



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 1 Tahun 2025 Page 5729-5746

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Identifikasi Permasalahan *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* di Kapal MT Capella dengan Metode *Fault Tree Analysis*

Akbar Prasetya¹, Shofa Dai Robbi^{2✉}, Muhammad Darwis³, Indah Ayu J. P.⁴

Politeknik Pelayaran Surabaya

Email: shofa.dai@poltekel-sby.ac.id[✉]

Abstrak

Purifier kapal adalah peralatan yang berfungsi memisahkan bahan bakar dari kotoran, air, atau partikel asing. Purifier mencegah kerusakan mesin akibat dari bahan bakar kotor dan untuk mendukung pembakaran sempurna di motor bakar. Penelitian ini membahas permasalahan Sliding Bowl pada Fuel Oil Purifier. Peneliti menggunakan metode Fault Tree Analysis dalam memetakan penyebab kerusakan. Berdasarkan analisis, permasalahan utama adalah kurangnya tekanan air ke purifier akibat kebuntuan pipa suplai air. Hal tersebut mengganggu proses desludging sehingga kotoran tidak terbuang ke sludge tank dan air tercampur dengan bahan bakar di tangki harian. Solusi yang direkomendasikan meliputi pengoperasian purifier sesuai manual, pengecekan tekanan air pada fresh water hydrophore tank, serta pembersihan rutin pada water block dan pipa suplai air. Kebuntuan pipa, yang disebabkan kerak atau kurangnya perawatan, harus ditangani dengan pembongkaran dan pembersihan pipa. Perawatan rutin dan pemantauan tekanan air sangat penting untuk memastikan purifier berfungsi optimal, menjaga efisiensi pembakaran, dan mencegah kerusakan mesin. Implementasi langkah-langkah ini diharapkan mampu meningkatkan kinerja purifier dan mendukung operasi kapal secara keseluruhan.

Kata Kunci: *Sliding Bowl*, *Fuel Oil Purifier*, *Water Block*, *Tekanan Air Tawar*

Abstract

A Purifier is a piece of equipment that functions to separate fuel from dirt, water, or other contaminant. The purifier prevents engine damage due to dirty fuel and to support complete combustion in the combustion engine. This study discusses the problem of sliding bowl in Fuel Oil Purifier. The researcher used the Fault Tree Analysis method in mapping the cause of the damage. Based on the analysis, the main issue is insufficient water pressure to the purifier due to the blockage in the water supply pipe. This disrupts the desludging process, preventing dirt from being discharged into the sludge tank and causing water is mixed with fuel in the daily tank. The Recommended solutions include operating the purifier manually, checking the water pressure in the freshwater hydrophore tank, and regular cleaning of the water block and water supply pipe. Blockages in the pipe, caused by scaling or lack of maintenance, should be addressed through pipe dismantling and cleaning pipe dismantling and cleaning. Regular maintenance and monitoring of water pressure are essential to ensure that the purifier functions optimally, maintains combustion efficiency, and prevents engine damage. The implementation of these measures is expected to be able to improve the purifier's performance and support the overall operation of the ship.

Keywords: *Sliding Bowl, Fuel Oil Purifier, Water Block, Fresh Water Pressure*

PENDAHULUAN

Kapal tanker memainkan peran penting dalam perdagangan internasional. *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD) mencatat bahwa persentase operasional kapal tanker mencapai 28% dari keseluruhan transportasi laut dunia. (Hoffmann, 2024). Operasional kapal membutuhkan bahan bakar berkualitas. Kualitas bahan bakar sangat penting untuk kelancaran mesin dan efisiensi operasional kapal. *Heavy Fuel Oil* (HFO) merupakan salah satu bahan bakar yang digunakan dalam operasional kapal tanker. HFO memerlukan pembersihan melalui pesawat bantu bernama *Fuel Oil Purifier*. *Fuel Oil Purifier* atau biasa disebut FO Purifier adalah suatu pesawat bantu yang berfungsi untuk memisahkan minyak, air dan kotoran berdasarkan berat jenis zat itu karena adanya gaya sentrifugal. Kualitas bahan bakar akan mempengaruhi dari performa dan usia mesin, serta perangkat pendukungnya. Kualitas bahan bakar akan menjaga operasional kapal dengan *avaibility* yang tinggi sehingga hal tersebut akan memberi keuntungan yang tinggi juga bagi perusahaan (Prumanto, 2019).

Penggunaan FO Purifier akan meminimalkan risiko kerusakan pada mesin akibat penggunaan bahan bakar yang tidak bersih. (Russell et al., 2020). FO Purifier bekerja menggunakan metode gravitasi atau gaya sentrifugal untuk memisahkan kotoran dengan bahan bakar. Kemurnian bahan bakar akan mencegah penyumbatan pada injektor.

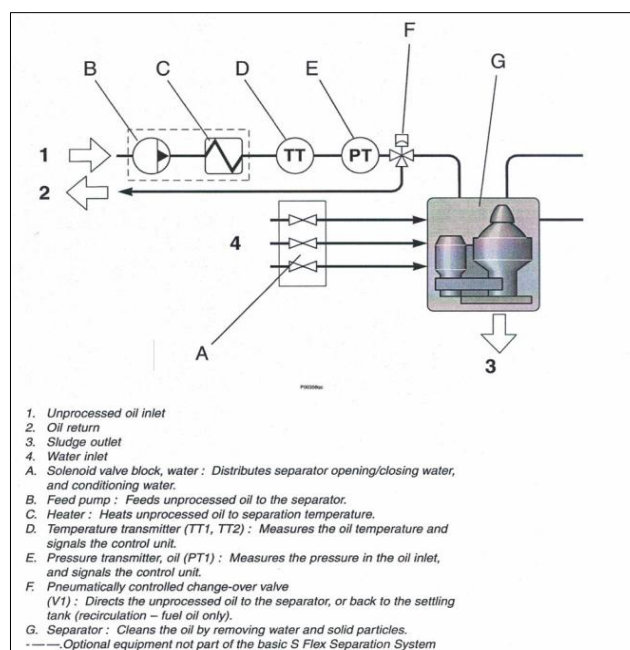
Performa purifier di kapal akan berdampak pada penyaringan bahan bakar, sehingga akan mengganggu kinerja motor bakar. Ilham et.al dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa ketepatan pemasangan *gravity disc* menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan Purifier. (Irwan et al., 2022). Selain ketepatan pemasangan, pemilihan diameter *gravity disc* juga menjadi faktor penting operasional Purifier. Ketidakesesuaian diameter akan menyebabkan terjadinya *over flow*. (Khamdilah & Wilastari, 2019)

Peneliti sebelumnya membahas salah satu permasalahan dalam operasional purifier, yaitu permasalahan *over flow*. *Over flow* terjadi karena tidak beroperasinya membran *reducing valve* sehingga tidak tersuplainya air bertekanan tinggi untuk proses penutupan *bowl* dalam ruang purifier, akibatnya bahan bakar keluar ke *sludge tank*. (Pongkessu, 2011).

Sistem pembersihan bahan bakar dimulai sejak bahan bakar berada di dalam tangki *double bottom*, proses pengendapan dalam *settling* dan *service tank*. Sedangkan pada minyak lumas pembersihan dilakukan sejak berada di *settling* dan *service tank*. (Russell et al., 2020)

Proses pemisahan kotoran pada FO Purifier adalah dengan sistem sentrifugal. Gaya sentrifugal berputar dengan kecepatan 5000 sampai 7000 putaran permenit, tenaga yang dihasilkan jauh melebihi gaya gravitasi dan statis. (Nigel Draffin, 2012)

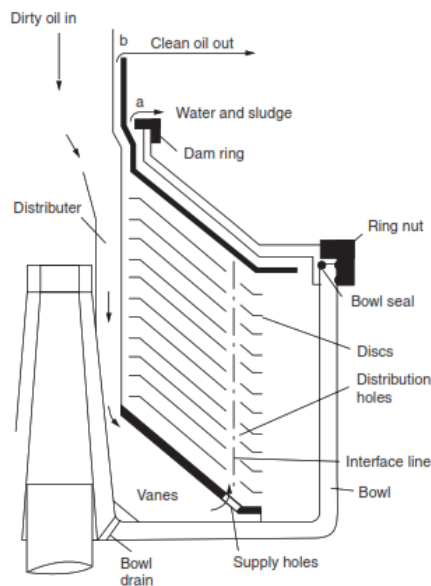
Perawatan FO Purifier harus dilakukan secara rutin agar bekerja optimal. Penelitian ini membahas tentang permasalahan dalam operasional FO Purifier, khususnya kerusakan pada *Sliding Bowl purifier*, dengan studi kasus pada kapal MT Capella.



Gambar 1. Skema diagram tata letak sistem

(Sumber : (Alfa Laval, 2008))

Prosedur pengoperasian purifier diawali dengan menyalakan sumber daya dan kontrol utama di *Control Room*. Buka katup air tawar dari tangki, kran bahan bakar masuk dan keluar purifier, serta kran pemanas dengan suhu uap 65°–70°C. Periksa kecukupan minyak pelumas di *worm gear* melalui gelas duga. Pastikan rem kondisi bebas, lalu menyalakan pemanas dan tekan tombol start pada *Control Box*. Sekitar 5 menit, putaran purifier akan mencapai maksimal, ditandai dengan penunjukan jarum amperemeter stabil di angka 6 ampere. Sludging secara manual 2-3 kali untuk membersihkan kotoran. Setelah sistem air tawar berfungsi, purifier siap memisahkan bahan bakar, air, dan kotoran otomatis.



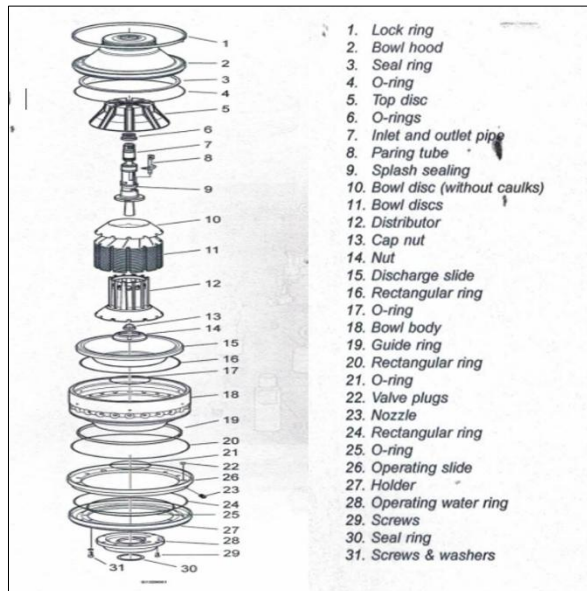
Gambar 2. Prinsip separasi secara sentrifugal
(sumber : (Russell et al., 2020))

Sesuai buku panduan, suhu bahan bakar yang keluar dari purifier adalah 120°C untuk 180 CST, 130°–135°C untuk 380 CST, dan 150°C untuk 500 CST. Purifier bekerja sesuai prinsip gravitasi yang diperkuat oleh gaya sentrifugal, yang memiliki 6.000–7.000 kali lebih besar dibanding gaya gravitasi. Hal ini mempercepat proses pemisahan.

Proses pembersihan bahan bakar melalui dua tahap penyaringan yaitu tahap pemisahan kotoran besar dan tahap kotoran kecil. Purifier memiliki keunggulan dalam kemudahan pembuangan lumpur melalui blow-up. Purifier menghasilkan bahan bakar berkualitas lebih baik dan mencegah penyumbatan nozzle injektor pada mesin utama. Penggunaan purifier juga lebih efisien dan ekonomis dibanding metode gravitasi. Purifier menjadi solusi penting dalam memastikan bahan bakar yang digunakan memiliki kualitas tinggi untuk menjaga performa mesin. Bahan bakar *Marine Gas Oil* (MGO) atau *Diesel Oil*

(DO) memiliki sifat bahan bakar yang lebih bersih, sehingga penggunaan purifier biasanya tidak diperlukan.

FO Purifier menjaga kualitas dan viskositas bahan bakar, serta mempermudah pengisian tangki bahan bakar di kapal. Purifier membutuhkan perawatan intensif, terutama pada roda gigi, poros, dan pelumasan untuk mencegah keausan. Jika *disc bowl* kotor atau terjadi penyumbatan pada impeller, bahan bakar dapat terbangung bersama kotoran, menimbulkan kerugian.



Gambar 3. Kontruksi dari Separator Bowl di Purifier
(Sumber : (Alfa Laval, 2008))

Sliding Bowl

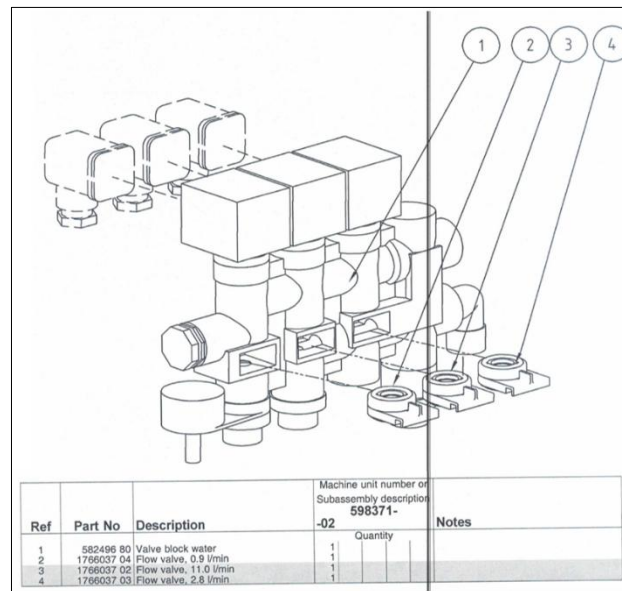
Sliding Bowl atau bisa disebut *Discharge Slide* pada *Fuel Oil Purifier* adalah komponen yang memungkinkan proses pembuangan atau pengeluaran endapan (*sludge*) dari dalam purifier. *Sliding Bowl* berfungsi sebagai katup atau mekanisme yang terbuka untuk mengeluarkan *sludge* atau kotoran dari bagian dalam mangkuk purifier ketika terjadi siklus pembuangan. (Alfa Laval, 2008)



Gambar 4. *Sliding Bowl*

Valve block water

Valve block water pada purifier berfungsi mengatur aliran air untuk proses operasional seperti flushing, sludging, dan start-up. Komponen ini memastikan tekanan, volume air, dan sealing berjalan optimal untuk pemisahan sentrifugal. Dengan perannya yang penting, *valve block water* menjaga keandalan dan efisiensi sistem purifier.



Gambar 5. *Valve block water*

(Sumber : (Alfa Laval, 2008))

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, dimana analisis data dilakukan secara induktif berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh di lapangan. Data yang dikumpulkan kemudian diolah dan dirumuskan menjadi teori. Hasil penelitian dengan metode ini disajikan dalam bentuk narasi, yang memberikan penjelasan deskriptif mengenai temuan secara terperinci. Pendekatan kualitatif ini berfokus pada penggunaan berbagai metode, bersifat alami dan holistik, mengutamakan aspek kualitas, serta disajikan dalam bentuk narasi dalam penelitian ilmiah. (Sugiyono, 2013)

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian kualitatif tidak mengandalkan satu metode yang sepenuhnya unik atau khusus. Peneliti kualitatif memanfaatkan berbagai pendekatan seperti semiotika, analisis naratif, analisis isi, kajian wacana, studi arsip, fenomenologi, dan bahkan statistik. Mereka juga menggunakan metode dan teknik lainnya, seperti etnometodologi, hermeneutika, feminisme, rhizomatik, dekonstruksionisme, etnografi, wawancara, psikoanalisis, kajian

budaya, survei, dan observasi partisipatif, di antara lainnya. Semua pendekatan ini dianggap memberikan wawasan dan pengetahuan yang berharga. Tidak ada satu pendekatan yang lebih superior daripada yang lain, dan tidak ada yang sepenuhnya diabaikan. (Sugiyono, 2013)

Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menganalisis data dalam skripsi ini adalah *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai faktor penyebab kegagalan dengan memulai dari asumsi kegagalan atau kerugian yang terjadi pada kejadian puncak (*top event*), lalu menguraikan penyebab-penyebab yang mengarah kekegagalan dasar. Metode ini menggambarkan semua peristiwa yang sudah terjadi atau berpotensi menyebabkan kerusakan pada kapal. Analisis dilakukan dengan menyusun pohon kegagalan untuk mengidentifikasi kerusakan pada *Fuel Oil Purifier* selama proses purifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Teknik *Fuel Oil Purifier* di MT Capella (Alfa Laval, 2008)

Subject	Value	Unit
Motor power: 50Hz / 60Hz	5.5 / 5.5	kW
Jp reduced to motor: 50Hz / 60Hz	4.92 / 3.44	kgm ²
Gear ratio: 50 Hz	3.97:1	-
Gear ratio: 60 Hz	3.3:1	-
Alarm levels for vibration monitor	0.2 / 0.3	mm
Max. bowl inner diameter	208.5	mm
Min./Max. discharge interval	2 / 240	minutes
Max. density of operating liquid	1000	kg/m ³
Max. density feed/sediment	1400	kg/m ³
Min./Max. feed temperature	0 / 100	°C
Max. running time without flow	30 / 30	minutes
Bowl material	AL 111 2377-02	-

Tabel 2. Data Operasional *Fuel Oil Purifier* di MT Capella

Subject	Value	Unit
Max allowed bowl speed	12150	r/min
Bowl speed, synchronous: 50 Hz / 60 Hz	11912 / 11885	r/min

Motor speed, synchronous: 50 Hz / 60 Hz	3000 / 3600	r/min
Power consumption, start-up	10.2	kW
Power consumption, idling/max. capacity	2.3 / 6.3	kW
Starting time min./max.	15	seconds
Stopping time min./max.	25-Oct	minutes
Sound power	78	dB(A)
Sound pressure	71	dB(A)
Max. vibration level, separator in use	9.1	mm/s (r.m.s.)

Tabel 3. Kapasitas dan Volume *Fuel Oil Purifier* di MT Capella

Subject	Value	Unit
Maximum hydraulic capacity, bowl	5.5	m ³ /h
Bowl liquid volume	1.8	litres
Fixed discharge volume	1.6	litres
Sludge volume, efficient/total	0.23 / 0.74	litres
Lubricating oil volume	1.9	litres
Weight information:		
Motor drive weight	37	kg
Bowl weight	37	kg
Separator total	353	kg

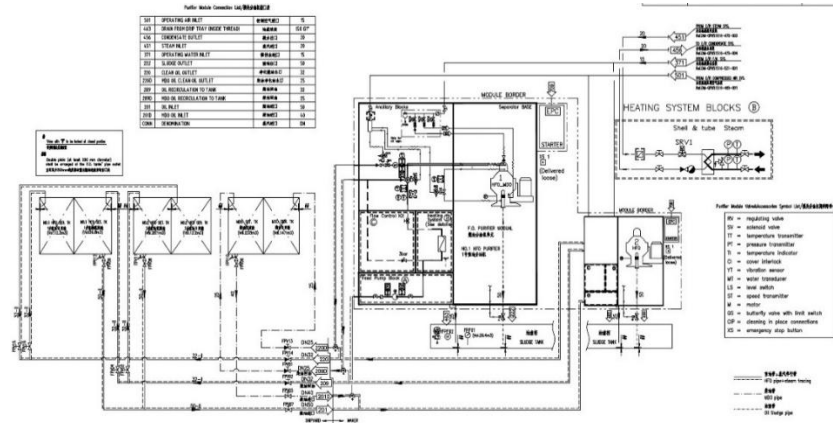
Penelitian di kapal MT. Capella mengidentifikasi penyebab kerusakan pada *Fuel Oil Purifier* melalui pengamatan dan analisis lapangan. Peneliti mempelajari prinsip kerja purifier dan saling keterhubungan komponennya untuk memahami permasalahan yang terjadi, yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini.



Gambar 6. *Fuel Oil Purifier* di MT Capella
(Sumber: Data pribadi di kapal MT Capella)

Pada tanggal 7 Agustus 2023, saat *Fuel Oil Purifier* sedang beroperasi untuk memurnikan bahan bakar dari *Settling Tank* ke *Service tank (Purification Top Up Operation)*

pada pukul 16:36, alarm abnormal terdeteksi pada *Fuel Oil Purifier* nomor 2. Setelah penulis bersama Masinis Empat menuju lokasi untuk melakukan observasi dan pemeriksaan, ditemukan kebocoran pada bagian luar *Fuel Oil Purifier*. Kebocoran ini berupa meluapnya bahan bakar dari chamber purifikasi menuju outlet pipa *sludge* tank. Penyebabnya adalah terbukanya *Sliding Bowl* pada separator bowl, sehingga minyak keluar dari purification chamber dan menyebabkan kebocoran.



Gambar 7. *Fuel Oil Purifier* Piping Diagram
(Sumber : MT Capella Ship Piping Diagram)

Hasil Observasi

Berikut hasil observasi yang dilakukan penulis dengan masinis 4 saat melakukan pembongkaran dan perawatan terhadap *Fuel Oil Purifier*

1. Banyaknya kotoran di chamber purifikasi

Banyaknya kotoran di chamber purifikasi pada *Fuel Oil Purifier* disebabkan oleh bahan bakar berkontaminasi tinggi, discharge cycle yang terganggu akibat kerusakan *Sliding Bowl* atau tekanan feed water rendah, serta filter yang tidak optimal. Kurangnya pembersihan rutin memperparah akumulasi kotoran, mengurangi ruang purifikasi dan efisiensi pemisahan bahan bakar. Perawatan rutin sangat diperlukan untuk mencegah masalah ini.



Gambar 8. Pembersihan Separator Bowl
(Sumber : Dokumen Pribadi di MT Capella)

2. Tersumbatnya *valve block water*

Tersumbatnya *valve block water* pada *Fuel Oil Purifier* menyebabkan gangguan pada discharge cycle, sehingga *sludge* menumpuk di chamber purifikasi. Hal ini mengurangi kapasitas purifier, menurunkan kualitas bahan bakar, dan dapat memicu malfungsi *Sliding Bowl* serta *Discharge Slide* akibat penurunan tekanan feed water. Penyumbatan biasanya disebabkan oleh partikel kotoran, endapan mineral, atau korosi akibat kurangnya perawatan rutin dan penggunaan air yang tidak disaring dengan baik. Gejala yang muncul meliputi alarm tekanan rendah, overheating purifier, dan potensi kerusakan komponen lainnya. Untuk mencegah masalah ini, pembersihan dan pemeriksaan rutin *valve block water*, serta penggunaan air bersih, sangat penting agar purifier tetap optimal dan terhindar dari gangguan lebih lanjut.



Gambar 9. Pembersihan *Valve block water*
(Sumber: Dokumen Pribadi MT Capella)

Hasil Wawancara

Berikut hasil wawancara yang dilakukan penulis dengan masinis 4

1. Apakah faktor penyebab tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* saat beroperasi?

Terdapat beberapa penyebab tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* saat *Fuel Oil Purifier*, karena banyaknya kotoran di chamber purifikasi, perlu digantinya *valve plug*, pengecekan pada *solenoid valve* suplai air. Mungkin bisa saja tekanan air yang menuju purifier berkurang bisa dengan melakukan pengecekan jalur masuk air pada *Water Operating Inlet* bisa saja tersumbat karena kerak dan kotoran, pengecekan saluran air dari fresh water hydrophore ke sistem suplai purifier.

2. Bagaimana upaya mencegah terjadinya tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier*?

Upaya yang dapat dilakukan adalah membersihkan *sludge* di *Fuel Oil Purifier* sesuai dengan jadwal perawatan, mengganti valve plug pada saat perawatan, pembersihan

solenoid valve atau dengan mengganti yang baru. Berikutnya bisa dilakukan pembersihan di bagian *Water Operating Inlet* pada purifier dan pergantian seal yang rusak, perawatan dan pembersihan jalur pipa suplai yang menuju ke dalam purifier.

Pembahasan

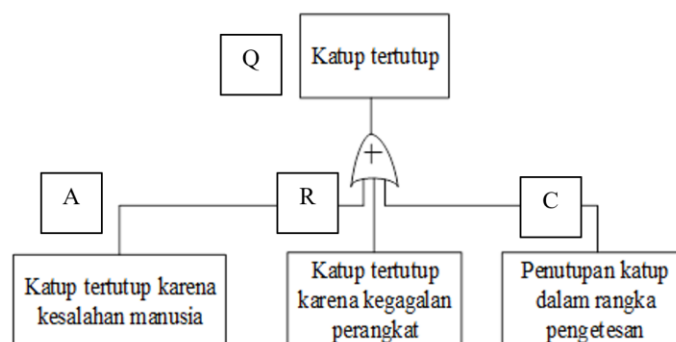
1. Untuk mengidentifikasi penyebab tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier*, digunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dengan pendekatan *top-down* untuk menganalisis kejadian puncak hingga akar masalah. Pohon kesalahan dibangun berdasarkan *undesired event* dengan representasi *fault tree* berbeda sesuai faktor penyebab. Analisis menggunakan gerbang logika *AND* dan *OR*, di mana *AND* menghasilkan *output* 1 jika semua *input* 1, sedangkan *OR* menghasilkan *output* 1 jika salah satu *input* 1. Pendekatan ini mempermudah identifikasi dan penyelesaian masalah secara sistematis.

Tabel 2. Tabel Kebenaran *And* dan *Or*

Kejadian Masukan		Kejadian Hasil	
Kejadian A	Kejadian B	Gerbang and	Gerbang or
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	1	1

Sumber: Dokumen Pribadi, 2024

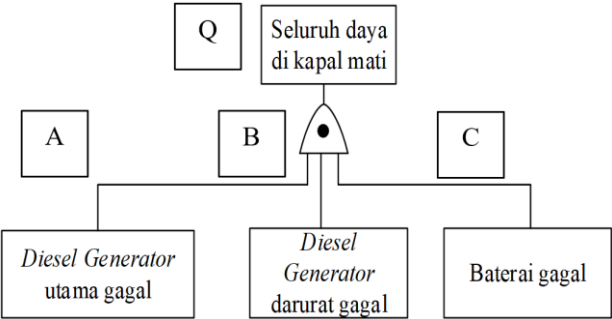
Menurut Vesely et.al., gerbang logika menghubungkan kejadian seperti persamaan Boolean. Untuk menganalisis penyebab tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier*, digunakan metode FTA dengan kombinasi gerbang *AND* dan *OR* serta diagram pohon kesalahan.



Gambar 10. Contoh Pohon Kegagalan dengan Gerbang *Or*

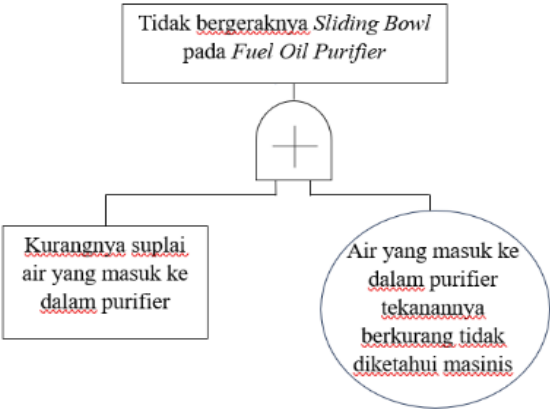
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

Gerbang *OR* menunjukkan bahwa *output* dapat terjadi jika satu atau lebih *input* terjadi, tanpa batasan jumlah *input* (Vesely et al., 1981). Contohnya, dengan tiga input (A, B, C), persamaan Boolean-nya adalah $Q = A+B+C$, di mana kejadian A, B, C, atau semuanya dapat memicu Q. Simbol "+" digunakan untuk merepresentasikan gerbang *OR*, dan sering digambarkan dengan "+" di dalamnya.



Gambar 11. Contoh Pohon Kegagalan dengan Gerbang *AND*
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

Gerbang *AND* menunjukkan bahwa beberapa kejadian harus terjadi bersamaan untuk menghasilkan *output*, dan jika salah satu *input* tidak terjadi, *output* tidak dihasilkan. Gerbang *AND* sepadan dengan simbol Boolean "." (Vesely et al., 1981). Sebagai contoh, dengan tiga *input* (A, B, C), persamaan Boolean-nya adalah $Q = A \cdot B \cdot C$, di mana semua input harus terjadi agar Q terjadi. Pada *Fault Tree Analysis* untuk *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier*, kejadian puncak (top event) membutuhkan dua kejadian bawah yang dihubungkan dengan gerbang *AND*.



Gambar 13. *Fault Tree* Tidak Bergeraknya *Sliding Bowl*
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

Gerbang *AND* menghasilkan logika 1 jika semua input bernilai 1 (terjadi), namun jika salah satu *input* bernilai 0 (tidak terjadi), *output* menjadi 0. Hanya jika semua *event* terjadi,

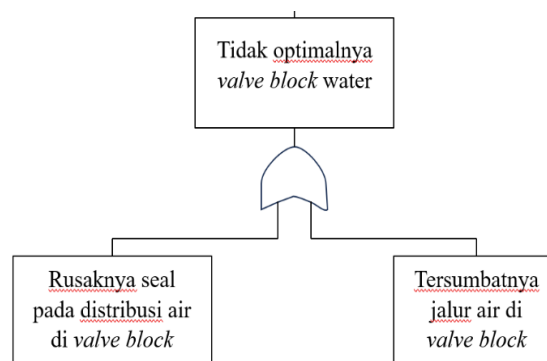
maka *top event* dapat terjadi. Dalam kasus ini, tekanan air yang masuk purifier berkurang menjadi *basic event* yang tidak perlu dicari penyebabnya lebih lanjut. Sementara itu, tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* dapat disebabkan oleh berbagai faktor lain yang memengaruhi keseimbangannya.

Tabel 3. Tabel kebenaran tidak Bergeraknya *Sliding Bowl*

Kurangnya suplai air yang masuk ke dalam purifier	Air yang masuk ke dalam purifier tekanannya berkurang tidak diketahui masinins	Tidak Bergeraknya <i>Sliding Bowl</i>
1	0	0
0	1	0
1	1	1

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

- a. Menurut *Manual Book Alfa Laval Separator Manual High Speed Separator S 921 & S 926*, kurangnya tekanan suplai air pada purifier disebabkan oleh tidak berfungsinya *Operating Slide*, kotornya saluran *Water Operating Inlet*, dan *solenoid valve* yang tidak optimal. Faktor ini dapat digambarkan dalam diagram *intermediate event* dan dihubungkan dengan gerbang *OR*, karena satu atau lebih kejadian cukup menyebabkan ketidaknormalan *Sliding Bowl*.



Gambar 14. *Fault Tree* tidak optimalnya *valve block water*

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

- b. Tidak bekerjanya komponen *Operating Slide*

Menurut *Manual Book Alfa Laval Separator Manual High Speed Separator S 921 & S 926*, tindakan pada *Operating Slide* meliputi penggantian *valve plug* setiap 2 bulan atau 800 jam kerja dan pembersihan *nozzle*. *Valve plug* berfungsi menahan air untuk menggerakkan *Sliding Bowl*, sementara *nozzle* memasukkan air ke *bowl body*. Jika *nozzle* tersumbat, tekanan air berkurang, menghambat komponen bekerja optimal. Pada *fault*

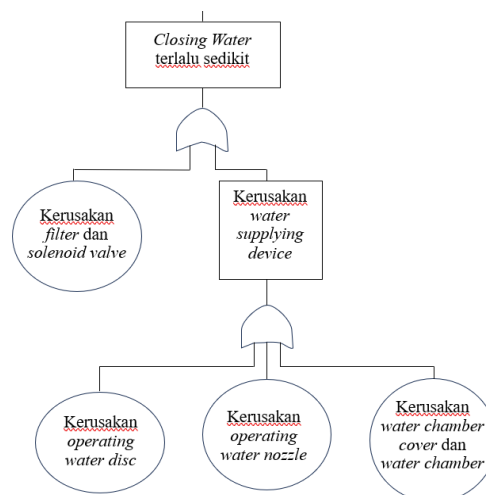
tree, kerusakan valve plug dipengaruhi batas jam kerja dan kualitas minyak lumas sebagai *basic* dan *undeveloped events*.



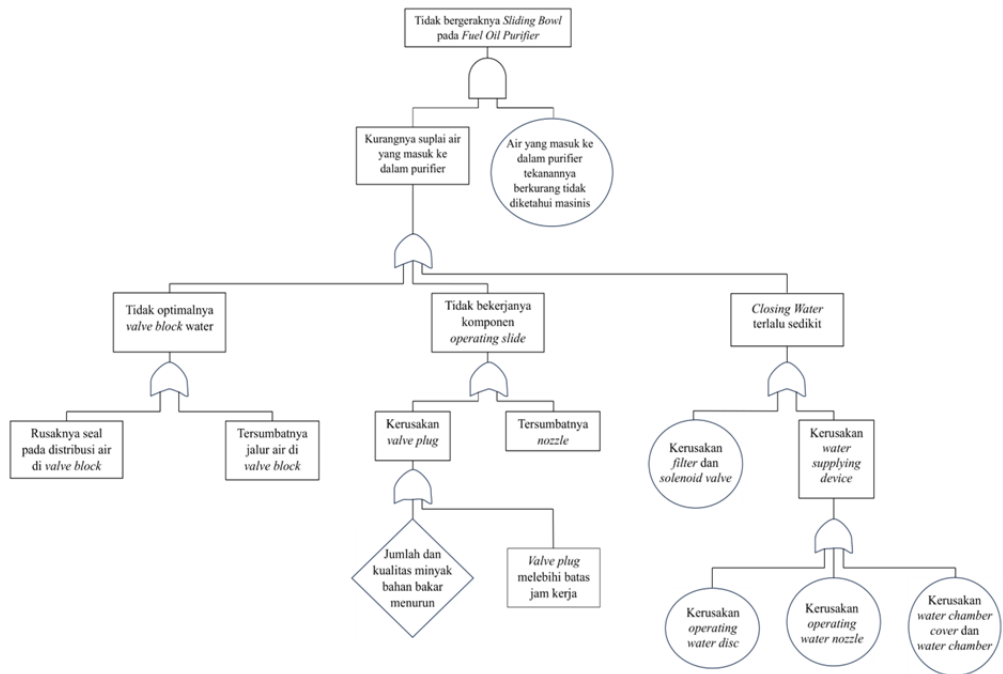
Gambar 15. *Fault Tree* Tidak bekerjanya *Operating Slide*
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

c. *Closing Water* terlalu sedikit

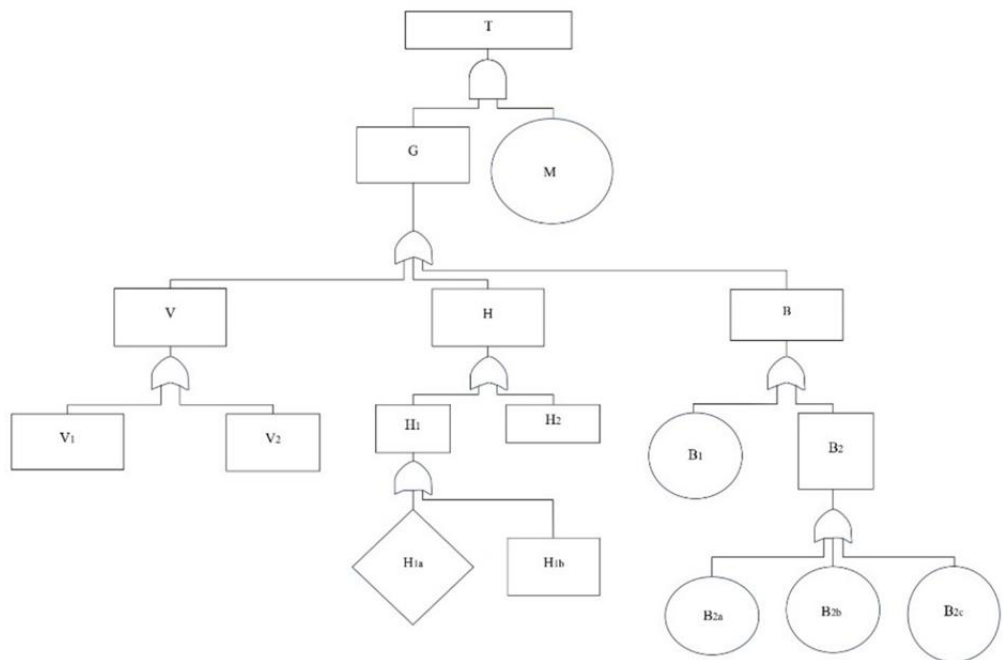
Closing water berfungsi menutup *Sliding Bowl* untuk memulai proses purifikasi. Menurut *Manual Book Alfa Laval Separator Manual High Speed Separator S 921 & S 926*, pengecekan rutin *water chamber cover*, *water chamber*, *operating water disc*, dan *nozzle* dilakukan setiap pembersihan *bowl*. Penulis menambahkan, malfungsi *water supplying device* dapat menyebabkan *Sliding Bowl* gagal menutup tepat waktu. Pada *fault tree*, kejadian *opening water* terlalu sedikit memiliki tiga *input intermediate event*, termasuk kerusakan filter, *solenoid valve*, dan *water supplying device*.



Gambar 16. *Fault Tree* *Closing Water* terlalu sedikit
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)



Gambar 17. *Fault Tree* Tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier*
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)



Gambar 18. *Fault Tree* Tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* yang disederhanakan
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

Dari gambar 18. bisa didapat persamaan Boolean menggunakan pendekatan dari atas ke bawah (*top down approach*) dari *fault tree* tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* sebagai berikut:

$$T = M \cdot G$$

$$T = M \cdot (V + H + B)$$

$$T = M \cdot ((V_1 + V_2) + (H_1 + H_2) + (B_1 + B_2))$$

$$T = M \cdot ((V_1 + V_2) + ((H_{1a} + H_{1b}) + H_2) + (B_1 + (B_{2a} + B_{2b} + B_{2c})))$$

Dari persamaan Boolean diatas maka didapatkan minimal cut set dari *fault tree* tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* yaitu; M, V1, V2, H1a, H1b, H2, B1, B2a, B2b, B2c. Hasil dari *minimal cut set* tersebut sekaligus dapat menjadi faktor terkecil atau kejadian awal dari tidak Bergeraknya *Sliding Bowl*, sehingga didapatkan faktor yang dapat menyebabkan tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* adalah M (Air yang masuk ke dalam purifier tekanannya berkurang tidak diketahui masinis), V₁ (rusaknya seal pada distribusi air di *valve block*), V₂ (Tersumbatnya jalur air di *valve block*), H_{1a} (jumlah dan kualitas minyak bahan bakar menurun), H_{1b} (*valve plug* melibi batas jam kerja), H₂ (tersumbatnya *nozzle*), B₁ (kerusakan *filter* dan *solenoid valve*), B_{2a} (kerusakan *operating water disc*), B_{2b} (kerusakan *operating water nozzle*), B_{2c} (kerusakan *water chamber cover* dan *water chamber*).

Hasil dari *minimal cut set* tersebut masih terlalu luas dan merupakan faktor yang dapat menyebabkan tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* secara keseluruhan komponen mesin. Sehingga Penulis menggunakan hasil dari penelitian di lapangan yaitu saat membuka pipa suplai air yang menuju *solenoid valve Fuel Oil Purifier* terdapat kerak kotoran di dinding pipa atau oleh masinis kapal biasa disebut dengan pipa kolestrol.

2. Upaya mencegah tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier*

a. Perawatan dan Pembersihan Rutin

Sliding Bowl harus diperiksa dan dibersihkan secara rutin sesuai jadwal perawatan. Akumulasi *sludge* atau kotoran dalam *chamber* purifikasi dapat menyebabkan mekanisme *Sliding Bowl* terhambat. Pembersihan komponen seperti *Operating Slide*, *water chamber*, dan *water nozzle* sangat penting untuk menjaga kelancaran operasi

b. Pemeriksaan Sistem Suplai Air

Sistem suplai air yang masuk ke purifier, termasuk *Water Operating Inlet* dan *valve block water*, harus dipastikan bebas dari penyumbatan. Endapan kerak atau kotoran dalam pipa atau *solenoid valve* dapat mengurangi tekanan air, sehingga *Sliding Bowl* tidak dapat bergerak optimal. Pemasangan *filter* tambahan pada sistem air dapat membantu mencegah masuknya kontaminan.

c. Penggantian Komponen Secara Berkala

Komponen yang berfungsi menahan dan menggerakkan *Sliding Bowl*, seperti *valve plug*, *seal*, dan *Operating Slide*, harus diganti sesuai jadwal yang ditentukan,

biasanya berdasarkan jam kerja atau kondisi fisik. Penggantian secara berkala dapat mencegah keausan yang tidak terdeteksi.

d. Pemeriksaan Tekanan *Feed Water*

Pastikan tekanan *feed water* berada pada rentang yang diperlukan untuk mendorong *Sliding Bowl*. Sistem pompa air dan pengaturan tekanan harus diperiksa secara berkala untuk memastikan kinerjanya optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian, tidak Bergeraknya *Sliding Bowl* pada *Fuel Oil Purifier* disebabkan oleh kurangnya tekanan suplai air yang masuk melalui *Water Operating Inlet* yang disebabkan tersumbatnya saluran pipa suplai air yang menuju *valve block water*, sehingga menghambat pergerakan *Sliding Bowl* dan proses purifikasi. Hal ini terkait dengan ketidakefektifan komponen *Operating Slide* dan kebersihan jalur air yang memengaruhi komponen lainnya.

Menggunakan metode FTA, masalah ini dapat dicegah dengan menjaga kondisi komponen utama seperti *Sliding Bowl*, *Operating Slide*, dan *Water Operating Inlet* melalui perhatian dan pengawasan rutin. Minimnya pemeliharaan dapat menyebabkan kerusakan tidak terdeteksi, yang berdampak negatif pada pengoperasian purifier.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa Laval. (2008). Operating Instructions Manual part 1. In *Operating Instructions Manual* (Vol. 1, pp. 1–614).
- Hoffmann, J. (2024). *Multi-year Expert Meeting on Transport, Trade Logistics and Trade Facilitation 11th Session Maritime Transport in Times of Polycrisis 2024 Review of Maritime Transport Navigating maritime chokepoints*.
- Irwan, Insani Ilham, C., & Geraldo Ardinof Pratama Putra, F. (2022). Performance Analysis Of Fuel Oil Purifier Filtration Process On Ships MV. TANTO LUAS. *Performance Analysis Of... (Irwan,et.Al)*, 4(1), 1–5.
- Khamdilah, A., & Wilastari, S. (2019). Pengaruh Ukuran Diameter Gravity Disc Terhadap Overflow Pada Purifier. In *Majalah Ilmiah Gema Maritim* (Vol. 21).
- Nigel Draffin. (2012). *Bunker Fuel for Marine Engines – A Technical Introduction* (1st ed., Vol. 1). Petrosport Limited.
- Pongkessu, P. (2011). Analisis Over Flow pada Pengoperasian Fuel Oil Purifier di MT. Tirtasari. *SINERGI*, 2(9), 117–129.

- Prumanto, D. (2019). Tinjauan Performa Purifier Bahan Bakar Terhadap Umur Mesin. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung*, 7(1), 38–46.
- Russell, P. A. ., Jackson, Leslie., & Morton, T. D. . (2020). *General Engineering Knowledge for Marine Engineers*. Reeds.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (19th ed., Vol. 19). Alfabeta, .
- Vesely, W. E., Goldberg, F. F., Roberts, N. H., & Haasl, D. F. (1981). *NUREG-0492, "Fault Tree Handbook"*. The U.S. Government Printing Office.