



Upaya perawatan fuel oil purifier untuk mencegah terjadinya overflow pada Kapal MT. Double Seven

Hari Sunanto^{1*}, Jusva Agus Muslim², Agus Darmawan³

Politeknik Pelayaran Banten

E-mail: ^{1*} hsobp2ip@gmail.com, ² jusvaagusmuslim33@gmail.com

³ Agusdarmawan150798@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis penyebab terjadinya overflow pada fuel oil purifier (FOP) serta merumuskan tindakan perawatan pencegahan. FOP merupakan mesin bantu penting untuk memisahkan bahan bakar dari air, lumpur, dan kotoran guna mendukung pembakaran yang optimal pada generator dan menekan kerusakan akibat kualitas bahan bakar yang buruk. Metode yang digunakan adalah HAZOP untuk mengidentifikasi deviasi proses beserta akar penyebabnya, dilanjutkan analisis Urgency–Seriousness–Growth (USG) untuk memprioritaskan faktor dominan dan menentukan tindakan korektif. Hasil menunjukkan overflow terutama dipicu oleh kotoran/penumpukan pada bowl, kebuntuan nozzle pada bowl body, dan keausan main seal ring. Kondisi tersebut menimbulkan ketidaknormalan proses purifikasi sehingga aliran bahan bakar bersih tidak keluar melalui pipa keluaran dan kembali ke sistem sebagai overflow. Upaya pengendalian yang direkomendasikan meliputi pembersihan dan perawatan berkala pada bowl dan nozzle, dengan penekanan pada penghilangan lumpur dan kerak yang berpotensi menyumbat nozzle, serta penggantian komponen aus sesuai interval. Temuan ini menegaskan pentingnya disiplin perawatan preventif untuk menjaga kinerja FOP dan keandalan operasi pembangkit di kapal.

Kata Kunci: *Fuel oil purifier, overflow, HAZOP, analisis USG, perawatan preventif.*

ABSTRACT

This study analyzes the causes of overflow in fuel oil purifiers (FOP) and proposes preventive maintenance actions. FOPs are critical auxiliary machines that separate fuel from water, sludge, and contaminants to ensure optimal combustion in generators and reduce damage due to poor fuel quality. The method combines HAZOP to identify process deviations and root causes with Urgency–Seriousness–Growth (USG) analysis to prioritize dominant factors and define corrective actions. Results indicate that overflow is primarily triggered by bowl fouling/deposits, nozzle blockage in the bowl body, and wear of the main seal ring. These conditions disrupt purification so that clean fuel fails to exit through the clean-fuel outlet and returns as overflow. Recommended controls include periodic cleaning and maintenance of the bowl and nozzles—removing sludge and scale that can cause blockage—and scheduled replacement of worn components. The findings underscore the importance of disciplined preventive maintenance to sustain FOP performance and onboard generator reliability.

Keywords: *Fuel oil purifier, overflow, HAZOP, USG analysis, preventive maintenance.*



Tersedia pada: <https://doi.org/10.62391/ejmi.v7i1.96>

Disubmit pada 20/04/2025	Direview pada 28/04/2025	Direvisi pada 05/05/2025
Diterima pada 30/05/2025	Diterbitkan pada 01/06/2025	

PENDAHULUAN

Kapal beroperasi berkat ketersediaan bahan bakar sebagai sumber energi bagi sistem propulsi dan pembangkit listrik di atas kapal [1]. Sebelum digunakan pada mesin induk maupun mesin bantu, terutama *fuel oil* (FO), bahan bakar harus melalui pengolahan berupa pengendapan (*settling*), pemanasan, penyaringan, dan pemurnian [2]. Tahap-tahap ini menurunkan viskositas serta mengeluarkan air, lumpur, dan partikel padat yang dapat menyumbat *nozzle* injektor, menurunkan kualitas pembakaran, dan mempercepat keausan komponen [3-4]. Dalam konteks ini, fuel oil purifier (FOP) memegang peran sentral sebagai pemisah berbasis gaya sentrifugal antara fraksi minyak dan kontaminannya [5]. Hasil pemurnian yang baik memastikan bahan bakar di *service tank* tetap bersih dan siap pakai, sehingga pembakaran lebih sempurna, emisi terkendali, dan risiko gangguan operasi berkurang.

Sebaliknya, kualitas bahan bakar yang buruk atau kegagalan proses pemurnian dapat menimbulkan *overflow* pada purifier, yang kerap berasosiasi dengan kenaikan temperatur gas buang, ketidakstabilan putaran (RPM), dan gangguan kontinuitas suplai bahan bakar bersih ke mesin [3-4]. Penelitian ini karena itu mengkaji penyebab *overflow* pada FOP dan tindakan perawatan pencegahan dengan memadukan metode HAZOP untuk memetakan deviasi proses dan akar sebab serta analisis USG (Urgency–Seriousness–Growth) untuk memprioritaskan faktor dominan dan merumuskan tindakan korektif; fokus aplikasinya adalah operasi FOP di kapal MT. Double Seven [6-7].

Pemodelan matematis disusun ringkas untuk menjelaskan mekanisme pemisahan dan kondisi terjadinya *overflow* melalui perspektif gaya sentrifugal dan neraca massa/laju alir [2]. Gaya sentrifugal pada *bowl* dinyatakan sebagai $F_c = mr\omega^2 = \frac{mv^2}{r}$, dengan m massa fluida elementer, r jari-jari, ω kecepatan sudut, dan v kecepatan linear ($\omega = \frac{v}{r} = 2\pi n$). Perbedaan massa jenis ($\Delta\rho$) mendorong fraksi lebih berat (air/sludge) menuju dinding luar *bowl*, sedangkan fraksi minyak menuju saluran keluaran minyak bersih. Properti fluida seperti massa jenis $\rho = \frac{m}{V}$, kapasitas kalor melalui $Q = mc\Delta T$, serta tekanan hidrostatis lokal $P = \rho gh$ relevan untuk menjelaskan pengaruh pemanasan dan kondisi hidrodinamik internal terhadap efisiensi pemisahan; penurunan viskositas $\mu(T)$ akibat pemanasan meningkatkan kapasitas dan kualitas pemisahan [5].

Neraca massa purifier dapat ditulis sebagai $Q_{in} = Q_{oil,out} + Q_{water/sludge} + Q_{loss}$, dengan laju alir volumetrik Q secara umum berkaitan dengan Av (luas penampang dikali kecepatan rata-rata). Untuk memotret dampak penyumbatan (*fouling*) dan keausan secara fenomenologis, kapasitas efektif keluaran dimodelkan melalui faktor $\phi \in (0,1]$ yang menurunkan laju alir bersih dan rejeksinya: secara kualitatif $Q_{oil,out} \approx \phi K_o(\omega, \mu, T)A_o$ dan $Q_{water/sludge} \approx \phi K_w(\omega, \mu, T)A_w$, di mana konstanta $K_\bullet$ merangkum karakteristik

hidrodinamika internal, koefisien debit, dan beda tekanan efektif akibat rotasi. Dengan demikian, *overflow* terjadi ketika Q_{in} melampaui kapasitas efektif $Q_{oil,out} + Q_{water/sludge}$ beserta margin keselamatan, atau saat antarmuka minyak–air bergeser akibat perubahan $\Delta\rho$, μ , ω , penyumbatan *nozzle* (penurunan ϕ), maupun keausan *main seal ring* yang memicu kebocoran dan perubahan jalur alir [5]. Karena ϕ menurun oleh *fouling*, kapasitas efektif menyusut sehingga sistem lebih mudah memasuki kondisi *overflow* meski setelan Q_{in} tidak berubah.

Implikasi praktis dari model ini adalah bahwa pembersihan berkala *bowl* dan *nozzle* serta penggantian *main seal ring* memulihkan ϕ dan mengembalikan kapasitas efektif, pengaturan Q_{in} harus dijaga di bawah kapasitas dengan margin aman khususnya saat viskositas tinggi (suhu rendah), dan pemanasan FO yang tepat menurunkan μ sehingga menaikkan $Q_{oil,out}$ dan menurunkan peluang *overflow* [3]. Pendekatan ini menyediakan dasar kuantitatif–kualitatif untuk merancang interval perawatan dan batas operasi yang aman pada FOP di kapal.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yakni pengolahan data berbasis angka untuk menghasilkan temuan yang terstruktur dan dapat diuji. Data utama diperoleh melalui observasi dan pengujian lapangan yang dilakukan dalam konteks perawatan *fuel oil purifier* (FOP) guna mencegah *overflow* di kapal MT. Double Seven. Bukti empiris yang dikumpulkan di lingkungan operasi nyata tersebut relevan dimasukkan ke dalam laporan sebagai hasil pengamatan pada kondisi praktis di atas kapal, sehingga mendukung analisis kuantitatif mengenai efektivitas tindakan perawatan FOP dalam mencegah *overflow*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti mengidentifikasi tiga variabel operasi utama yang berkaitan langsung dengan kejadian *overflow* pada *fuel oil purifier* (FOP), yakni suhu pemisahan, laju alir masuk (inlet feed rate), dan laju keluaran minyak bersih (outlet). Pada kasus di kapal MT. Double Seven, bahan bakar yang diproses adalah LSFO dengan viskositas rujukan sekitar 180 cSt @50 °C. Kondisi pemisahan yang dipandang normal adalah suhu treating 78 °C dengan inlet konstan 3.000 L/jam dan outlet minyak bersih 2.150 L/jam; pada kondisi ini laju loss/reject (campuran minyak–air–lumpur ke *sludge tank*) sekitar 850 L/jam. Ketika suhu turun ke 75 °C, serangkaian pengamatan jaga malam menunjukkan outlet merosot ke 1.800–1.750–1.700 L/jam sementara inlet tetap 3.000 L/jam. Secara neraca sederhana ($P_2 = P_1 - P_3$), loss naik dari ≈ 850 L/jam pada 78 °C menjadi 1.200–1.300 L/jam pada 75 °C—indikator kuat bahwa kapasitas pemisahan efektif menyusut dan sistem memasuki kondisi *overflow*. Nilai berat jenis (SG) LSFO yang diproses sekitar 0,9640 kg/m³, sehingga penurunan suhu berimplikasi pada kenaikan viskositas, menurunkan efisiensi pemisahan sentrifugal dan menekan debit keluaran minyak bersih.

Analisis kapasitas juga dikaitkan dengan kebutuhan konsumsi mesin induk pada MCR (full away). Konsumsi LSFO tercatat $\approx 416,7$ L/jam (19 kL/hari). Dengan acuan operasi di kapal bahwa purifier harus mampu memasok sedikitnya 15 % dari kebutuhan tersebut, ambang minimal feed bersih yang aman setara $\approx 62,5$ L/jam di bawah keluaran normal. Dengan keluaran normal 2.150 L/jam, maka batas minimum yang direkomendasikan ≈ 2.087 L/jam. Pada jam-jam ketika suhu hanya 75 °C dan outlet turun ke 1.800 L/jam, nilai ini melampaui ambang (di

bawah 2.087 L/jam), sehingga risiko overflow dan short supply ke service tank meningkat secara signifikan.

Dari sudut pandang sebab–akibat, temuan lapangan dan perhitungan menguatkan bahwa overflow dipicu oleh kombinasi suhu pemisahan yang belum mencapai set-point ($75\text{ }^{\circ}\text{C} < 78\text{ }^{\circ}\text{C}$), kualitas bahan bakar yang kotor (meningkatkan beban padatan/air ke bowl), kenaikan viskositas efektif, serta kondisi mekanis internal seperti penumpukan kotoran pada bowl, kebuntuan nozzle pada bowl body, dan keausan main seal ring. Faktor-faktor ini menurunkan kapasitas hidrodinamik efektif (tercermin pada susutnya debit outlet), menggeser antarmuka minyak–air, dan memperbesar fraksi reject menuju sludge tank, yang secara operasional termanifestasi sebagai overflow.

Konsekuensi overflow terhadap operasi terukur pada beberapa aspek: bertambahnya kehilangan bahan bakar ke sludge tank, menurunnya kinerja purifier, turunnya mutu bahan bakar ke mesin induk, serta anomali operasi mesin seperti kenaikan suhu gas buang dan ketidakstabilan RPM akibat kualitas suplai yang tidak konsisten. Untuk memulihkan dan menjaga kapasitas, tindakan pencegahan paling efektif adalah menjaga suhu pemisahan pada $78\text{ }^{\circ}\text{C}$ (atau sesuai manual), membersihkan bowl dan nozzle secara periodik untuk menghilangkan lumpur/kerak yang menyumbat, memeriksa dan mengganti main seal ring yang aus, serta mengendalikan laju alir masuk agar tetap di bawah kapasitas efektif dengan margin keselamatan. Praktik pendukung meliputi monitor suhu–debit secara ketat, pengecekan berkala settling tank dan filter guna memastikan tidakbercampuran air, serta intervensi segera (penghentian sementara dan inspeksi) ketika tren suhu turun atau debit outlet mendekati/menembus ambang 2.087 L/jam. Pendekatan terpadu ini terbukti menurunkan loss dari $\approx 1.250\text{ L/jam}$ (saat tidak normal) menjadi $\approx 850\text{ L/jam}$ (saat normal) dan mengeliminasi kejadian overflow pada kondisi operasi yang sama.

KESIMPULAN

Penelitian pada kapal MT. *Double Seven* menunjukkan bahwa overflow pada *fuel oil purifier* terutama dipicu oleh setelan proses yang tidak sesuai—suhu pemisahan berada pada $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (belum mencapai set-point $78\text{ }^{\circ}\text{C}$) serta ketidaksesuaian *gravity disc*/berat jenis—disertai kualitas bahan bakar yang buruk dan viskositas tinggi yang menurunkan kapasitas hidrodinamik keluaran. Dengan *inlet* konstan 3.000 L/jam, kondisi tidak normal menghasilkan *outlet* 1.750 L/jam dan *loss* 1.250 L/jam; setelah koreksi, *outlet* meningkat menjadi 2.150 L/jam dan *loss* turun ke 850 L/jam. Dampak *overflow* yang teramati antara lain bertambahnya bahan bakar yang terbuang ke *sludge tank*, penurunan kinerja purifier, memburuknya mutu bahan bakar yang masuk ke *main engine*, kenaikan suhu gas buang, serta *fouling* pada *pilot valve*, *drain nozzle*, dan *disc*. Temuan ini menegaskan pentingnya pengendalian suhu set-point, kesesuaian *gravity disc*/SG, pengaturan laju alir, serta perawatan berkala komponen kritis untuk menekan kejadian *overflow*.

SARAN

Penelitian lanjutan sebaiknya memetakan batas operasi purifier melalui pengujian terkendali pada suhu di bawah $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan di atas $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ guna mengidentifikasi ambang

penurunan kapasitas dan awal *overflow*, serta mengevaluasi sensitivitas kinerja pada putaran *bowl* hingga >10.000 RPM sesuai batas aman pabrikan. Optimalisasi utilitas—khususnya tekanan air *seal/closing*—perlu dikaji untuk menurunkan risiko *overflow* dan meningkatkan efisiensi penggunaan air. Dalam operasi harian, pertahankan suhu sekitar 78 °C, jaga debit *outlet* ≥ 2.087 L/jam sebagai ambang aman, dan sesuaikan *inlet* agar tidak melampaui kapasitas efektif purifier. Terapkan perawatan preventif terjadwal berupa pembersihan *bowl/nozzle*, inspeksi serta penggantian *main seal ring* berbasis kondisi, diiringi pengecekan berkala *settling tank* dan filter. Implementasi konsisten rekomendasi tersebut diharapkan menurunkan *loss*, menstabilkan suplai bahan bakar bersih, dan mengeliminasi kejadian *overflow* pada operasi berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Taylor. (2007). *Introduction to Marine Engineering*. Gibraltar: Harbour Craft Service Ltd.
- [2] Ariyanti, E. S., & Mulyono, A. (2010). Otomatisasi pengukuran koefisien viskositas zat cair menggunakan gelombang ultrasonik. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 2, no. 2, pp. 183-192.
- [3] Purwandi, D. (2022). Analisa terjadinya overflow pada fuel oil purifier di kapal AHTS Temasek Attaka. [*Skripsi*]. Makasar: Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
- [4] Simanjuntak, H. (2022). Analisa penyebab terjadinya overflow pada fuel oil purifier guna menghindari terbuangnya minyak di MV Rasuna Baruna. [*Skripsi*]. Makasar: Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
- [5] Ayvaz, S., & Karakurt, A. S. (2025). Examination of failures in the marine fuel and lube oil separators through the fuzzy DEMATEL method. *Journal of ETA Maritime Science*, vol. 13, no. 1, pp. 1–15.
- [6] Sinambela. (2021). *Metodologi Penelitian Kuantitatif: Teoretik dan Praktik*. Depok: Rajawali Press.
- [7] Adil, A., Liana, Y., Mayasari, R., Lamonge, A. S., Ristiyana, R., Saputri, F. R., Jayatmi, I., Satria, E. B., Permana, A. A., Rohman, M. M., Arta, D. N. C., Bani, M. D., Bani, G. A., Haslinah, A., & Wijoyo, E. B. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif: Teori dan Praktik*. Jakarta: Get Press Indonesia.