kediri, 2016.
- [7] N. W. A. Winarno, "Tidak Bekerjanya Diesel Generator Yang Mengakibatkan *Black Out* Di Kapal MV. KT 05," 2019.
- [8] M. Riyad, U. Budiarto, and B. W. A. Santosa, "Analisa Teknis dan Ekonomis Penggunaan Sistem Pendingin *Refrigerated sea water* (RSW) Pada Kapal Ikan Tradisional," Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, 2019.
- [9] F. A. L. M. Basri, "Analisis Identifikasi Kerusakan *Valve* Gas Buang Mesin Diesel Generator Di Kapal SPB," Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, Lebam, 2024.
- [10] S. Nasution and R. Razali, "Analisa Kegagalan *Cylinder Head* Mesin Diesel Komatsu Dengan Menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) di *Megapower* PLTD Bengkalis," Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2022.
- [11] Praditya, "Pengaruh Bocornya *Cylinder Head* No. 2 Dan No. 8 Berpengaruh Terhadap Kerja Mesin Induk Di MV. OMS IJEN," Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2022.
- [12] R. Stone, "*Introduction to Internal Combustion Engines*," University Uxbridge Middlesex, 1999.
- [13] D. B. B. Harjayantoro, "Analisis patahnya *spindle valve* pada generator yanmar 6ey18(a)l di MV. Kharis trinity," Politeknik ilmu pelayaran Semarang, 2023.
- [14] B. J. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York, 1988.
- [15] Creswell J W, Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran. 2014. doi: 10.5539/elt.v12n5p40.
- [16] George, "*Diet composition and condition factor of Ethmalosa fimbriata in the Cross River Estuary*," University of Calabara, Calabara, 1980.