

BAB II

LANDASAN TEORI

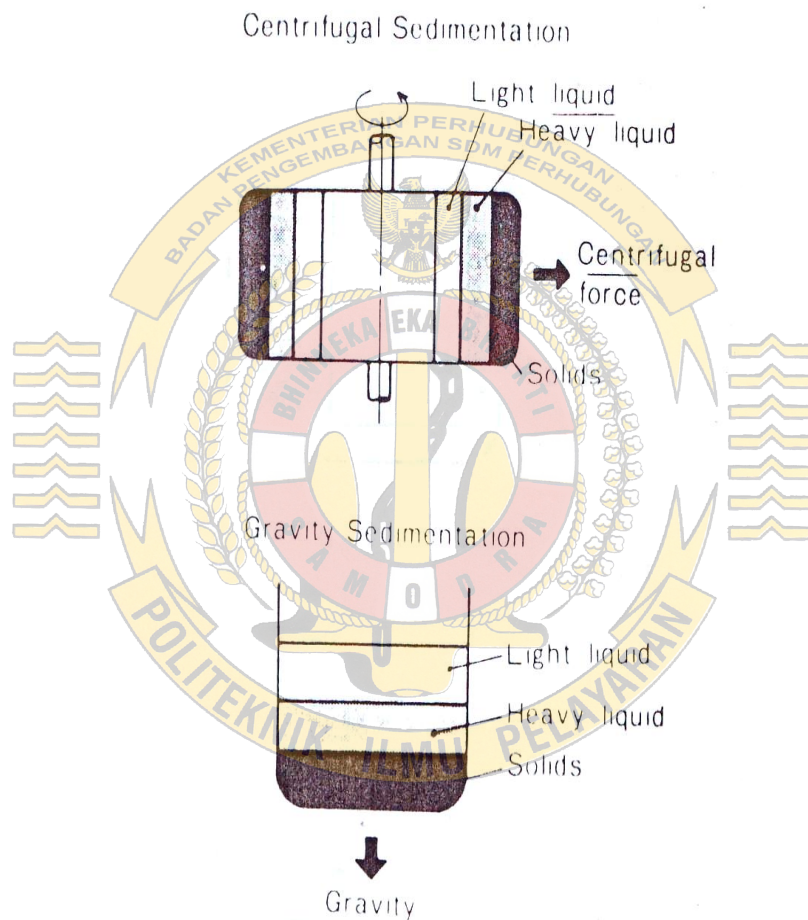
A. Tinjauan Pustaka

Purifier adalah pesawat bantu yang berfungsi untuk memisahkan minyak, air dan kotoran dengan menggunakan gaya sentrifugal yang bekerja berdasarkan perbedaan berat jenis, sehingga zat yang mempunyai berat jenis lebih besar akan dahulu terlempar keluar. Pada kapal MT. MEDELIN EXPO pesawat *purifier* type SJ 700 bekerja berdasarkan gaya sentrifugal dalam rotasi mangkok yang sangat cepat, gaya gravitasi akan diganti dengan gaya sentrifugal yang menjadi ribuan kali lebih besar. Cairan mengalir dan dibagi sesuai dengan jarak antara mangkok dimana fase liquid atau cairan satu sama lain oleh aksi gaya sentrifugal, akibat gaya sentrifugal cairan yang berat (lumpur, air dan sedimen) akan terlempar lebih jauh dari titik pusatnya karena berat jenisnya lebih besar dan menuju ke bawah tempat sedimen berkumpul.

Sedangkan minyak yang telah dibersihkan akan mengalir keatas dibagian atas plat-plat yang berbentuk kerucut (*disc*), sedangkan air dan kotoran lainnya seperti lumpur, pasir dan sedimen mengalir keatas menuju saluran keluar menuju saluran keluar yang letaknya di bawah saluran keluaran minyak bersih. Untuk kapal MT. MEDELIN EXPO hanya menggunakan bahan bakar *Marine Fuel Oil* (MFO), sehingga bahan bakar yang masuk ke pesawat *Purifier* sudah cair dengan demikian pemisahan yang dilakukan di dalam pemisahan akan dapat terproses dengan baik serta kotoran-kotoran dan kadar air dapat dipisahkan dari bahan bakar dengan sempurna.

1. Prinsip Dasar *Purifier*

Separator sentrifugal adalah suatu pesawat yang dipergunakan untuk membersihkan/memisahkan minyak, baik bahan bakar atau minyak lumas dari kotoran baik yang berupa cairan ataupun kotoran-kotoran padat dengan jalan memberikan gaya sentrifugal pada campuran yang berbeda-beda berat jenisnya.



Gambar 2.1 Prinsip Separator

1. Prinsip kerja separator sentrifugal

Apabila pada separator gaya pemisah disebabkan adanya gravitasi terhadap campuran yang berbeda berat jenisnya atau dapat dinyatakan dengan :

$$F_s = \pi/6 \cdot D^3 (\gamma_w - \gamma_o) \cdot g$$

Untuk separator sentrifugal, percepatan yang disebabkan gravitasi dirubah untuk mempertinggi hasil pemisahan dengan suatu gaya sentrifugal, sehingga rumus diatas menjadi :

$$F_s = \pi/6 \cdot D^3 (\gamma_w - \gamma_o) \cdot w^2 \cdot r$$

Dimana :

w = kecepatan sudut

r = jari-jari

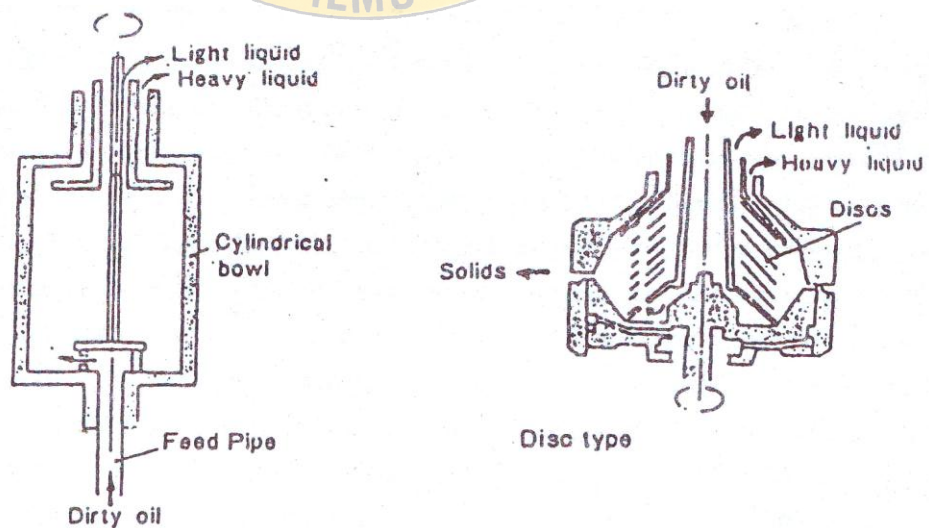
gaya sentrifugal ini dihasilkan dengan putaran dari *bowl* separator.

2. Jenis separator sentrifugal

Ada 2 jenis separator sentrifugal yaitu :

a. Tubular bowl separator

Dibanding dengan jenis *disc bowl*, jenis tubular ini mempunyai kecepatan sudut lebih tinggi sehingga gaya sentrifugalnya juga lebih banyak dihasilkan. Dibawah ini terlihat gambar dari jenis tubular *bowl*, dibandingkan dengan jenis *disc bowl*.

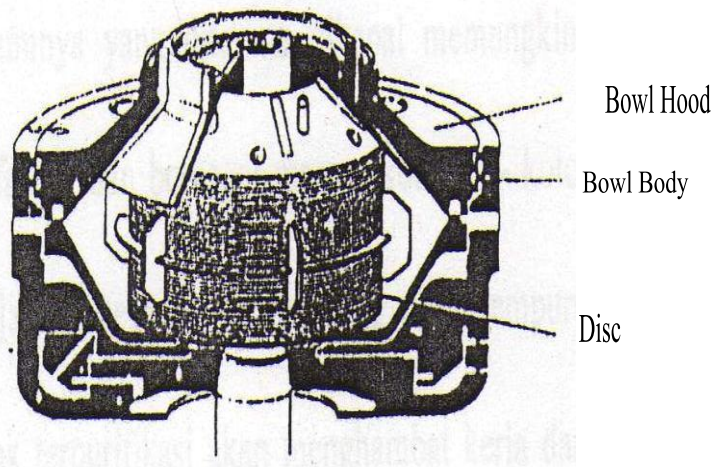


Gambar 2.2 Jenis-Jenis Separator

Oleh diameternya yang *relative* kecil, cairan yang lebih berat hanya mempunyai ruang gerak yang pendek sebelum mencapai dinding *bowl* dimana kotoran-kotoran padat terkumpul. Cairan berat ini dituntun untuk mengalir kebagian buangan air pada waktu separator jalan. Sementara itu yang berat jenisnya lebih ringan akan mengalir dibagian dalam dan menuju kesaluran minyak.

b. *Disc bowl separator*

Jenis ini dapat menyimpan lebih banyak lumpur/kotoran dibanding dengan jenis yang terdahulu, dan dapat dibersihkan secara otomatis. Jadi jenis ini tak banyak *problem* dalam pengoperasiannya. Demikian pula dengan kelebaran jenis ini, menyebabkan adanya ruang gerak yang lebih besar untuk cairan berat, sehingga kelancaran kerja separator ini lebih lama dari pada *tubular bowl*. Dalam *bowl*, disusun sejumlah *disc-disc conis* yang berjarak 2 – 4 mm. Cairan diisikan kedalam susunan ini melalui bagian pinggir luar *disc*. Dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.3 *Bowl* dan *Disc*

Plat-plat ini kemudian bekerja sebagai pelumas permukaan pengendapan, partikel-partikel berat terdesak keluar sedangkan minyak dalam hal ini partikel ringan terdesak ke bagian dalam dan mengalir keluar melalui saluran minyak. Digambar berikut dapat diperlihatkan susunan sederhana separator jenis ini. Lumpur yang berasal dari kotoran dapat akan terkumpul di dinding dari *bowl* ini dan sewaktu-waktu dapat dibersihkan.

Gambar di bawah ini dapat menerangkan prinsip kerja dari separator sentrifugal ini. Garis batas pemisah dari kedua jenis cairan yang berbeda berat jenis terdapat di garis "e". Tidaklah mungkin untuk merubah posisi dari batas pemisah tersebut setiap perubahan perbedaan berat jenis dari cairan campuran disebabkan karena strukturnya.

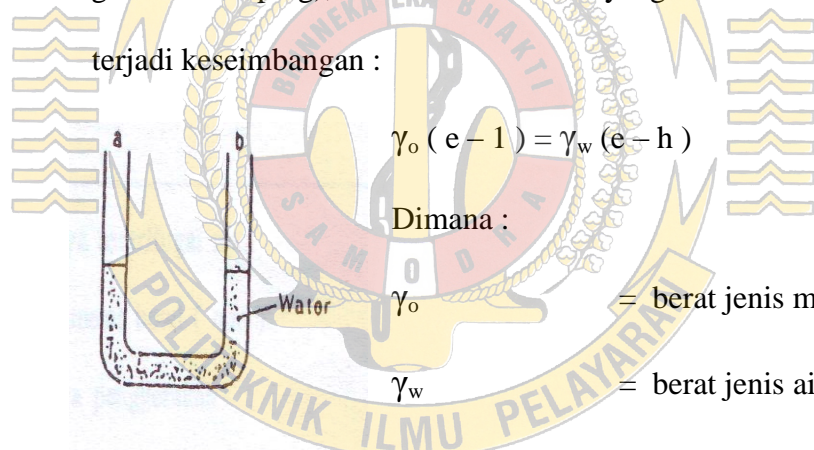


Gambar 2.4 Struktur Separator Sentrifugal

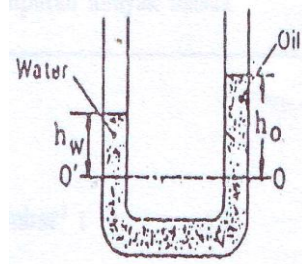
Untuk keperluan sempurnanya hasil pemisahan, separator sentrifugal ini dilengkapi dengan pengatur yang disebut *gravity disc* dibagian luar saluran air, yang akan mengatur posisi keluar dari cairan-cairan sehingga tercapai pemisahan yang tepat dalam *bowl* yaitu garis “e”.

Kembali pada pemisahan pada tangki endap/pemisahan secara *gravity* terdapat campuran yang berbeda jenisnya, keadaan pemisahan akan terlihat pada gambar berikut :

Apabila hal ini kita perhatikan pada contoh hukum pipa “U” (lihat gambar samping), untuk dua cairan yang berbeda berat jenis, akan terjadi keseimbangan :



Keadaan yang sama dapat dijumpai pada separator sentrifugal. Ini ditunjukkan pada gambar b dan rumusnya sekarang menjadi :



$$\gamma_o (e^2 - 1^2) = w (e^2 - h^2)$$

atau :

$$\frac{\gamma_w}{\gamma_o} = \frac{e^2 - 1^2}{e^2 - h^2}$$

Dalam hal *gravity disc* sebagai pengatur posisi keluarnya cairan berat (air), diameter dalamnya berbeda-beda dan ini berarti ditentukan oleh besarnya “h” (lihat gambar), sebab harga keseimbangan rumus-rumus diatas harus dipertahankan. Sedangkan berat jenis dari minyak yang diterima sewaktu *bunker* berbeda-beda kemudian harga “T” adalah tetap. *gravity disc*, dinamakan juga dalam ring.

Biasanya dalam pemilihan harga “h” atau diameter dari *gravity disc* dapat dicari tabel yang dilampirkan pada mesin. Didalam perhitungan dapat kita cari diameter tersebut memakai rumus :

$$D_h = 2 \sqrt{\frac{\gamma_o + e^2 (1 - \gamma_w)}{\gamma_w}}$$

Dari keterangan-keterangan terdahulu mengenai jenis *tubular bowl* dan jenis *disc bowl* dapatlah kira disimpulkan perbedaannya :

Tabel 2.1 Jenis *disc*

	<i>Tubular bowl</i>	<i>Disc bowl</i>
Gaya sentrifugal max	10.000 – 20.000 x g	5000 – 8000 x g
Diameter <i>bowl</i> (mm)	Sampai 180	Sampai 60
Cara penggerakan	Digantung dari atas	Disangga dari bawah
Campuran minyak masuk	Dari bagian bawah	Dari bagian atas

2. Pentingnya *Purifier*

Purifier merupakan pesawat bantu diatas kapal yang digunakan untuk memisahkan minyak baik bahan bakar atau minyak lumas dari kotoran baik yang berupa cairan maupun kotoran-kotoran padat, dengan jalan memberikan gaya sentrifugal kepada campuran yang berbeda berat jenisnya, dan bahan bakar

merupakan faktor yang sangat penting dalam pembakaran suatu motor diesel. Pesawat *Purifier* ini sangat penting, karena banyaknya proses yang ditempuh oleh bahan bakar itu sendiri mulai dari tangki penyimpanan didarat atau pemindahan minyak dari tangki-tangki yang mengalir melalui pipa-pipa saluran yang dapat mempengaruhi (membawa) kotoran-kotoran yang berbentuk lumpur, air, partikel kecil (pasir) serta benda-benda asing lainnya yang mengalir ikut bersama minyak tersebut.

Hal ini tidaklah diinginkan namun sulit untuk dihindari. Kenyataan ini menyebabkan manusia berupaya untuk menciptakan alat yang berfungsi untuk mengatasi kotoran-kotoran dan air yang ada, agar tidak ikut bersama bahan bakar masuk ke dalam silinder motor untuk pembakaran dan terciptalah suatu alat yang dapat memisahkan minyak dengan kotoran-kotoran dan air, yang disebut separator (*purifier*).

Telah diketahui bahwa bahan bakar adalah media pembakaran vital dari presentasi suatu mesin, sehingga pengadaan bahan bakar yang bersih sangat diperlukan agar tidak menemui kesulitan-kesulitan dalam pengoperasian kelancaran pelayaran suatu kapal. Terutama untuk kapal-kapal yang menggunakan minyak berat sebagai bahan bakar yang bermutu (berkualitas baik). Jika bahan bakar dalam silinder yang mengandung air dan kotoran-kotoran, ini akan menghambat pembakaran dalam silinder dan akan mengurangi tenaga motor induk. Sehingga untuk mengatasi masalah yang ada dibuatlah suatu pesawat *purifier*, peranan *purifier* didalam pengoperasian mesin diesel dikapal sangat penting sekali, dengan adanya pesawat *Purifier* maka kebutuhan

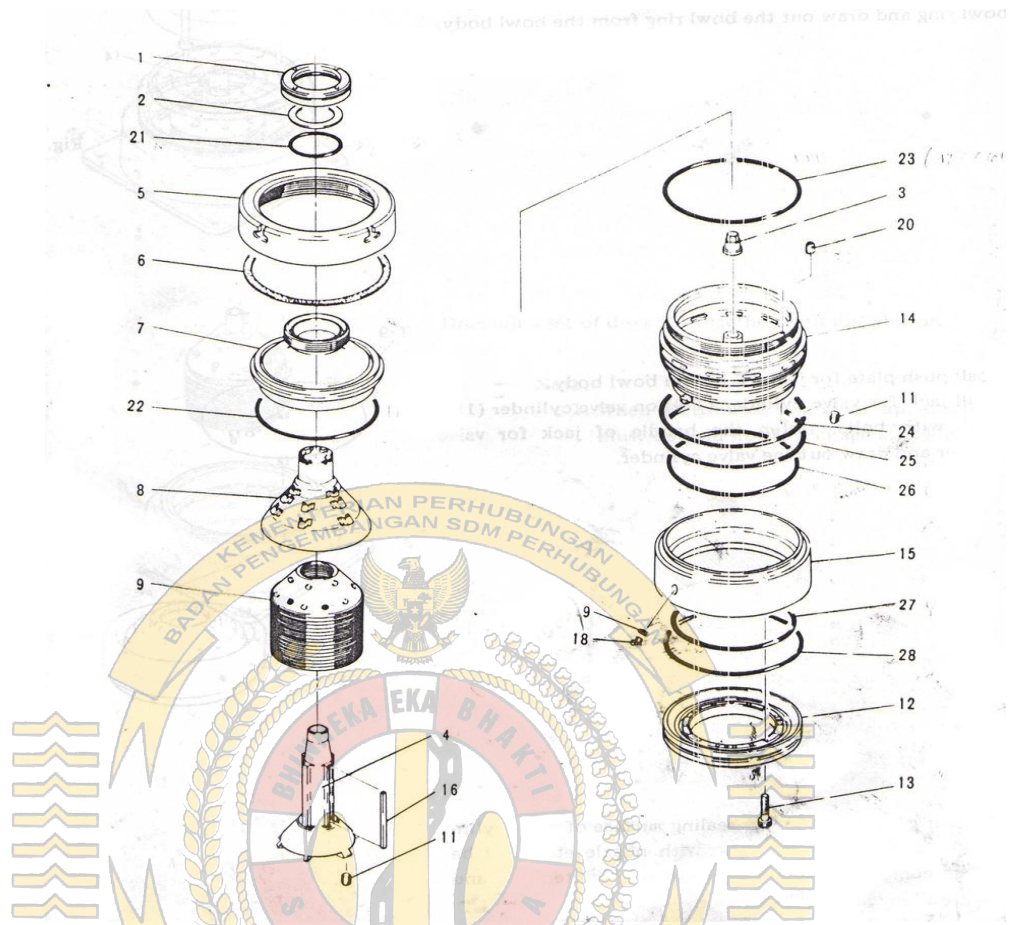
akan bahan bakar dan minyak pelumas yang bersih dapat tersedia dengan mudah dan cepat, sehingga untuk proses pengoperasian mesin induk berjalan lancar.

3. Pemilihan Grafity Disc

Berdasarkan *instruction manual book Purifier SJ - 700* terdapat sebuah bagian yang disebut *gravity disc* yang mempunyai diameter yang telah ditentukan, bagian *gravity disc* untuk pemisahan air dapat digunakan untuk pemisahan minyak dengan air dengan cara menggunakan perbedaan *spesific grafity* dengan minyak dan air dimana air mempunyai berat jenis yang lebih besar dibanding berat jenis minyak, dan untuk mendapatkan purifikasi yang sempurna dalam pemilihan *grafity disc* harus dengan diameter yang tepat (sesuai dengan *instruction manual book*). Untuk itu pemasangan pemasangan bisa dilihat pada gambar berikut.

Tabel 2.2 Bagian-Bagian

No.	Name of item	No.	Name of item
1	Disc nut	11	Knock pin
2	Gravity disc	12	Bowl ring
3	Cap nut	13	Socket cap screw
4	Distributor	14	Bowl body
5	Bowl nut	15	Valve cylinder
6	Main seal ring	16	Key
7	Bowl hood	17	(blank)
8	Top disc	18	Plug screw with nozzle
9	Disc	19	Sheet packing
10	(Blank)	20	Knock pin
No.		Name of item	
21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28		O ring	



Gambar 2.5 Urutan Bagian-Bagian Dari Disc dan Bowl

Tipe-tipe *grafity disc* pada *Purifier* harus sesuai berdasarkan diameter dalam pada *grafity disc* tersebut, seperti yang digambarkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.3 Diameter

Inside Dia. Of Grafity Disc (mm)	52	53.5	55	56.5	58	60	62	64	67
Density Rasio po.t / p w.t	0.960 ~	0.955 ~	0.940 ~	0.926 ~	0.905 ~	0.890 ~	0.899 ~	0.840 ~	0.815 ~
	0.956	0.941	0.927	0.906	0.891	0.867	0.841	0.816	0.775

Untuk perawatan temperature bahan bakar yang sesuai pada *Purifier* dapat dilihat pada buku panduan MFO *Purifier (instruction manual book)* yaitu untuk bahan bakar MFO adalah $90^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$ atau pada saat kapal bongkar suhu untuk temperature pada *Purifier* bisa disamakan dengan suhu kamar mesin, karena pada suhu kamar mesin saat bongkar yaitu $41^{\circ}\text{C} \sim 43^{\circ}\text{C}$.

Pada kenyataannya bahwa water sealing dalam drum pemisah tidak dapat dihilangkan, sehingga minyak tidak dapat mendekati dinding badan drum dan minyak akan tertinggal di sekeliling bagian luar dari leher *cover*, jika peristiwa ini terjadi dikarenakan pemilihan *grafity disc* yang tidak tepat maka minyak akan mengalir keluar pada sekeliling dari sepanjang leher *cover* bersama air dan kemudian water sealing hilang. Ketika pemilihan temperatur untuk pemisahan minyak, dan *specific grafity* minyak atau MFO untuk purifikasi pada pemberian temperatur yang diketahui.

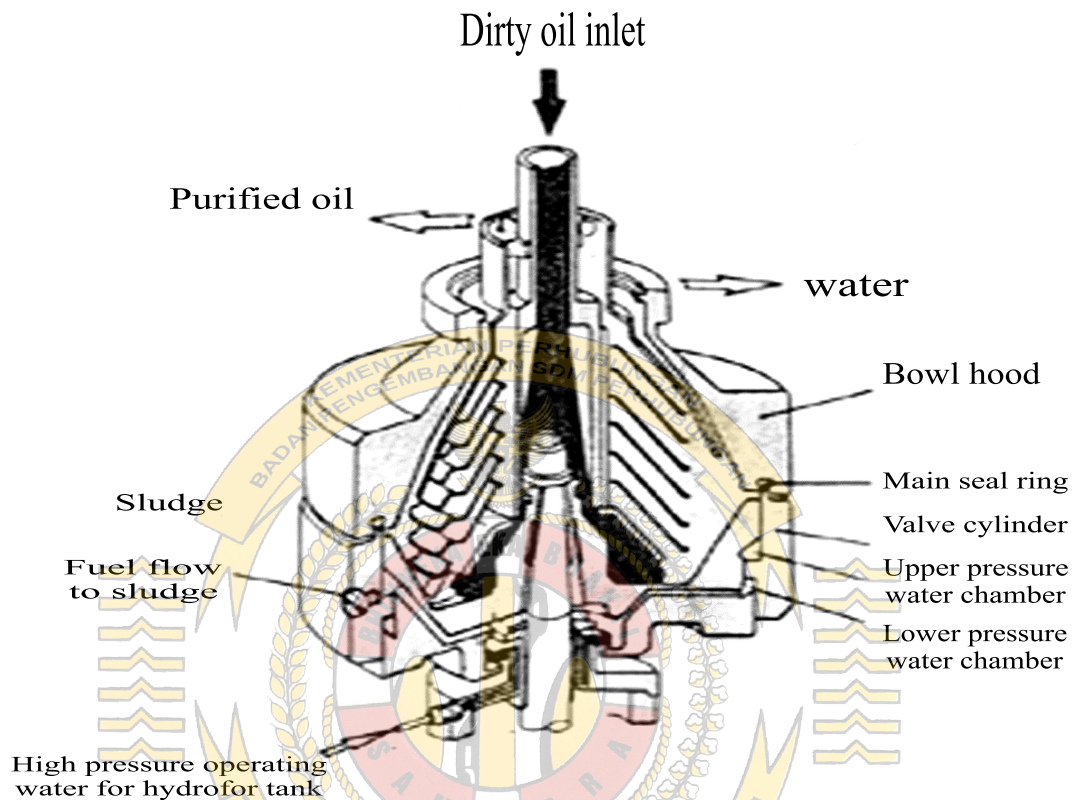
4. Proses Kerja *Purifier*

Adapun proses kerja dari pesawat *Purifier* ini adalah sebagai berikut :

1. Sentrifugal

Berdasarkan cara pemisahan setrifugal dalam rotasi mangkok yang cepat, gaya gravitasi diganti dengan gaya sentrifugal yang menjadi ribuan kali lebih besar, disamping dengan cara pemisahan sentrifugal ada yang menggunakan sistim mengendap (gaya gravitasi) dalam tangki pengendap, yaitu memisahkan kotoran dan air dari minyak dengan memakai perbedaan *specific gravity* antara minyak, air dan kotoran, yang mana kotoran dan air yang mempunyai berat jenis yang lebih besar dari berat jenis minyak

terlempar lebih jauh sehingga cara sentrifugal lebih cepat dan dapat memisahkan dengan baik.



Gambar 2.6 Proses Kerja Purifier

Dari gambar diatas dapat kita terangkan bahwa *bowl* tersebut mempunyai dua saluran keluar, proses aliran cairan melalui pusat dan keluar dibawah distributor. Ciran mengalir dan dibagi sesuai dengan jarak antara mangkok dimana *fase liquid* atau cairan dipisahkan satu sama lain oleh aksi gaya sentrifugal. Akibat gaya sentrifugal, cairan yang berat (lumpur, air dan sedimen padat) akan terlempar lebih jauh dari titik pusatnya, karena berat jenisnya lebih besar dan menuju kebawah tempat sedimen berkumpul.

Sedangkan minyak yang telah dipisahkan dari kotoran akan menjadi ringan karena perbedaan berat jenis, kemudian minyak bersih tersebut akan mengalir dibagian atas plat-plat yang berbentuk kerucut selanjutnya minyak

tersebut akan terdorong naik menuju saluran keluar minyak bersih, sedangkan air dan kotoran lainnya mengalir keatas menuju saluran keluar yang letaknya dibawah saluran keluaran minyak bersih. Dengan cara pemisahan tersebut, maka tidak akan lagi terjadi percampuran minyak dengan air dan kotoran-kotoran.

Dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa fungsi dari pesawat *Purifier* adalah untuk memisahkan antara bahan bakar dari air dan kotoran. Sehingga didapatkan bahan bakar yang bersih dan dapat dipergunakan dengan baik untuk pengoperasian mesin diesel generator.

2. Purifikasi

Proses purifikasi (pemisahan) bahan bakar yang sempurna dari sedimen padat dan kadar air yang ada didalam bahan bakar, harus memenuhi persyaratan-persyaratan yang tersebut dibawah ini, yaitu :

a. Persyaratan sentrifugal

Untuk dapat memberikan percepatan sentrifugal adalah dengan memperbesar garis tengah dari *bowl* dan juga dapat menambah kecepatan sudutnya dari jumlah putaran, tetapi semua ini ada batas-batasnya, karena adanya tekanan bahan bakar yang timbul dalam dinding sentrifugal yang berputar pada kecepatan keliling yang tinggi untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan.

b. Bahan bakar dalam *bowl*

Kita mengusahakan agar cairan bahan bakar yang masuk kedalam alat pemisah tidak melebihi beban yang terlalu berat, sehingga dengan demikian proses pemurnian bahan bakar akan bekerja lebih sempurna.

c. Pemisahan bahar bakar dan kotoran serta air

Untuk memenuhi syarat yang ketiga cairan dibagi-bagi dengan menggunakan plat-plat yang berbentuk kerucut yang disebut *disc*. Alat ini berjumlah banyak dan tersusun, masing-masing plat terdapat *clearance* tipis dan rata, sehingga kotoran-kotoran akan menempel pada plat tersebut.

d. *Separator*

Berputarnya separator dengan lancar dan terdengar sangat halus akan terasa pada bearing atau spiral gear. Ini juga berpengaruh bila dihubungkan dengan motor penggerak *gear*. Dan bila separator tidak berputar dengan lancar dimungkinkan bearing mengalami kekocakan, hal ini diakibatkan karena kedudukan (rumah) *bearing* membesar maka spindle tampak bergeser atau tidak center bila bergerak.

Disamping terdengar suara yang bisung dan kasar, getaran ini juga dapat menimbulkan kerusakan pada komponen yang lainnya, hal ini dapat dilihat pada ampere meter yang tampak bergerak tidak normal akibat beban yang terlalu berat.

e. *Sealing water*

Sebelum melakukan pengoprasian *Purifier*, water sealing harus di masukkan dalam drum assembly saat *Purifier* beroperasi pertama kali yang berguna untuk mengangkut keluar sisa-sisa kotoran yang masih berada dalam *disc bowl* yang diakibatkan oleh banyaknya bahan bakar kotor yang masuk dalam *Purifier*, sehingga jika *disc bowl* bersih dari kotoran maka, purifikasi dalam separator bisa berjalan lebih sempurna.

f. *Bowl*

Bowl is composed of bowl body, bowl hood, and bowl nut which form a container. In the inside of bowl, the separation chamber composed of discs and top disc, and distributor leading dirty oil from the inlet of bowl to separation chamber has been incorporated.

Pada *bowl* kadang-kadang tidak berputar dengan normal dan suara terdengar sangat kasar atau tidak halus. Hal ini dapat disebabkan oleh rem atau *brake* masuk (menekan poros horisontal motor), akibatnya *bowl* akan sulit berputar, sehingga beban motor akan bertambah atau ampere naik, maka MCB (*Magnetic Contactor Breaker*) pada *switch starter* akan jatuh. Untuk itu perlu diadakan pengecekan ulang pada setiap bagian *purifier* sebelum menjalankan.

g. Kebersihan *disc*

Akibat dari gaya sentrifugal pada proses purifikasi, lumpur dan sedimen padat yang berat jenisnya lebih besar dari pada berat jenisnya bahan bakar akan terlempar keluar, dan bahan bakar bersih mengalir ke bagian dalam *disc* menuju ke saluran keluar minyak bersih.

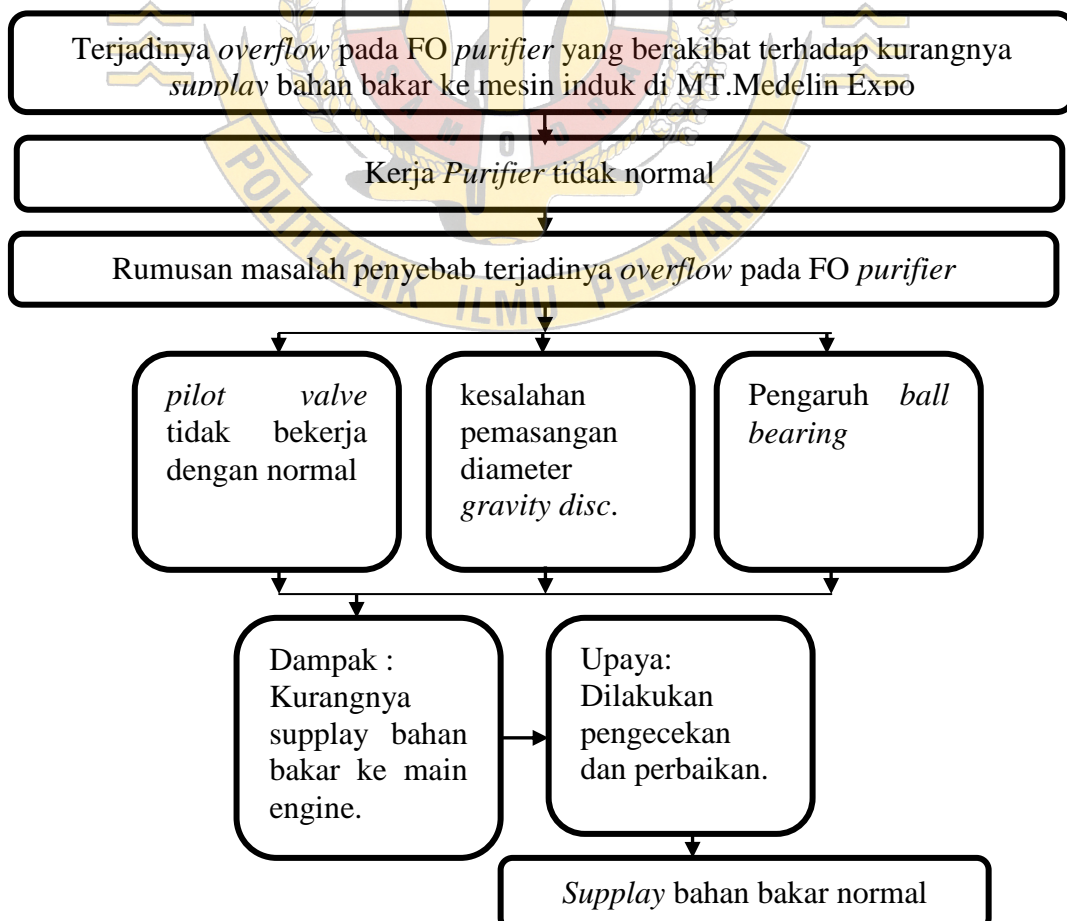
Kotoran yang terlempar keluar akan menempel dan tertampung pada dinding *bowl* bagian dalam dan sebagian pada sela-sela *disc*, pada saat blowing tidak seluruh kotoran tersebut dapat bersih sempurna, sehingga masih ada sisa-sisa endapan kotoran yang menempel pada dinding *bowl* bagian dalam dan sela-sela *disc*, untuk itu perlu dilakukan pembersihan secara manual pada bagian tersebut, sehingga proses purifikasi atau pemurnian dapat berjalan sempurna.

5. Perawatan Purifier

Perawatan pada *Purifier* dikawal mempunyai tujuan, yaitu antara lain : memperpanjang usia pakai, jumlah bahan bakar yang masuk dan keluar normal, membersihkan kotoran–kotoran pada *bowl disc*, tekanan bahan bakar normal.

Perawatan sebaiknya mempunyai pola yang terencana dan teratur, artinya harus memilih waktu yang tepat dan jenis perawatan apakah yang harus kita lakukan terhadap pesawat *purifier* tersebut. Pola perawatan dapat berupa perawatan pada saat *Purifier* beroperasi, berhenti, maupun berdasarkan *running hour* (jam kerja), selain itu perlu juga mempertimbangkan suku cadang yang tersedia.

B. Kerangka Pemikiran



Segala sesuatu yang digunakan pasti akan mengalami kerusakan, hal ini juga pada semua jenis permesinan ataupun pesawat, jika digunakan juga akan mengalami kerusakan dan kesalahan yang mungkin bisa terjadi meskipun pabrik pembuatnya sudah melakukan pengawasan dan melakukan uji coba semua peralatan barang produksinya dengan baik sebelum sampai pada konsumennya.

Hal yang paling penting dalam hal ini ada beberapa sebab, misalnya perawatan yang kurang memenuhi syarat atau juga kesalahan pengoperasian dalam jangka waktu tertentu, sehingga menimbulkan kerusakan pada pesawat *Purifier* tersebut. Jadi untuk mempercepat menentukan lokasi kesalahan atau kerusakan pada pesawat *Purifier*, maka pada instruksi buku manual sudah disusun langkah-langkah untuk mencari kesalahan disertai gambar dan cara menanggulangnya dengan di dasari pengetahuan yang cukup tentang cara kerja bagian demi bagian pesawat *Purifier* tersebut, maka akan memudahkan operator yang khususnya masinis yang menangani pesawat *purifier*.

C. Definisi Operasional

Menurut manual book untuk memudahkan pemahaman dalam menggunakan istilah – istilah yang berhubungan dengan pesawat *purifier*, dapat dijelaskan:

1. *Sealing water* adalah air yang dimasukkan sebelum *purifier* dijalankan supaya minyak tidak langsung terbuang keluar.
2. *Purifier* adalah suatu pesawat yang berfungsi untuk memisahkan kotoran dan air dalam bahan bakar berdasarkan gaya sentrifugal.

3. *Purifier operation* adalah pengoperasian pemisahan menjadi tiga *fase* yaitu pemisahan kandungan minyak, air dan zat padat.
4. *Specific gravity* adalah massa air persatuan volume dibanding dengan massa pada volume yang sama, nilainya berubah sesuai dengan temperaturnya.
5. *Viscositas* (kekentalan) adalah ukuran dari perlawanan suatu bahan bakar cair untuk mengatur gaya perlawanan cairan terhadap arah aliran. Satuan *Cst (centistokes)* = $0,01 \text{ cm}^2/\text{detik}$.
6. Density adalah massa persatuan volume dalam kg/m^3 pada suhu 15°C
7. *Feed liquid* adalah minyak yang belum dibersihkan dalam *purifier*.
8. *Heavy liquid* adalah kandungan air dan kandungan berat yang terpisah dari minyak.
9. *Light liquid* adalah minyak hasil *purifikasi*.
10. *Sludge* adalah zat padat yang terkumpul didalam *bowl* .
11. *Bowl* adalah tempat dimana minyak dan kotoran dipisahkan.
12. *Interface* adalah lapisan batas antara fase berat (air) dan *fase* ringan (minyak) dalam mangkuk pemisah.
13. *Gravity Disc*
Berfungsi untuk memisahkan zat cair yang berlainan berat jenisnya pada bahan bakar sesuai spesifik *gravity* yang telah ditentukan.
14. *Bowl Disc*
Piringan-piringan yang berfungsi sebagai pemisah minyak, air dan kotoran menurut struktur dan susunan dari mangkuk tersebut.

15. *Screw with Hole pada Bowl body*

Berfungsi untuk mengalirkan *closing water / air* penutup pada *bowl* body sehingga *slidding bowl bottom* terdorong atau terangkat.

16. *Sliding Bowl bottom*

Berfungsi untuk membuka kemudian membuang kotoran-kotoran yang ada didalam *bowl* lewat *sludge port*

