

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Pengertian *Purifier*

Menurut tim PIP Semarang (tanpa tahun:42), bahwa *Separator* dibagi menjadi dua yaitu *Clarifier* dan *Purifier* dimana *Clarifier* adalah pesawat bantu yang berfungsi untuk memisahkan minyak, dan sendimen kecil dengan gaya sentrifugal. Pesawat ini digunakan untuk menyempurnakan kerja dari *purifier*. Tetapi dalam hal ini yang akan dibahas adalah pesawat *purifier*.

Menurut *Jackson dan Marton (1977)*, *Purifier* adalah pesawat bantu yang berfungsi untuk memisahkan minyak, air dan kotoran dengan menggunakan gaya sentrifugal yang bekerja berdasarkan perbedaan berat jenis dan minyak, air dan kotoran, sehingga zat yang mempunyai berat jenis lebih besar akan dahulu terlempar keluar. Pesawat *purifier* bekerja berdasarkan gaya sentrifugal dalam rotasi mangkuk yang sangat cepat, gaya gravitasi akan diganti dengan gaya sentrifugal yang menjadi ribuan kali lebih besar. Dari peningkatan ribuan kali lebih besar adalah pada bagian *bowl purifier* ini bekerja karena perbedaan berat jenis yang terjadi antara minyak, air dan lumpur. Maka lumpur dengan berat jenisnya lebih besar akan terlempar lebih jauh dari pada air dan minyak karena gaya

sentrifugal. Gaya sentrifugal disini berfungsi untuk pemisahan minyak, air dan lumpur.

## 2. Prinsip Pemisahan Minyak

Menurut Sarifuddin Rowa (2002: 32) “prinsip pemisah minyak” bahwa prinsip pembersihan minyak terdiri dari beberapa jenis, hal ini disebabkan karena perbedaan berat jenis (BJ) zat cair tersebut. Beberapa bentuk metode pembersihan yang sering dipakai di atas kapal, yaitu :

### a. Metode Gravitasi

Metode gaya gravitasi adalah cara pembersihan minyak dengan menggunakan gaya berat, yaitu bahan bakar dari tangki dasar berganda dialirkan ke tangki penyimpanan bahan bakar dalam waktu tertentu untuk mengendapkan air dan lumpur yang dikandung oleh bahan bakar.

### b. Metode Pembersihan Sentrifugal

Metode pemisah kotoran yang lazim disebut *separator* (*purifier*) yaitu pemisah dengan putaran untuk melakukan pemisahan antara bahan bakar dari kotoran dan lumpur yang akan mengendap di bidang sentrifugal sehingga lumpur ataupun kotoran yang mengendap akan dibuang dengan cara *blow up*.

Jika pemisahan dengan gaya sentrifugal bekerja sesuai dengan putarannya yaitu 1500-1900 rpm (putaran permenit), maka pemisahan dan pembersihannya jauh lebih besar dari pada pengendapan gravitasi bumi serta lebih efektif.

c. Metode Filter (Saringan)

Untuk pembersihan bahan bakar dengan pemakaian saringan dibagi dalam dua kali penyaringan. Ini dimaksudkan agar dapat memperoleh hasil yang maksimal, untuk setiap saringan dipergunakan untuk menyaring bagian kotoran yang besar sedangkan saringan (*super filter*) dipergunakan untuk menyaring bagian kotoran yang kecil.

3. Proses Kerja *Purifier*

Menurut *Maanen* (1983) “motor diesel kapal” prinsip kerja *purifier* adalah memisahkan minyak dari air, lumpur dan kotoran lainnya dengan gaya sentrifugal berdasarkan berat jenisnya sehingga partikel yang mempunyai berat jenis yang lebih besar akan berada jauh meninggalkan porosnya, sedangkan partikel yang mempunyai berat jenis lebih kecil akan selalu berada mendekati porosnya.

a. Sentrifugal

Cara pemisahan minyak dengan gaya sentrifugal dalam rotasi mangkok yang cepat dan pemisahan sentrifugal menggunakan sistim mengendap dalam tangki pengendap, yaitu memisahkan kotoran dan air dari minyak dengan memakai perbedaan *specific gravity* antara minyak, air dan kotoran. Objek dalam gerakan konstan cenderung berada dalam kondisi tetap. Untuk lebih jelasnya dapat diketahui dengan rumus beserta gambar mangkuk yang akan menjelaskan gaya sentrifugal dibawah ini.

Apabila pada *purifier* yang belum menggunakan peningkatan gaya sentrifugal dan masih menggunakan gaya gravitasi terhadap campuran yang berbeda berat jenisnya atau dapat dinyatakan dengan rumus:

$$F_s = \frac{\Pi}{6} D^3 (J_w - J_o) \cdot g$$

$$= \frac{\Pi}{6} \cdot m^3 \left( \frac{kg \cdot s^2}{m^3} - \frac{kg \cdot s^2}{m^3} \right) \cdot \frac{m}{s^2}$$

$$= \frac{\Pi}{6} \cdot kg$$

$$= kg.$$

Rumus di atas adalah rumus gaya sentrifugal. Hasil pemisahan dengan suatu gaya sentrifugal sehingga rumus di atas menjadi :

$$F_s = \frac{\Pi}{6} D^3 (J_w - J_o) \cdot \omega^2 \cdot r$$

$$= \frac{\Pi}{6} \cdot D^3 (J_w - J_o) \cdot \left( \frac{2\Pi}{T} \right)^2 \cdot r$$

$$= \frac{\Pi}{6} \cdot m^3 \left( \frac{kg \cdot s^2}{m^3} - \frac{kg \cdot s^2}{m^3} \right) \cdot \left( \frac{2\Pi}{s} \right)^2 \cdot m$$

$$= \frac{\Pi}{6} \cdot m^3 \left( \frac{kg \cdot s^2}{m^3} - \frac{kg \cdot s^2}{m^3} \right) \cdot 4\Pi^2 \cdot \frac{m}{s^2}$$

$$= 4\Pi^3 \cdot kg$$

= kg.

Keterangan:

a.  $F_s$  = gaya sentrifugal (kg)

b.  $R$  = jari² (m)

c.  $J_w$  = berat jenis air ( $\frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^3 \cdot \text{m}}$ )

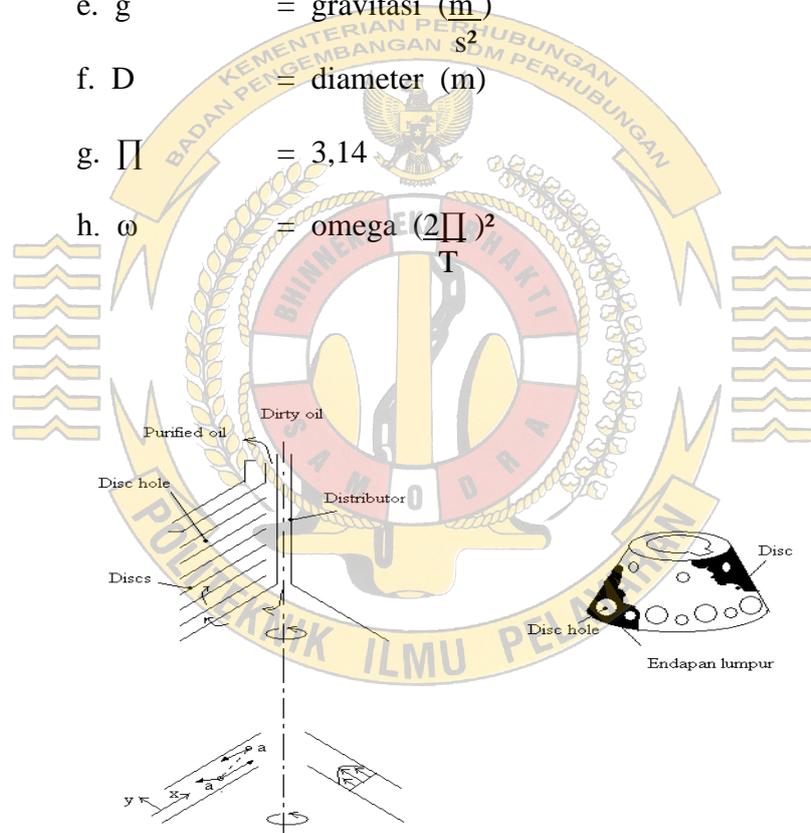
d.  $J_o$  = berat jenis minyak ( $\frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^3 \cdot \text{m}}$ )

e.  $g$  = gravitasi ( $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

f.  $D$  = diameter (m)

g.  $\Pi$  = 3,14

h.  $\omega$  = omega ( $\frac{2\Pi}{T}$ )²



Gambar 2.1 : Disk Purifier

Dari gambar di atas dapat diterangkan bahwa mangkuk tersebut mempunyai dua saluran keluar dengan proses aliran cairan melalui pusat dan keluar di bawah distributor. Cairan mengalir dan dibagi sesuai dengan jarak antara mangkuk 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 sidemen berkumpul.

Sedangkan minyak yang telah dipisahkan dari kotoran akan menjadi ringan karena perbedaan berat jenis, kemudian minyak bersih tersebut akan mengalir di bagian atas plat-plat yang berbentuk kerucut selanjutnya minyak tersebut akan terdorong naik menuju saluran keluar minyak bersih. Sedangkan air dan kotoran lainnya mengalir ke atas menuju saluran keluar yang letaknya di bawah saluran keluaran minyak bersih. Dengan cara pemisahan tersebut, maka tidak akan lagi terjadi pencampuran antara minyak dengan air dan kotoran-kotoran.

Dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa fungsi dari pesawat *purifier* adalah untuk memisahkan antara cairan bahan bakar dari kotoran dan air, sehingga didapatkan bahan bakar yang bersih dan dapat dipergunakan dengan baik untuk pengoperasian mesin induk.

## b. Purifikasi

Proses purifikasi (pemisahan) bahan bakar yang sempurna dari sedimen padat dan kadar air yang ada di dalam bahan bakar harus memenuhi persyaratan-persyaratan.

### 1) 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.

Dengan ini dibuatlah bahan-bahan khusus *bowl*, dari sentrifugal yang telah dicoba dengan kecepatan jauh lebih tinggi dari kecepatan kerjanya.

### 2) 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 pemisahan cairan akan berjalan lebih sempurna.

### 3) Pemisahan bahan bakar dan kotoran serta air

Untuk memenuhi syarat yang ketiga cairan dibagi menggunakan plat-plat yang berbentuk kerucut yang disebut

*bowl*. Alat ini berjumlah banyak dan tersusun, masing-masing plat terdapat *clearance* tipis dan rata, sehingga kotoran-kotoran akan menempel pada plat tersebut.

#### 4) *Cycling Purifier*

Putaran *purifier* lancar dan terdengar sangat halus akan terasa pada *bearing* atau *spiral gear*. Ini juga berpengaruh jika dihubungkan dengan motor penggerak *gear*, dan bila *purifier* 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.

Akibat timbulnya suara yang bising 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 sehingga mengakibatkan getaran yang berlebihan.

#### 5) *Sealing water*

Sebelum melakukan pengoperasian *purifier* yang pertama adalah *water sealing* harus dimasukkan 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 proses purifikasi dalam *purifier* bisa berjalan lebih sempurna.

Pesawat *purifier* ini sangat penting, karena banyaknya proses yang ditempuh oleh bahan bakar itu sendiri mulai dari tangki penyimpanan di darat atau pemindahan minyak dari tangki-tangki yang mengalir melalui pipi-pipa saluran yang dapat mempengaruhi (membawa) kotoran-kotoran yang berbentuk lumpur, air, partikel kecil (pasir) serta benda-benda asing lainnya yang mengalir ikut bersama-sama minyak tersebut.

Menurut buku yang berjudul Pesawat Bantu tim penyusun PIP Semarang (2005:42), cairan mengalir dan dibagi sesuai dengan jarak antara mangkuk dimana *fase liquid* atau cairan dipisahkan 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 ke atas dibagian atas plat-plat yang berbentuk kerucut (*bowl*), air dan kotoran lainnya seperti lumpur, pasir dan *sedimen* mengalir ke atas menuju saluran keluar yang letaknya dibawah saluran keluaran minyak bersih.

#### 4. Cara Pembersihan Minyak

- a. Filterisasi atau penyaringan

Cara tersebut dilakukan untuk menyaring butiran-butiran dari endapan yang terkandung dalam minyak. Butiran-butiran tersebut bisa berupa pasir atau karat yang tercampur, tetapi saringan tidak dapat memisahkan air dan minyak. Saringan pada sistem bahan bakar pada umumnya menggunakan *type wire gauze* yang dibuat dengan lubang kasar atau halus, tergantung dari posisi unit saringan pada sistem bahan bakar. *Filter* lubang kasar biasanya digunakan untuk minyak yang dingin dan *filter* dengan lubang halus digunakan untuk minyak yang telah dipanaskan. Saringan-saringan ini harus dibersihkan secara teratur agar aliran bahan bakar lancar dan saringan berfungsi dengan baik.

b. Penambahan *Chemical* (bahan kimia)

Penambahan bahan kimia dilakukan untuk menjaga agar partikel-partikel pada minyak tidak mengendap pada tanki penampungan dan tetap melayang sehingga dapat dibersihkan pada *purifier*, serta menetralkan kadar belerang pada minyak untuk mencegah terjadinya korosi pada klep dan pipa gas buang mesin induk.

c. Menggunakan Tangki Pengendap

Dengan menggunakan gravitasi bumi dan berdasar pada berat jenis masing-masing zat, maka air, lumpur yang lebih berat akan berada di bawah, dan minyak yang lebih ringan akan berada di atas, dan dibantu dengan pemanasan. *MFO* dipanaskan 50°C

guna mempercepat pemisahan antara minyak dan air, kemudian air dan lumpur tersebut dicerat /dibuang.

d. Menggunakan *Purifier*

*Separator* merupakan cara yang paling *efektif* dibanding dengan cara-cara yang lainnya, karena *purifier* menggunakan gaya sentrifugal dan gaya sentrifugal tersebut adalah 10.000 kali lebih besar dibanding dengan gaya tarik bumi atau gravitasi bumi, sehingga dengan cara ini dapat memisahkan antara lumpur, minyak dan air dengan cepat.

5. Jenis-Jenis Bahan Bakar

Menurut *Burghart Kingslei* (1984 : 47) ada bermacam - macam jenis bahan bakar yang dipisahkan menggunakan pesawat purifier untuk keperluan mesin diesel dimana bahan bakar tersebut sudah terpisah menurut kelasnya masing – masing sehingga antara satu dengan yang lainnya memiliki sifat dan kualitas yang berbeda. Adapun jenis – jenis bahan bakar mesin diesel yaitu:

a. HSD (*High Speed Diesel Oi*)

Bahan bakar HSD ini mempunyai kelas destilasi paling tinggi atau yang prima, bahan bakar ini sangat bersih dan bahan bakar ini mempunyai rating antara 40 dan 65. HSD lebih encer dibandingkan dengan MDF dan MFO.

b. MDF (*Marine Diesel Fuel*)

Jenis bahan bakar ini diperoleh dari hasil destilasi minyak bumi dengan cara menggunakan selisih titik didih dari ikatan yang terdalem dari minyak bumi. Beberapa dari produk destilasi yang terpenting adalah gas yang mudah terbakar, kemudian produk cairan seperti bensin, minyak gas, dan minyak diesel atau MDF. Bahan bakar ini sangat bersih dimana bahan bakar ini mempunyai rating antara 40 dan 65.

c. MDO (*Marine Diesel Oil*)

Jenis bahan bakar ini mempunyai sifat yang sama dengan HSD *Oil*, bahan bakar ini sangat bersih sehingga dapat langsung digunakan pada mesin diesel dan bahan bakar ini sangat baik untuk mesin-mesin diesel putaran tinggi.

d. MFO (*Marine Fuel Oil*)

Jenis bahan bakar ini mempunyai kekentalan (viskositas) antara 0,9-1 SAE atau bahkan lebih, sehingga pada penggunaannya harus mengalami beberapa proses terlebih dahulu seperti proses pemanasan dan pembersihan dengan menggunakan pesawat *purifier*. Apabila sudah melewati proses-proses tersebut dan bahan bakar sudah dinyatakan bersih maka bahan bakar itu dapat langsung digunakan. Bahan bakar dinyatakan memiliki mutu dan kualitas yang baik apabila memenuhi sifat-sifat bahan bakar dan syarat-syarat dari injeksi bahan bakar.

1). Sifat-Sifat Bahan Bakar.

a). Kepekatan

Kepekatan pada bahan bakar diartikan dengan perbandingan antara massa dari suatu volume yang sama. Kepekatan merupakan sebuah angka tanda dimensi, dan sangat penting sekali dalam rangka ruangan simpan yang dibutuhkan dan untuk pembersihan dengan bantuan separator sentrifugal. Kepekatan dinyatakan pada suhu  $15^{\circ}\text{C}$ .

b). Viskositas

kekentalan bahan bakar ditentukan dengan cara sejumlah bahan bakar tertentu dialirkan melalui sebuah lubang yang telah dikalibrasi dan menghitung waktu mengalir bahan bakar tersebut. Satuan viskositas adalah *centistoke* (cst). Hingga akhir-akhir ini viskositas dari bahan bakar sering dinyatakan dalam *centistoke* pada  $50^{\circ}\text{C}$  pada spesifikasi terbaru disarankan pada  $40^{\circ}\text{C}$ , bahan bakar residu pada  $80^{\circ}\text{C}$ . Suhu-suhu tersebut lebih sesuai dengan suhu kerja.

c). Titik Nyala

Merupakan suhu terendah dalam  $^{\circ}\text{C}$  yang mengakibatkan suatu campuran bahan bakar dan udara dalam sebuah bejana tertutup menyala dengan sebuah nyala api. Titik nyala ditentukan dengan sebuah pesawat

dari *Pensky Mertens* (PM), dengan mangkuk tertutup, dan sangat penting sekali dalam persyaratan undang-undang yang menjamin perawatan aman dari bahan bakar di atas kapal.

Pesawat *purifier* ini sangat penting, karena banyaknya proses yang ditempuh oleh bahan bakar itu sendiri mulai dari tangki penyimpanan di darat atau dari 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-sama 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 kedalam silinder motor untuk pembakaran. Dan terciptalah suatu alat yang dapat memisahkan minyak dengan kotoran-kotoran dan air, yang disebut *purifier*.

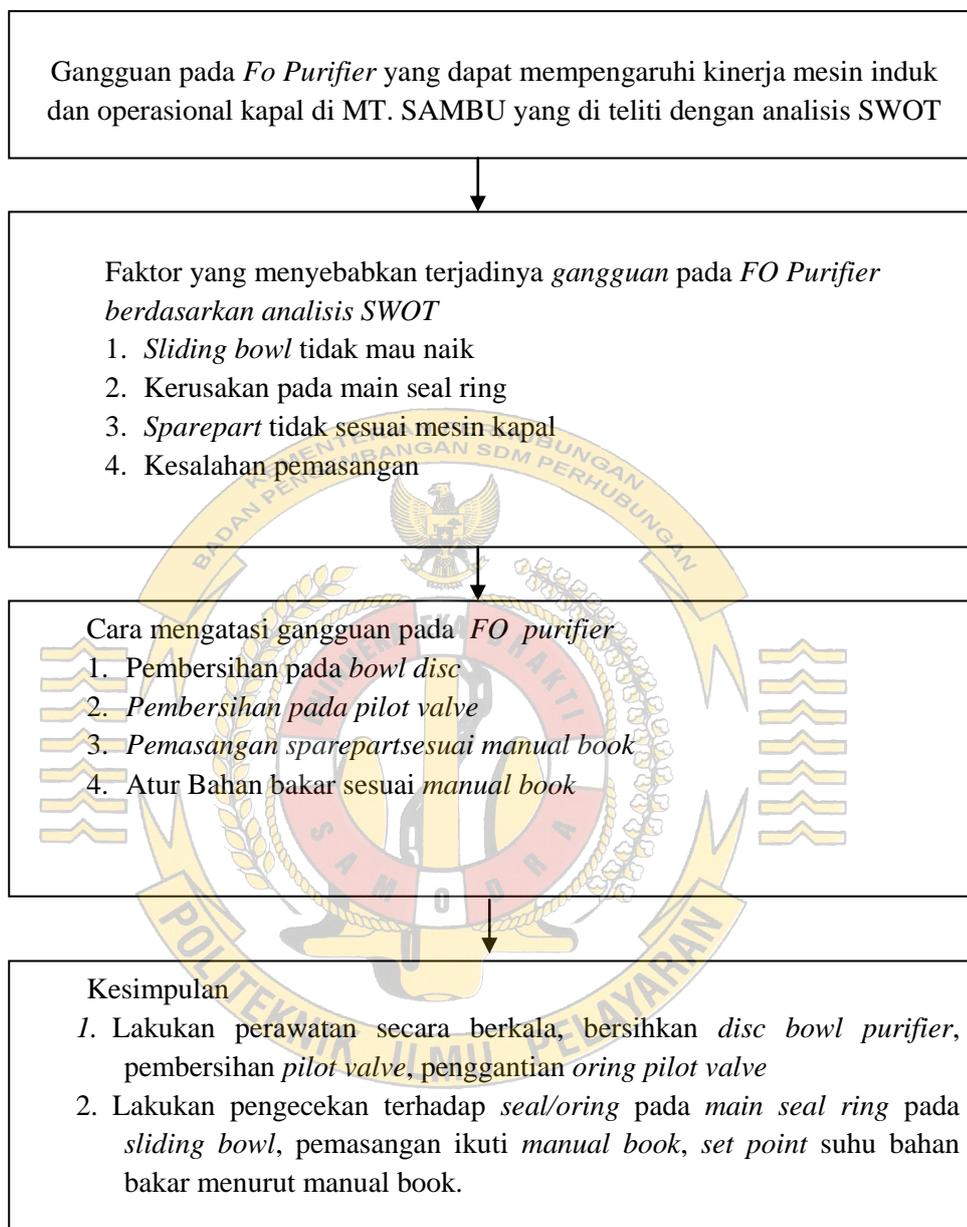
## B. Definisi Operasional

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. *Viscositas* (kekentalan) adalah ukuran dari perlawanan suatu bahan bakar cair untuk mengatur gaya perlawanan cairan terhadap arah aliran. Satuan *Cst (centistokes)* =  $0,01 \text{ cm}^2/\text{detik}$ .
3. *Bowl* adalah tempat dimana minyak dan kotoran dipisahkan.
4. *Gravity Disc* adalah untuk memisahkan zat cair yang berlainan berat jenisnya pada bahan baker sesuai spesifik *gravity* yang telah ditentukan.
5. *Bowl Disc* adalah piringan-piringan yang berfungsi sebagai pemisah minyak, air dan kotoran menurut struktur dan susunan dari mangkuk tersebut.
6. *Sliding Bowl bottom* adalah part dalam *purifier* untuk membuka kemudian membuang kotoran-kotoran yang ada didalam *bowl* lewat *sludge port*.
17. *Sludge Space* adalah tempat dimana kotoran-kotoran terkumpul.
18. *Sludge Port* adalah bagian *purifier* untuk membuang kotoran-kotoran melalui lubang pembuangan melalui *sludge tank*.

### C. Kerangka Pikir



Gambar 2.2 : Kerangka Pikir