

## **Peran Air Tawar Dalam Menunjang Kelancaran Pengoperasian Purifier Bahan Bakar dan Minyak Pelumas di Atas Kapal MV. Sinar Sabang**

**Agus Saleh<sup>1</sup>, Eka Darmana<sup>2\*</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal,  
Politeknik Bumi Akpelni Semarang

\*Email korespondensi: [ekadarmana@akpelni.ac.id](mailto:ekadarmana@akpelni.ac.id)

### **Abstract**

*The purifier on board is one of the auxiliary machines which has a very important role to produce clean fuel. The use of this clean fuel is to support the operation of the ship's main propulsion engine and diesel generator engines in producing perfect combustion. In the operation of this purifier, Purifier operation often gets less attention that fresh water is very important to support the functioning of the purifier when working to purify fuel from liquid impurities and other solid impurities, because the function of fresh water in its operation includes operating water, sealing water and de sludge water. The data collection method used in this research was direct observation on the MV Sinar Sumba ship, literature study by reviewing manual books and discussions with engineers on board. From the data during the observation, literature study and interviews then analyzed and formulated and put forward using a qualitative descriptive method. The results of this discussion explain that in the purifier there are several parts that are very closely related to the smoothness and results of fuel refining, one of which is fresh water, because if fresh water is not available according to the required standards pressure and capacity, the purifier is not will be able to function properly. For example, if there is not enough fresh water that functions as a sealing water, then the oil will come out and be wasted through the water channels into the dirty oil tank.*

**Keywords:** *fresh water of purifier, sealing water of purifier, operating water of purifier, desludge water of purifier, purifier opening water or closing water, displacement or conditioning water of purifier*

### **Abstrak**

*Purifier di kapal merupakan salah satu mesin bantu yang memiliki peranan sangat penting untuk menghasilkan bahan bakar yang bersih. Kegunaan dari bahan bakar yang sudah bersih ini adalah untuk mendukung pengoperasian dari mesin induk penggerak kapal maupun mesin diesel generator dalam menghasilkan pembakaran yang sempurna. Dalam pengoperasian pesawat bantu Purifier ini sering kurang mendapatkan perhatian bahwa peranan air tawar sangatlah penting untuk menunjang berfungsinya purifier pada saat bekerja memurnikan bahan bakar dari kotoran cair maupun kotoran padat lainnya, karena fungsi air tawar dalam pengoperasiannya antara lain sebagai operating water, sealing water dan desludge water. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan langsung di kapal MV.Sinar Sumba, studi pustaka dengan menelaah manual book dan diskusi dengan engineer diatas kapal. Dari data-data selama observasi, studi pustaka dan wawancara kemudian dianalisa dan dirumuskan serta di kemukakan menggunakan metode deskriptif kualitatif. Hasil dari pembahasan ini menjelaskan bahwa pada pesawat bantu purifier terdapat beberapa bagian yang sangat erat hubungannya dengan kelancaran dan hasil pemurnian bahan bakar yang salah satunya bagian tersebut adalah air tawar, karena apabila air tawar tidak tersedia sesuai dengan standar kebutuhan baik tekanan maupun kapasitasnya maka purifier tidak akan dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Sebagai contoh apabila air tawar yang berfungsi sebagai penyekat (sealing water) tidak cukup atau tidak ada maka minyak akan keluar dan terbuang melalui saluran air ke dalam tangki minyak kotor.*

**Kata Kunci:** *purifier fresh water, sealing water, purifier operating water, purifier opening water or closing water, displacement or conditioning water.*

## PENDAHULUAN

Permesinan bantu di atas kapal berfungsi untuk menunjang kelancaran operasi mesin utama agar kapal dapat beroperasi dengan lancar dan aman, salah satunya permesinan bantu yang penting tersebut adalah purifier yang di atas kapal berfungsi untuk memurnikan/memisahkan bahan bakar maupun minyak lumas dari kotoran cair maupun kotoran padat lainnya. Kapal yang tenaga penggerak utamanya adalah mesin diesel yang cukup besar tentunya membutuhkan pemakaian bahan bakar setiap harinya juga banyak, sehingga pilihan jenis bakar bakar yang tepat adalah jenis bahan bakar berat yang biasa disebut *Heavy Fuel Oil* yang di singkat *HFO* dengan alasan harganya lebih murah tapi tetap menghasilkan nilai pembakaran yang baik. Untuk mendapat bahan bakar yang baik tentunya harus melalui proses perawatan yang benar dan baik.

*Heavy Fuel Oil (HFO)* adalah produk sisa penyulingan minyak bumi, dimana dihasilkan residu sebelum aspal (Salsabila, 2019). HFO merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari berbagai reaksi besar yang cukup rumit. Berbeda dengan bahan bakar lainnya, HFO tidak termasuk jenis distillate, namun lebih kepada jenis residu bersuhu kamar dengan warna hitam pekat dan lebih kental. Maka dari itu untuk mendapatkan hasil bahan bakar yang bersih dan baik untuk pembakaran di dalam mesin maka harus melalui proses perawatan/ pembersihan atau pemisahan dengan menggunakan alat yang disebut Purifier (Barokah et al., 2016). Purifier bekerja berdasarkan perbedaan berat jenis yang dipisahkan dengan menggunakan gaya sentrifugal (Waworuntu, Capt Rusman, 2022) di dalam sebuah bowl yang diputar sampai dengan putaran 9000 – 12000 rpm. Untuk menjaga proses kerja purifier agar dapat memisahkan bahan-bakar MFO maupun minyak pelumas dengan baik perlu pengawasan dan perawatan yang sifatnya berkala serta perlu tersedianya media air tawar dengan tekanan yang cukup/sesuai yang berfungsi sebagai *sealing water (displacement or conditioning water)*, *opening water (desludge water)*, *closing water (operating water)*,

- Penyekat atau seal / *sealing water* untuk menahan minyak di dalam bowl agar minyak tidak keluar melalui saluran air.
- *Operating water* untuk menahan / mengangkat *sliding bowl* agar menutup
- *Desludge water* berfungsi sebagai penekan pilot valve agar membuka pada saat proses pembersih kotoran yang ada di dalam *disch bowl*. Ketiga proses tersebut di atas sangat mempengaruhi purifikasi baik bahan bakar maupun minyak pelumas mesin kapal.

## METODE

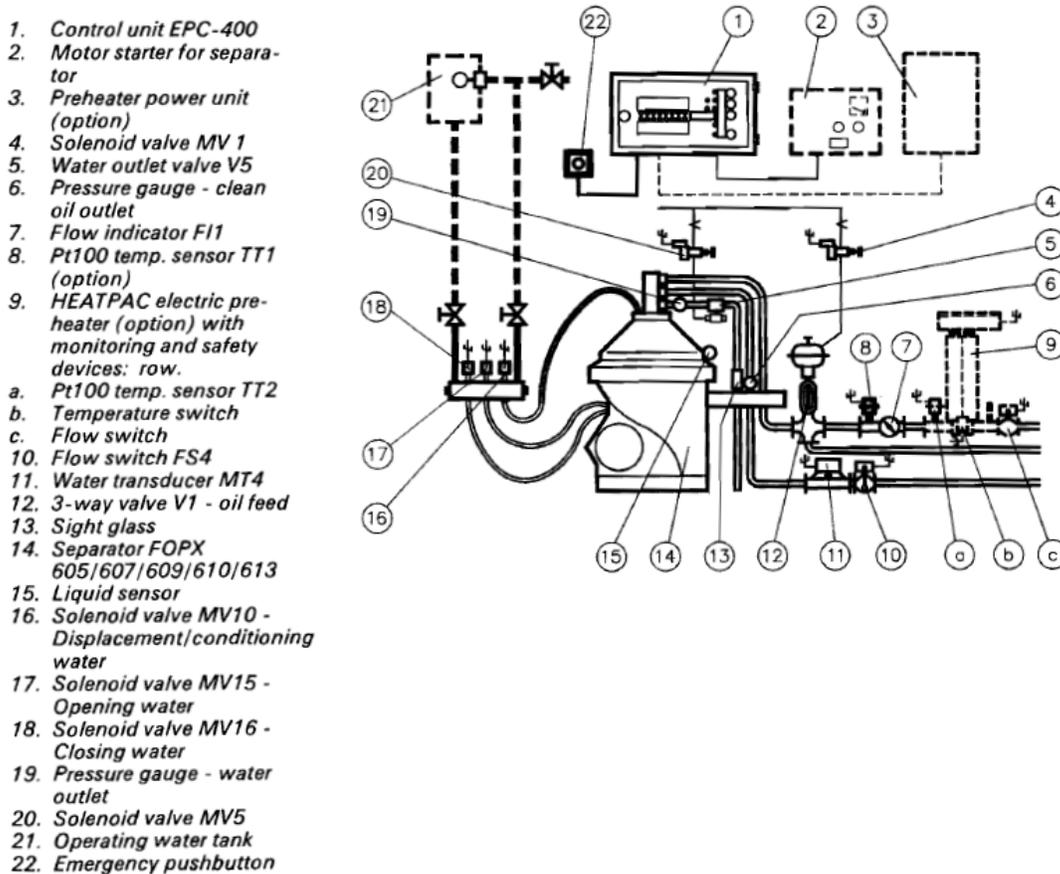
Penelitian dilakukan di kapal MV. Sinar Kumba. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan langsung di kapal MV. Sinar Sumba, studi pustaka dengan menelaah manual book dan diskusi dengan engineer di atas kapal. Dari data-data selama observasi, studi pustaka dan wawancara kemudian dianalisa dan dirumuskan serta di kemukakan menggunakan metode deskriptif kualitatif.

## PEMBAHASAN

Untuk memastikan pembakaran yang baik pada mesin diesel dan mengurangi keausan serta korosi pada bagian bagian mesin dan turbin diperlukan perhatian yang serius dalam pemeliharaan mesin dari mulai menghilangkan kotoran tertentu dari bahan bakar maupun minyak pelumas, seperti termasuk abu, berbagai garam dan air yang ada dalam bahan bakar minyak dan bahan karbon, logam, asam dan air yang ada dalam minyak pelumas yang terpakai. Ketika pengotornya heterogen yaitu padatan tersuspensi atau cairan yang tidak dapat bercampur dapat dihilangkan dengan cukup berhasil melalui satu atau lebih dari sejumlah metode. Metode utama yang

digunakan di kapal adalah sentrifugasi, filtrasi dan pengendapan. Dari ketiga metode ini sentrifugasi adalah yang paling banyak digunakan (Smith et al., 2016).

Bahan bakar minyak jenis HFO ( *Heavy Fuel Oil* ) adalah jenis bahan bakar yang sampai saat ini masih menjadi alternatif pilihan untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel penggerak utama maupun mesin diesel bantu jenis pembakaran dalam (*Internal combustion engine*) (Indonesia, 2024) di kapal-kapal niaga. Sebagai sumber penghasil tenaga perlu di perhatikan kualitasnya agar mesin diesel penggerak utama maupun mesin diesel bantu dapat bekerja secara optimal dan terhindar dari kerusakan, maka bahan bakar harus di lakukan perawatan dimulai sejak dari penerimaan bunker, di dalam tangki dasar berganda (*Double Bottom*), di dalam tangki endap (*Settling Tank*) dan tangka harian (*service tank*) sampai masuk ke dalam ruang pembakaran mesin. Hal ini dilakukan untuk menjamin aset fisik bekerja baik secara terus-menerus sesuai fungsi yang diinginkan merupakan dasar konsep perawatan dimana harus mempertahankan fungsi sistem atau komponen dan kemampuan suatu komponen untuk bekerja dengan baik sesuai fungsi yang diinginkan (Saleh & Darmana, 2021).



**Gambar 1.** Skema dasar konsep purifier  
Sumber : (Alfa Laval, 1990)

## Prinsip Kerja Purifier

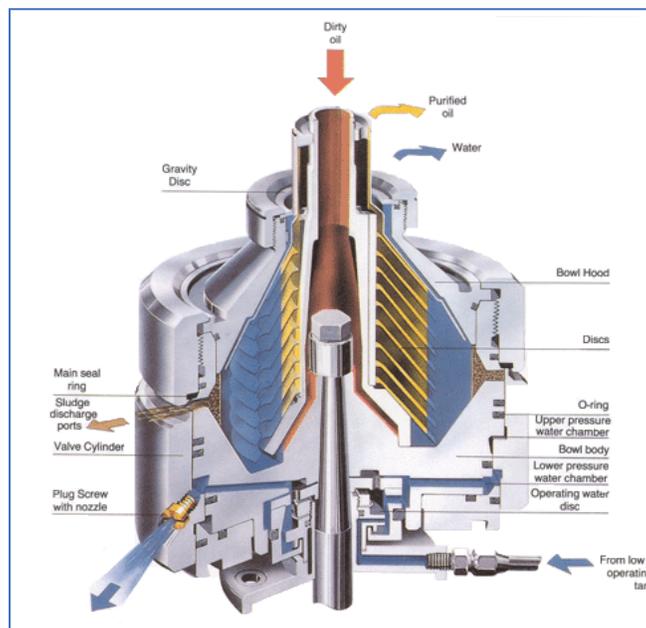
Pembersihan bahan bakar dan minyak pelumas dapat dilakukan dengan beberapa cara yang disebabkan karena perbedaan berat jenis zat cair tersebut. Namun metode yang sering dipakai di kapal adalah:

1. Metode Gaya Gravitasi atau pengendapan, metode gaya gravitasi adalah cara yang menggunakan gaya berat, yaitu bahan bakar dari tangki dasar berganda sudah mulai terjadi pengendapan, kemudian dialirkan/di transfer ke tangki endap (*Settling tank*) agar dalam waktu tertentu dapat mengendapkan air dan padatan yang dikandung di dalam bahan bakar. Metode ini dianggap terlalu lambat dan tidak sesuai dengan kebutuhan.
2. Metode filtrasi atau penyaringan, metode ini hanya dapat memisahkan kotodan padat, sedangkan kotoran yang bersifat cair tidak dapat terpisahkan
3. Metode Sentrifugal, metode pembersih sentrifugal yang biasa disebut Separator / Purifier, yaitu pemisah dengan putaran yang melakukan pemisahan dengan pengendapan di bidang sentrifugal. Jika pemisahan dengan gaya sentrifugal bekerja sesuai dengan putaran 9000-12000 permenit maka hasil pemisahan dan pembersihannya jauh lebih efektif dan jumlahnya dapat memenuhi kebutuhan pemakaiannya dibandingkan dengan kedua metode lainnya.

## Keuntungan pemisahan menggunakan gaya sentrifugal,

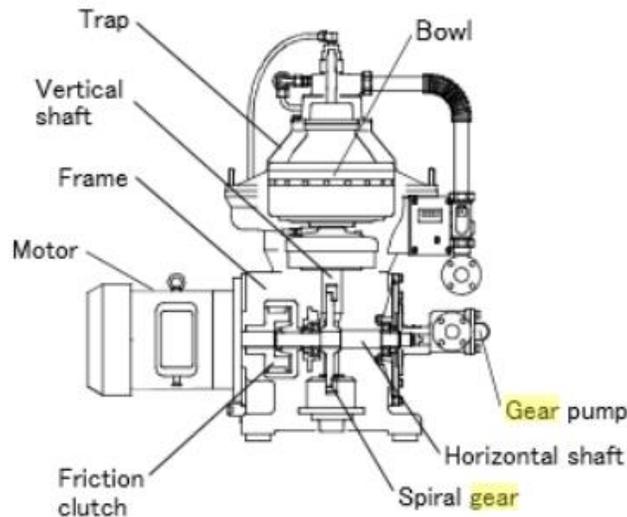
- Proses pemisahan terjadi lebih cepat dengan hasil yang optimal dan dapat diatur.
- Proses pemanasan bisa lebih cepat karena adanya sirkulasi minyak yang masuk ke heater.
- Gerakan pembuangan lumpur dilakukan dalam suatu waktu yang singkat dengan hasil pembersihan yang tinggi.
- Kapasitas hasil pembersihan / pemisahan bahan bakar dapat diatur sesuai kebutuhan atau pemakaian bahan bakar mesinnya.

Pembersih jenis putaran adalah dengan memanfaatkan gaya sentrifugal yang ditimbulkan akibat adanya putaran. Dengan adanya putaran bowl yang cukup tinggi sekitar 9000 – 12000 permenit terjadilah gaya sentrifugal yang membuat semua partikel akan terlempar menjauhi titik pusat putaran.



**Gambar 2.** Bowl Unit & Bagiannya

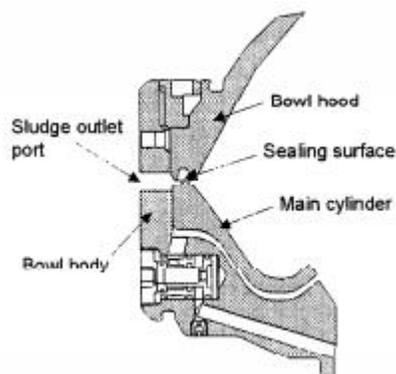
Sebagaimana terlihat pada gambar 2, Partikel yang mempunyai berat jenis terbesar seperti lumpur atau kotoran padat lainnya akan terlempar lebih jauh kebagian terluar, sedangkan yang memiliki berat jenis lebih kecil (air) akan berada pada lapisan berikutnya sementara minyak (bahan bakar) karena mempunyai berat jenis yang paling kecil maka akan terdesak di bagian yang paling dalam.



**Gambar 3.** Dasar komponen *Mitsubishi Selfjector SJ30G*

### Bagian-bagian Bowl

- **Disc** adalah komponen dalam purifier yang digunakan sebagai penahan aliran minyak yang akan dibersihkan secara perlahan-lahan hingga akhirnya minyak keluar menuju ke tangki harian.
- **Bowl Body** digunakan sebagai tempat dudukan bowl hood purifier. *Bowl body* berfungsi sebagai komponen dalam *purifier* yang berfungsi sebagai tempat saluran masuk bahan bakar kotor yang akan dibersihkan.



**Gambar 4.** Skema bowl unit  
Sumber: (Mitsubishi, 2000)



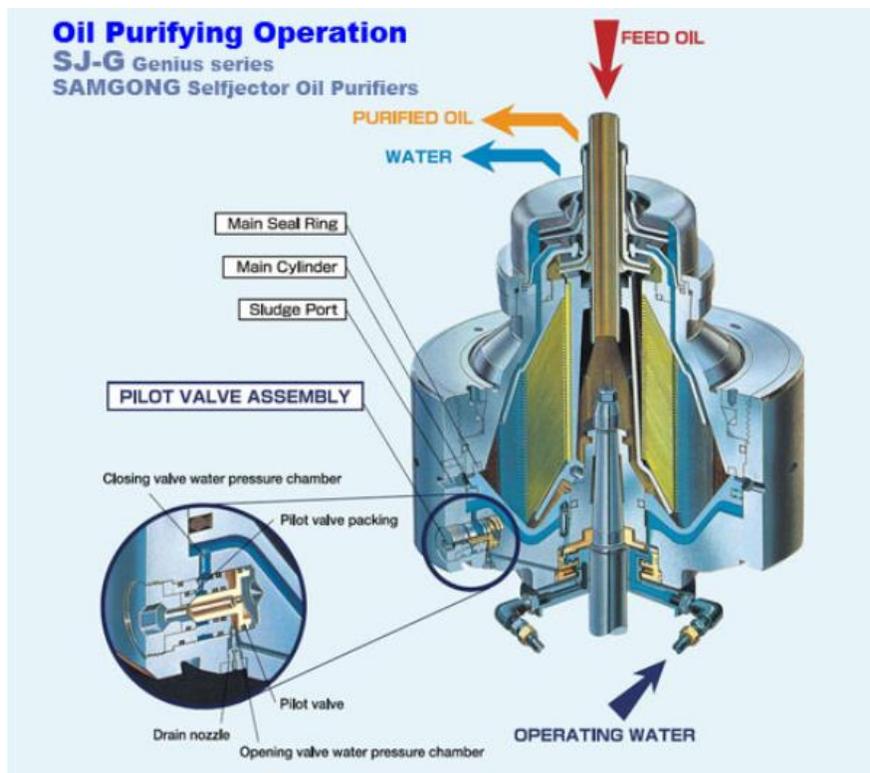
**Gambar 5.** Bowl body

- **Bowl Nut** bagian yang digunakan untuk mengunci atau menahan bowl hood agar tidak terlepas dari dudukannya.
- **Bowl Hood** adalah sebagai tempat diletakkannya disc-disc atau piringan piringan yang merupakan tempat terjadinya proses pembersihan minyak.



**Gambar 6.** Bowl hood

- **Main seal ring** difungsikan sebagai pelapis atau penyekat antara *main cylinder* dan *bowl hood* agar minyak tidak terbuang ke *sludge tank* pada saat *purifier* sedang beroperasi.
- **Distributor** adalah tempat saluran masuknya bahan bakar kotor yang akan dibersihkan dan membagi minyak ke tiap-tiap *disc* atau piringan melalui lubang distributor.
- **Pilot valve**, digunakan untuk membuka katup saluran air pembuangan menuju *sludge tank*.



**Gambar 7.** Skema penampang pilot valve

Sumber: <http://www.akorm.com/oilpure/sj120g.htm>



Gambar 8. pilot valve

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=8HX-aOk3Dtc>

- **Gravity disc** adalah sebuah cincin yang dipasang dalam purifier untuk menghindari agar minyak bersih dan air tidak bersatu kembali pada saat minyak keluar.
- **Bowl disc / Piringan-piringan** yang berfungsi agar minyak masuk ke celah- celah yang tipis diantara piringan sehingga proses pemisahan minyak, air dan kotoran padat lainnya dapat terjadi dengan baik.
- **Drain nozzle pada bowl body** berfungsi untuk mengeluarkan *operating water* yang mengangkat *main cylinder (low pressure)* pada saat air pengisian (*high pressure*) masuk dan membuka *pilot valve*.
- **Sliding Bowl/discharge slide/main cylinder/valve cylinder** Berfungsi untuk membuka kemudian membuang kotoran-kotoran yang ada di dalam *bowl* lewat *sludge port*.
- **Sludge Space** Adalah ruang tempat dimana kotoran-kotoran terkumpul.
- **Operation Slide** Berfungsi sebagai tempat duduk springs dan *drain valve plug* yang terletak di dalam *bowl body*.
- **Sludge Port** Berfungsi untuk membuang kotoran-kotoran melalui lubang pembuangan ke *sludge tank*.
- **Drain Valve** Tank Berfungsi untuk membuka dan menutup drain chanel.
- **Drain Chanel** Berfungsi sebagai saluran pembuangan pada *closing water*.
- **Oil Paring Chamber** Berfungsi untuk memompa bahan bakar yang naik melalui *level ring* dan keluar ke *pipa outlet*.
- **Water Paring Chamber** Berfungsi untuk memompa air yang naik melalui sisi di samping *top disc* keluar *sludge tank*.
- **Spiral Gear** Berfungsi untuk menghubungkan dengan putaran antara *horizontal shaft* dan *vertical shaft*.
- **Shaft** disini ada dua buah shaft yaitu *horizontal shaft* dan *vertical shaft* sebagai penghubung antara putaran dari motor ke putaran bowl.

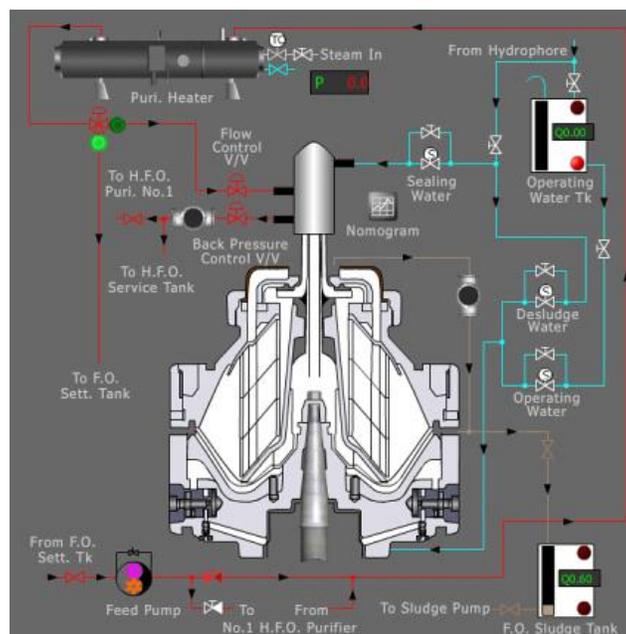
### Prosedur mengoperasikan Purifier

Selain kondisi mesin bantu Purifier harus prima, ketelitian saat mengoperasikan purifier juga menentukan efektivitas fungsinya, seperti salah satunya adalah memasukan air kedalam purifier harus tepat pada waktu.

### Prosedur Pengoperasian Purifier,

- Switch On main breaker
- Pastikan Minyak pelumas di dalam crankcase cukup

- Pastikan operation water tank isinya cukup
- Pastikan friction brake dalam posisi bebas
- Buka valve-valve bahan bakar dari settling tank, inlet dan outlet purifier, valve ke *service tank*, valve masuk dan keluar *heater*, valve pemanas masuk dan keluar *heater*
- Posisikan *change over switch* pada posisi manual
- Start Purifier dan perhatikan ampere meter, tunggu sampai ampere turun /normal, setelah ampere normal buka *valve operating water*
- Buka *valve sealing water*, untuk mengisi air ke dalam *bowl* sampai penuh yang dapat dilihat dengan keluarnya air pada gelas duga, kemudian *valve* di tutup (gb.2)
- Lakukan langkah *De sludge* untuk pembersihan *discs* sekaligus untuk memastikan bahwa *sliding bowl* bekerja / membuka dan menutup
- Jalankan *feeding pump* dan pastikan temperatur bahan bakar HFO sebelum masuk purifier sesuai yang di tentukan (90 - 95 °C )
- *Switch on solenoid valve* untuk mengarahkan aliran bahan bakar masuk ke dalam purifier.
- Atur setelan *flow control valve & back pressure control valve* (gb. 2), Pastikan tekanan bahan bakar masuk dan keluar purifier sesuai batas setingannya.
- Tutup *valve sealing water*, posisikan switch ke sistim otomatis, kemudian tutup *valves manual operating water* dan *de sludge water*.
- Perhatikan beberapa saat untuk memastikan bahwa purifier sudah dalam posisi *running well*



**Gambar 8.** Piping diagram pengoperasian Purifier

### Fungsi air dalam pengoperasian Purifier

Air tawar dalam pengoperasian purifier, baik purifier bahan bakar berat / HFO, purifier bahan bakar ringan Marine Diesel Oil / MDO maupun purifier minyak pelumas / Lubricating Oil dalam pengoperasiannya harus di tunjang dengan adanya media air tawar yang cukup, baik tekanan dan jumlahnya sehingga purifier dapat bekerja dengan optimal dan menghasilkan pemisahan bahan bakar maupun minyak pelumas dengan baik sehingga mesin dapat bekerja dengan optimal dan dapat berumur panjang.

1. Fungsi air sebagai *Operating Water*, air ini disebut operating water karena dalam pengoperasian purifier dibutuhkan air dari sebuah tangki yang tidak bertekanan /hanya mengandalkan gaya gravitasi dari tangki kecil yang disebut *operating water tank* yang berfungsi untuk mengisi celah *lower pressure water chamber* sebagai pendorong untuk menahan *sliding bowl* agar selalu dalam posisi naik atau diatas agar lubang-lubang bowl atau yang disebut *sludge discharge port* selalu tertutup saat purifier beroperasi, sehingga *water seal* maupun minyak tidak keluar.
2. Fungsi air sebagai *Sealing Water* / Air tawar sebagai *seal*, air ini baru boleh dimasukan ke dalam purifier setelah purifier berjalan dan putarannya sudah normal yang ditandai dengan turunnya ampere yang dapat dilihat pada ampere meter telah menunjukkan angka yang rendah sesuai kemampuan motor penggeraknya (tertera pada name plate / pelat nama) pada *electro motor*. Hal ini untuk mencegah agar motor penggerak tidak *over load* saat pertama kali di jalankan. *Sealing water* ini dimasukan kedalam *bowl* yang didalamnya terpasang tumpukan *bowl disch* sampai penuh yang fungsi utamanya untuk menahan minyak yang di masukan ke dalam *bowl* berputar sehingga minyak dengan gaya sentrifugal serta adanya perbedaan berat jenis maka air akan terlempar ke bagian luar dari minyak dan berfungsi sebagai penahan agar minyak tidak keluar dari *bowl* tersebut.
3. Fungsi air sebagai *Desludge water*, adalah air bertekanan 5-6 bar dari *hydrophore tank* yang berfungsi sebagai penekan *pilot valve* agar membuka pada saat proses pembersihan kotoran yang ada di dalam *disch bowl*. Dengan dimasukkannya air bertekanan dari *hydrophore* maka *pilot valve* yang tadi berfungsi untuk menutup / menahan operating water akan terdorong dan membuka lubang aliran pembuangan, sehingga *operating water* yang berfungsi mengangkat dan menahan *sliding valve* akan keluar, dengan keluarnya *operating water* maka *sliding valve* akan turun sehingga lubang pembuangan kotoran yang di sebut *sludge discharge port* terbuka sehingga kotoran akan keluar. Proses ini disebut proses *desludge* atau proses pembuangan kotoran (air dan kotoran padat) yang sudah terpisah dari minyak karena perbedaan berat jenis. Karena *sludge* atau kotoran padat lainnya mempunyai berat jenis lebih besar jika dibandingkan dengan berat jenis minyak dan berat jenis air sehingga terlempar paling jauh posisinya dikarenakan gaya sentrifugal atau berada di bagian paling luar diikuti air kemudian minyak. Proses *desludge* harus berjalan sesuai waktu yang ditentukan agar pembersihan minyak di dalam purifier berjalan baik, sehingga purifier bekerja dengan optimal.

### **Pastikan Bahwa Purifier Sudah Berfungsi Sebagaimana Mestinya, Sehingga Menghasilkan Minyak Yang Bersih**

Perawatan mesin baik mesin penggerak utama maupun mesin bantu diatas kapal adalah suatu tanggung jawab yang harus dilakukan dengan benar dan terencana dengan baik oleh engineer diatas kapal, mesin diesel penggerak utama atau mesin diesel bantu akan bisa terawat dengan baik harus dimulai dari perawatan bahan-bakar maupun perawatan minyak pelumasnya, maka dari itu prosedur perawatan yang baik dan benar pada permesinan batu Purifier ini harus dipastikan agar kita dapat merawat bahan-bakar dan merawat minyak pelumas dengan baik. Biasanya engineer diatas kapal menerjemahkan perawatan mesin langsung terfokus pada bagian mesinnya saja sehingga lupa bahwa perawatan bahan- bakar dan minyak pelumas adalah faktor yang sangat penting agar mesin dapat terawat dengan baik dan dapat bertahan lama.

Untuk memastikan bahwa purifier bekerja menghasilkan normal sebagai berikut:

1. Pastikan tidak ada minyak yang over flow/ keluar melalui saluran air
2. Pastikan tidak ada minyak yang bocor / keluar dari *sludge discharge port*
3. Hasil minyak yang keluar dari purifier sudah bersih dari kotoran cair dan kotoran padat, dengan cara mengambil sample minyak sebelum masuk purifier dan setelah keluar dari purifier untuk di bawa ke laboratorium agar di ketahui hasil pemisahan dari purifier apakah ada perubahan kualitas minyak setelah di purifikasi, dan ini dilakukan secara rutin setiap 3 bulan atau tergantung keadaan. Dari hasil inilah maka kita dapat mengetahui kondisi purifier diatas kapal

## **SIMPULAN**

Dari penjelasan tersebut diatas dapat diambil pelajaran bahwa kualitas bahan bakar maupun minyak pelumas harus baik dan bersih agar kinerja mesin diesel penggerak utama dan mesin diesel genenerator dapat menghasilkan tenaga yang optimal maka sistem pembersihan minyak bahan bakar maupun minyak pelumas diatas kapal dengan menggunakan mesin bantu yang disebut Purifier ini tidak bisa dipisahkan dengan peranan air tawar, baik tekanannya maupun jumlahnya yang harus mencukupi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Alfa Laval. (1990). *M'-009 (5-12) Operator's Handbook for H.F.O Purifier*. Alfa-Laval Separation AB Technical Publication & Training Department.
- Barokah, Hein, K. P., & Tappy, M. S. (2016). Purifier Bahan Bakar Dalam Menunjang Kelancaran Operasional Permesinan. *Buletin Matric*, 13(1), 22–28. <http://www.poltekkp-bitung.ac.id/batampung/file/22-28-purifier-bahan-bakar.pdf>
- Indonesia, P. L. (2024). *Heavy Fuel Oil*. <https://pgnlng.co.id/berita/wawasan/apa-itu-heavy-fuel-oil/>
- Mitsubishi. (2000). *instruction manual mitsubishi selfjector purifiers*. Mitsubishi Kakoki Kaisha, LTD.
- Saleh, A., & Darmana, E. (2021). Peran Perawatan Marine Fuel Oil (MFO) Guna Menjaga Kinerja Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal Tetap Optimal. *National Seminar on Maritime and Interdisciplinary Studies*, 3(1), 7–11.
- Salsabila, G. H. H. (2019). Proses Treatment Marine Fuel Oil (MFO) Sebagai Bahan Bakar Pada Mesin Diesel. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 11(1), 30–35. <https://doi.org/10.15294/jkomtek.v11i1.19749>
- Smith, D. W., Crawford, J., & Moore, P. S. (2016). *Marine Auxiliary Machinery* (6th ed.). Elsevier Science.
- Waworuntu, Capt Rusman, W. W. (2022). *Optimalisasi Perawatan Fuel Oil Purifier Untuk Menjaga Kualitas Bahan Bakar Dalam Proses Purifier Di Kapal Seroja XXI*. 106–111.