



Analisis Faktor-faktor Penyebab *Overflow* Pada Pengoperasian *Fuel Oil Purifier Mitsubhisi Kakoki Kaisha Sj-10* Di MV. CAMILLA

Naufal Fadlurrohman^{1*}, Mochammad Zainuddin², Sri Mulyanto³, Antonius Edy Kristiyono⁴, Monika Retno Gunarti⁵, Azis Nugroho⁶

¹⁻⁶ Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal (TRPK), Politeknik Pelayaran (Poltekpel) Surabaya

*naufal408@gmail.com, Mz.9din@gmail.com, suksesbareng20@gmail.com, edyantonius25@gmail.com,

monika.retno@poltekpel-sby.ac.id, azis.nugroho@poltekpel-sby.ac.id

Abstrak

Overflow pada Fuel Oil Purifier merupakan permasalahan serius yang dapat mengganggu efisiensi operasional serta mengakibatkan kerugian bahan bakar secara signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya overflow pada purifier mitsubhisi kakoki kaisha sj-10 di MV. Camilla. Penulis merangkum permasalahan-permasalahan dan mencoba memecahkan masalah dengan menggunakan metode observasi langsung, wawancara, dokumentasi, serta studi pustaka untuk memperoleh data-data yang berhubungan fuel oil purifier yang berguna untuk mendukung kelancaran penulis dalam pembuatan skripsi ini. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa overflow disebabkan faktor teknis, seperti kerusakan komponen seperti bowl disc kotor, drain nozzle tersumbat, main seal aus dan kesalahan pemilihan gravity disc, serta faktor non teknis berkaitan dengan aspek manusia, seperti kurang disiplin, kelalaian ataupun ketidaksesuaian operator dalam perawatan dan prosedur operasional standar (SOP). Penelitian juga mengungkap dampak ekonomi overflow yang mencapai puluhan juta rupiah per bulan.

Kata kunci: MV. Camilla, Meluap, Pembersih, PMS, RCA

1. Latar Belakang

Kapal merupakan alat transportasi laut yang efisien dibandingkan transportasi darat maupun udara. Kapal mampu mengangkut barang dalam jumlah besar antar pulau atau negara. Agar pelayaran dapat dilaksanakan dengan aman, tepat waktu, dan efisien, dibutuhkan permesinan yang berfungsi normal dan aman. Salah satu faktor utama dalam pengoperasian mesin kapal adalah bahan bakar. Bahan bakar yang diterima kapal setelah kegiatan *bunker* dapat mengandung partikel kotoran padat atau air. Oleh karena itu, sebelum digunakan untuk mesin diesel, bahan bakar perlu dijaga kebersihannya melalui proses penyaringan, pengendapan, dan purifikasi. Bahan bakar yang tercemar dapat menyebabkan *nozzle injector* pada mesin diesel tersumbat, yang akan merusak mesin dan mengganggu operasional kapal, serta menimbulkan kerugian bagi pemilik kapal, awak kapal, dan lingkungan. Untuk menjaga kelancaran operasional mesin, perawatan rutin sangat penting, salah satunya dengan menggunakan *purifier* untuk memastikan bahan bakar bebas dari kotoran dan air. *Purifier* adalah alat bantu yang digunakan untuk memisahkan cairan dengan berat jenis berbeda, membersihkan minyak dari kotoran cair dan padat (lumpur), dan lebih efektif daripada metode pengendapan dan penyaringan, sehingga meningkatkan efisiensi waktu dan mengurangi kerusakan mesin akibat minyak yang tidak bersih (Pongkessu, 2011).

Dalam teori yang dijelaskan oleh Paulus Pongkessu (2011) dalam penelitian berjudul *Analisis Overflow Pada Pengoperasian Fuel Oil Purifier Di MT. Tirtasari*, penyebab overflow pada purifier adalah tersumbatnya screw with hole, yang mengakibatkan closing water mengalir keluar dari dalam bowl body menuju sludge port. Sementara itu, dalam penelitian yang saya lakukan selama 12 bulan, tepatnya pada tanggal 24 Januari 2024 antara pukul 08.00-12.00 WIB, terjadinya overflow pada fuel oil purifier Kakoki Kaisha SJ-10 di kapal MV. Camilla, yang sedang dalam perjalanan dari Padang menuju Salalah, Oman. Masalah ini disebabkan oleh kurangnya perawatan sesuai dengan manual book instruction dari fuel oil purifier SJ-10.

Penurunan produksi minyak fuel oil disebabkan oleh terbuangnya volume minyak ke tangki sludge saat proses pembersihan bahan bakar oleh purifier, yang menyebabkan penurunan volume di tangki service selama jam jaga

Analisis Faktor-faktor Penyebab Overflow Pada Pengoperasian Fuel Oil Purifier Mitsubhisi Kakoki Kaisha Sj-10 Di MV. CAMILLA

dari pukul 04.00-08.00 WIB. Faktor utama penurunan produksi minyak bersih ini adalah kurang optimalnya kinerja purifier Kakoki Kaisha SJ-10, yang disebabkan oleh beberapa komponen yang tidak berfungsi dengan baik, seperti main seal yang rusak, kerak kotoran pada bowl disk, pilot valve yang tersumbat, dan pemilihan gravitasi yang salah. Hal ini menyebabkan bahan bakar yang terpisah dari kotoran tidak mengalir ke clean oil outlet menuju tangki service, melainkan mengalir ke sludge port menuju tangki sludge, sehingga mengakibatkan overflow bahan bakar minyak. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan operasional kapal berjalan normal dengan menyelesaikan masalah overflow pada fuel oil purifier, yang perlu ditangani dengan cepat dan tepat untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh terjadinya overflow pada fuel oil purifier SJ-10, 2), untuk mengetahui cara perawatan yang baik dan benar terhadap fuel oil purifier SJ-10, serta untuk mengetahui cara mencegah terjadinya overflow pada fuel oil purifier SJ-10. Berdasarkan latar belakang ini, penulis tertarik mengambil judul “*Analisis Faktor-Faktor Penyebab Overflow Pada Pengoperasian Fuel Oil Purifier Mitsubishi Kakoki Kaisha SJ-10*”.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk menganalisis Faktor-faktor Penyebab *Overflow* Pada Pengoperasian *Fuel Oil Purifier* Mitsubhisi Kakoki Kaisha Sj-10 Di MV. CAMILLA selama 12 bulan pelaksanaan Praktek Laut (PRALA). Data yang digunakan terdiri dari data primer, yang diperoleh langsung melalui observasi, wawancara, dan pencatatan gejala-gejala terkait. Data dikumpulkan dari wawancara dengan kru kapal serta dari buku petunjuk kapal. Metode pengumpulan data meliputi wawancara, observasi, studi pustaka, dan dokumentasi. Teknik analisis data menggunakan metode *root cause analysis* (RCA) untuk menentukan faktor-faktor penyebab *overflow* pada pengoperasian *fuel oil purifier sj-10*.

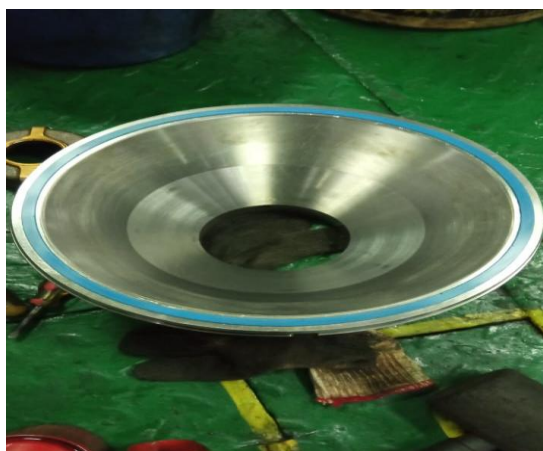
3. Hasil dan Diskusi

3.1. Observasi

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, yaitu pengamatan tanpa menggunakan alat tambahan untuk keperluan tersebut. Observasi ini bertujuan untuk mengumpulkan data di lapangan mengenai objek yang diteliti dan pengalaman kerja yang menjadi referensi dalam penulisan skripsi. Selama pengambilan data di kapal MV. Camilla, penulis menemukan beberapa masalah, namun menyadari keterbatasan waktu dan kemampuan untuk memfokuskan pada semua masalah tersebut. Penulis berfokus pada pengamatan terjadinya *overflow* pada *fuel oil purifier* yang mengganggu operasional kapal. *Overflow* terdeteksi saat jam jaga pukul 04.00-08.00, ditandai dengan penurunan jumlah outlet bahan bakar dari 1.488 l/h menjadi 1.450 l/h, yang menunjukkan adanya perbedaan debit, di mana bahan bakar yang seharusnya masuk ke *service tank* justru masuk ke *sludge tank*:

3.2. Dokumentasi

Berikut merupakan dokumentasi penulis selama melakukan prala saat *overflow* pada *fuel oil purifier* No. 1 dan perbaikannya:



Gambar 1. Main Seal
Sumber: Penulis (2024)



Gambar 2. *Drain Nozzle*
Sumber: Penulis (2024)



Gambar 3. *Gravity Disc*
Sumber: Penulis (2024)



Gambar 4. *Overhaul Purifier*
Sumber: Penulis (2023)

3.3 Wawancara

Berdasarkan penelitian selama 12 bulan di kapal MV. Camilla, masalah overflow pada fuel oil purifier terdeteksi ketika terjadi penurunan jumlah outlet bahan bakar dari 1.488 l/h menjadi 1.450 l/h, menunjukkan adanya perbedaan debit dan bahan bakar yang seharusnya masuk ke service tank malah masuk ke sludge tank. Overflow ini disebabkan oleh faktor teknis, seperti kerusakan pada komponen utama, dan faktor non-teknis, seperti kesalahan pemilihan gravitasi dan kelalaian dalam pemeliharaan. Dampaknya dapat mengganggu operasional kapal, merusak bahan bakar, serta mempengaruhi suhu gas buang. Untuk mencegah overflow, perlu dilakukan pemeriksaan purifier dan komponen terkait, serta pemeliharaan rutin sesuai SOP.

Analisis kuantitatif dampak *overflow* terhadap efisiensi bahan bakar dan biaya operasional kapal

Diketahui bahwa saat terjadi overflow antara pukul 04.00-08.00, terdapat selisih inlet dan outlet sebesar 750 liter/jam. Jika overflow berlangsung selama 12 jam, maka bahan bakar yang hilang mencapai 9.000 liter. Dengan harga bahan bakar FO Rp. 12.000 per liter, potensi kerugian operasional akibat overflow dalam sehari adalah Rp. 108.000.000. Dalam jangka panjang, jika overflow tidak ditangani, kerugian bulanan dapat mencapai Rp. 3.348.000.000, dan kerugian tahunan bisa mencapai Rp. 39.528.000.000. Selain itu, biaya tambahan seperti penggantian main seal sekitar Rp. 3.000.000, overhaul dan chemical cleaning sekitar Rp. 5.000.000, serta down time yang menurunkan performa mesin, menunjukkan bahwa overflow tidak hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi juga menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi perusahaan

Implementasi perawatan terjadwal berdasarkan *planned maintenance system (PMS)*

Untuk memastikan pengoperasian optimal dan mencegah overflow pada fuel oil purifier Mitsubishi Kakoki Kaisha SJ-10, perlu diterapkan perawatan sesuai dengan Planned Maintenance System (PMS), yang mencakup jadwal inspeksi, overhaul, dan penggantian komponen yang terkait dengan kinerja purifier. Berdasarkan data PMS yang berlaku, tindakan perawatan dilakukan sesuai interval waktu yang telah ditetapkan berdasarkan rekomendasi pabrik dan pengalaman operasional.

Tabel 1. Implementasi *Planned Maintenance System (PMS)*

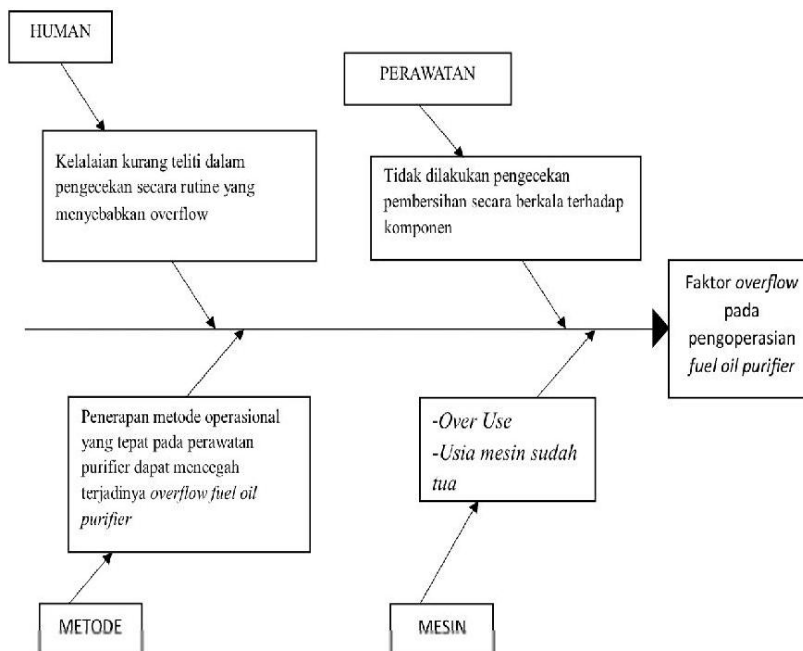
Kode task	Kegiatan Perawatan	Interval	Jenis Solusi
Mp-004	Overhaul + penggantian <i>bearing</i>	3 Tahun	Korektif
MP-008	Inspeksi faction pads	6 Bulan	Preventif
MP-010	Inspeksi <i>bowl & pairing disc</i> , ganti <i>seal ring</i>	3 Bulan	Preventif / Korektif
MP-024	Overhaul semua pompa attached	3 Tahun	Korektif
MP-030	Overhaul motor dan starter	5 Tahun	Korektif
MP-032	Inspeksi & pembersihan heater	5 Tahun	Preventif
MP-042	Overhaul steam inlet & steam trap valve	1 Tahun	Korektif
MP-044	Penggantian oli gear case	6 Bulan	Preventif
MP-124	Pembersihan recycling & operating water tank	1 Tahun	Preventif
MP-044	Pengujian alarm & automatic system	6 Bulan	Preventif

Sumber: Analisis Penulis (2025)

Perawatan seperti pemeriksaan ring dan bowl setiap 3 bulan serta penggantian gear oil setiap 6 bulan sangat penting untuk menjaga efisiensi pemisahan dan mencegah kebocoran atau keausan yang dapat mengganggu sistem. Selain itu, pemeriksaan sistem otomatis dan alarm membantu mendeteksi masalah sejak dini, yang dapat menyebabkan overflow jika tidak segera ditangani. Dengan jadwal PMS yang sistematis, setiap tindakan pemeliharaan dapat meminimalkan potensi overflow akibat kelalaian atau kerusakan.

3.4 Diagram Faktor Penyebab

Menggunakan *Root Cause Analysis*, dan diagram *fishbone chart* yang dimodifikasi setiap kali fakta yang lebih relevan terungkap, diagramnya yaitu sebagai berikut:



Gambar 5. Diagram Fishbone
Sumber: Penulis (2025)

3.5 Identifikasi Akar Penyebab

Penulis mengidentifikasi akar penyebab permasalahan pada MV. Camilla menggunakan diagram fishbone chart. Faktor pertama adalah Human, di mana kelalaian dalam pengecekan rutin pada komponen fuel oil purifier mengakibatkan overflow. Kedua, Perawatan, di mana tidak dilakukan pembersihan berkala setiap 3 bulan pada fuel oil purifier, menyebabkan bowl disc dan drain nozzle kotor dan tersumbat. Ketiga, Metode, penulis menggunakan Root Cause Analysis untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam diagram fishbone chart guna menemukan penyebab overflow yang mengganggu kualitas bahan bakar dan operasional kapal. Keempat, Mesin, terkait dengan purifier, di mana beberapa komponen kemungkinan mengalami kerusakan atau penyumbatan karena penggunaan berlebihan

3.6 Analisis Data

Berdasarkan hasil analisis data metode observasi, peneliti menemukan bahwa masalah overflow pada pengoperasian fuel oil purifier disebabkan oleh kotoran yang menumpuk pada bowl disc, tersumbatnya drain nozzle, kerusakan main seal, dan kesalahan dalam memilih gravity disc. Peneliti menyimpulkan bahwa kondisi tersebut dapat menyebabkan gangguan serius pada pengoperasian kapal, serta menyebabkan kerugian sebesar 9.000 liter per hari terkait ketersediaan bahan bakar.

Dalam metode dokumentasi, peneliti melakukan perbaikan terhadap fuel oil purifier yang mengalami overflow. Langkah-langkah yang diambil antara lain melakukan overhaul pada fuel oil purifier untuk memeriksa komponen yang kotor atau rusak, serta melakukan pengecekan secara rutin terhadap bowl disc, drain nozzle, main seal, dan gravity disc untuk memastikan kinerja purifier tetap optimal.

Dalam wawancara dengan Chief Engineer dan Masinis 4, peneliti menemukan bahwa overflow pada fuel oil purifier dipengaruhi oleh faktor teknis dan non-teknis. Faktor teknis meliputi kotoran pada bowl disc, tersumbatnya drain nozzle, kerusakan main seal, dan pemilihan gravity disc yang salah, sementara faktor non-teknis disebabkan oleh kelalaian manusia, kurangnya pengetahuan operasional, dan perawatan yang tidak sesuai SOP. Untuk mengatasi overflow, perlu dilakukan pengecekan dan pembersihan rutin setiap 3 bulan, perbaikan bagian yang rusak setiap 3.000 jam kerja atau 6 bulan, serta pelatihan dan pencatatan pemeriksaan untuk mengurangi risiko overflow

3.7 Pembahasan

Faktor penyebab terjadinya *overflow* pada pengoperasian *fuel oil purifier*

Selama 12 bulan praktek laut di kapal, penulis menemukan penyebab terjadinya *overflow* pada pengoperasian *fuel oil purifier*, yang dipengaruhi oleh faktor teknis dan non-teknis yang saling berkaitan. Faktor teknis yang mempengaruhi antara lain kotoran pada bowl disc akibat kurangnya de-sludging, tersumbatnya drain nozzle karena penumpukan kerak dari air yang mengandung kapur, keausan pada main seal akibat penggunaan yang terus menerus, dan pemilihan gravity disc yang salah yang dapat menyebabkan pergeseran interface pada bowl. Faktor non-teknis lebih disebabkan oleh kelalaian manusia, kurangnya pengetahuan operator tentang sistem purifier, dan tidak diterapkannya SOP dengan baik, yang seharusnya menjadi pedoman dalam pengoperasian dan perawatan komponen purifier.

Dampak *Overflow* pada Purifier terhadap ketersediaan bahan bakar di kapal

Dampak terjadinya *overflow* pada purifier terhadap ketersediaan bahan bakar di kapal cukup signifikan. Pertama, *overflow* menyebabkan penurunan efisiensi pemurnian, karena purifier tidak beroperasi secara optimal akibat tersumbat atau pengaturan tekanan yang salah. Hal ini mengakibatkan bahan bakar yang masuk ke tangki masih mengandung kontaminan seperti lumpur, air, dan partikel yang dapat menyumbat injector atau menyebabkan pembakaran tidak sempurna pada mesin. Kedua, *overflow* mengarah pada pemborosan bahan bakar, di mana bahan bakar yang seharusnya dimurnikan justru terbuang ke tangki sludge atau tumpah ke area lain, mengakibatkan hilangnya sekitar 9.000 liter per hari dan mengurangi jumlah bahan bakar murni yang tersedia untuk mesin induk. Selain itu, *overflow* dapat memengaruhi stabilitas kapal, dengan penumpukan cairan atau pengosongan tangki yang dapat mengubah distribusi berat kapal, terutama jika terjadi dalam jumlah besar. Terakhir, gangguan operasional kapal juga terjadi, karena purifier yang tidak berfungsi optimal akan menghambat ketersediaan bahan bakar, terutama dalam situasi kritis, yang dapat mengganggu kelancaran operasional kapal

Langkah Penanganan Pencegahan Terjadinya *overflow* pada *fuel oil purifier sj-10*

Untuk mencegah terjadinya *overflow* pada *fuel oil purifier SJ-10*, perlu dilakukan perawatan dan inspeksi rutin. Beberapa langkah perbaikan dan pencegahan yang dapat dilakukan diantaranya terkait Kotornya Bowl Disc: Kotoran yang menumpuk pada bowl disc dapat menyebabkan *overflow* jika dibiarkan. Cara mengunggulangnya adalah dengan memeriksa dan membersihkan bowl disc setiap 3 bulan sesuai dengan jadwal PMS, menggunakan cairan kimia atau disc cleaner untuk membersihkan kotoran yang mengeras.

Tersumbatnya Drain Nozzle: Drain nozzle yang tersumbat akibat penumpukan kerak dari air mengandung kapur dapat mengganggu aliran closing water ke bowl body. Penanganannya meliputi melepaskan nozzle, merendamnya dalam larutan kimia, membersihkannya dengan wire brush, dan memastikan fungsi drain nozzle setelah pemasangan.

Keausan atau Rusaknya Main Seal: Main seal yang aus dapat menyebabkan kebocoran cairan, mengurangi efisiensi pemurnian, dan menyebabkan *overflow*. Gantilah main seal setiap 3.000 jam kerja atau 6 bulan dengan prosedur yang hati-hati, termasuk penggunaan minyak dan silicon untuk memastikan kerapatan dan menghindari kebocoran.

Salah Memilih Gravity Disc: Pemilihan gravity disc yang salah dapat menyebabkan *overflow* karena kesalahan dalam menentukan posisi interface antara air dan minyak. Untuk mencegah hal ini, hentikan purifier, evaluasi ukuran gravity disc, dan lakukan kalibrasi sistem. Selain itu, pastikan operator terlatih, lakukan labeling, dan lakukan inspeksi rutin untuk memastikan kinerja optimal purifier

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai penyebab *overflow* pada pengoperasian *fuel oil purifier*, pertama, kotornya bowl disc disebabkan oleh kurangnya proses de-sludging yang menyebabkan endapan mengeras. Kedua, tersumbatnya drain nozzle terjadi karena air yang masuk mengandung zat kapur, yang lama-kelamaan membentuk kerak dan menyumbat saluran. Ketiga, keausan main seal disebabkan oleh keausan permukaan seal yang menjadi keras dan tidak elastis akibat penggunaan yang terus-menerus setelah jam kerja maksimum 6 bulan. Keempat, salah memilih *gravity disc*, di mana pemilihan ukuran yang terlalu besar atau kecil dapat menyebabkan pergeseran interface, mengganggu pemisahan antara air dan minyak.

Overflow pada *fuel oil purifier* dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap ketersediaan bahan bakar di kapal. Pertama, penurunan efisiensi pemurnian terjadi karena purifier tidak berfungsi dengan normal akibat tersumbat atau kerusakan komponen, yang mengakibatkan bahan bakar terkontaminasi lumpur, air, atau partikel. Kedua, pemborosan bahan bakar terjadi karena bahan bakar yang seharusnya dimurnikan terbuang ke tangki

sludge, mengakibatkan kehilangan sekitar 9.000 liter per hari, atau 750 liter per bulan. Dengan harga fuel oil Rp. 12.000 per liter, kerugian bulanan mencapai Rp. 3.348.000.000 dan tahunan Rp. 39.528.000.000. Ketiga, masalah stabilitas kapal dapat terjadi karena overflow menyebabkan penumpukan cairan atau pengosongan tangki yang mempengaruhi distribusi berat kapal. Keempat, gangguan operasional kapal terjadi karena purifier yang tidak optimal dapat menurunkan performa mesin dan menyebabkan downtime, berdampak teknis dan ekonomi.

Berdasarkan kesimpulan sebelumnya, ada beberapa saran untuk penanganan dan pencegahan overflow pada pengoperasian fuel oil purifier. Pertama, peningkatan kompetensi operator dapat dilakukan melalui pelatihan rutin untuk memperdalam pemahaman tentang pentingnya pemilihan gravity disc yang tepat dan pengecekan komponen purifier. Kedua, perawatan terjadwal dan evaluatif harus dilakukan sesuai dengan interval yang ditetapkan dalam planned maintenance system (PMS), seperti penggantian main seal, pembersihan bowl disc dan drain nozzle setiap 3 bulan atau berdasarkan jam kerja mesin, dengan evaluasi berkala terhadap hasil perawatan. Ketiga, analisis biaya dan manfaat menunjukkan bahwa kerugian akibat overflow mencapai 9.000 liter per hari, sementara biaya implementasi perawatan lebih kecil, seperti penggantian main seal dan chemical cleaning. Investasi dalam perawatan dan pelatihan lebih menguntungkan daripada kerugian jangka panjang. Keempat, sistem dokumentasi dan labeling pada komponen purifier, terutama pada pergantian gravity disc, penting untuk menghindari kesalahan manusia dan memastikan pemahaman operator mengenai penggunaannya..

Referensi

1. W. G. Catlow, *The Marine Engineering Series: Steam Turbines and Systems*, 3rd ed., New Jersey: SNAME (Society of Naval Architects and Marine Engineers), 2024.
2. H. Domínguez and J. R. Pérez-Correa, *Marine Phenolics: Extraction and Purification, Identification, Characterization and Applications*, Switzerland: MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2021.
3. S. Effendi, N. Rahman, and T. Rahman, "Pengaruh Rata-Rata Nilai Risk Priority Number pada Failure Mode and Effect Analysis terhadap Availability Unit CAT OHT 773D," *Jurnal POROS TEKNIK*, vol. 6, no. 2, pp. 96–102, 2014.
4. A. Gregory, *Planning and Managing Public Relations Campaigns*, 2nd ed., United Kingdom: Kogan Page, 2004.
5. J. J. Handoyo, *Sistem Perawatan Permesinan Kapal Ahli Teknik Tingkat III*, 3rd ed., Jakarta: Penerbit Djangkar, 2015.
6. A. Lopez, *Marine Diesel Engines: Installation, Service & Overhauling Volume 1*, 3rd ed., MTT Academy - TT&S Printing, 2015.
7. S. Marsudi and H. Palippui, "Analisis Perawatan Purifier pada Sistem Bahan Bakar Main Engine Kapal," *SENSISTEK*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020.
8. H. D. McGeorge, *Marine Auxiliary Machinery*, 7th ed., Netherlands: Butterworth Heinemann, 2013.
9. J. Noor, *Metodologi Penelitian: Skripsi, Tesis, Disertasi, dan Karya Ilmiah*, 7th ed., Jakarta: KENCANA, 2016.
10. Pertamina, "Marine Diesel Oil (MDO)," *Onesolution Pertamina*, 2023a.
11. Pertamina, "Mengenal Berbagai Macam Jenis Bahan Bakar Industri," *Onesolution Pertamina*, 2023b.
12. P. Pongkessu, "Analisis Over Flow pada Pengoperasian Fuel Oil Purifier di MT. Tirtasari," *Jurnal Teknik Mesin SINERGI*, vol. 9, no. 2, pp. 117–129, 2011. doi: 10.31963/sinergi.v9i2.1072.
13. S. Rowa, *Permesinan Bantu*, Makassar: Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, 2002.
14. Sarifuddin, *Permasalahan Purifier Proses Pembersihan Minyak dan Oli pada Mesin Kapal*, Padang: CV Muharika Rumah Ilmiah, 2024.
15. P. F. Schmidt, *Fuel Oil Manual: Selection and Working Data for Those who Buy, Handle, or Burn Oil, and for Designers of Systems Using Fuel Oil for Space Heating, Power, or Process*, New York: Industrial Press, 2008.
16. P. I. S. Siregar, H. Habli, and G. G. Gunawan, "Analisis Menurunnya Kinerja Lubricating Oil Purifier Guna Menunjang Kelancaran Pengoperasian Mesin Penggerak Utama Kapal LPG/C Clipper," *Prosiding Seminar Pelayaran dan Riset Terapan*, vol. 3, no. 1, pp. 48–60, 2021. doi: 10.36101/pcsa.v3i1.170.
17. J. W. M. Sothorn, *Marine Diesel Oil Engines: A Manual of Marine Oil Engine Practice Volume 1*, 8th ed., Madison: James Munro in University of Wisconsin, 2006.
18. Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, vol. 1, no. 1, Bandung: Alfabeta, 2014.
19. Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2016.
20. G. E. Totten, *Fuels and Lubricants Handbook: Technology, Properties, Performance, and Testing*, Pennsylvania: ASTM International, 2003.
21. B. Utomo, *Ilmu Terapan Engineer Kapal*, Bogor: Guepedia, 2025