

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Pada Tinjauan Pustaka ini Penulis memaparkan tentang teori dasar *Fuel Oil Purifier*, diantaranya adalah prinsip dasar pemisahan bahan bakar, peranan *interface* bahan bakar dan air dalam proses pemisahan, pemilihan *gravity disc* yang berperan dalam persiapan pengoperasian, hal yang perlu diperhatikan selama pengoperasian, dan bagian *Fuel Oil Purifier*.

1. Tinjauan Teori

Purifier dipakai untuk mempersiapkan minyak *bunker*, atau minyak lumas (Taylor, 1996:153).

Pemisahan kotoran dan air dari bahan bakar minyak sangat penting untuk pembakaran yang baik. Pengangkatan kotoran yang terkontaminasi dari bahan bakar (*Fuel Oil*) akan mengurangi kinerja mesin induk yang memungkinkan pembakaran tidak sempurna.

Fuel Oil Purifier adalah pesawat pemisah bahan bakar yang berfungsi untuk memisahkan bermacam kontaminasi pada bahan bakar seperti kandungan lumpur, dan air.

Meningkatnya perbedaan masa jenis antara air dan bahan bakar dengan peningkatan densitas dan biasanya terkontaminasi dengan denda katalitik. Ini adalah partikel kecil dan katalis yang digunakan dalam proses pemurnian (purifikasi) (Taylor, 1996:157).

Berikut ini adalah pemahaman dasar yang terkait dengan sistem dan pengoperasian *Fuel Oil Purifier*:

a. Prinsip dasar pemisahan minyak

Ada dua persyaratan dalam proses pemisahan minyak, yaitu untuk memisahkan partikel padat dari minyak dan untuk memisahkan minyak dari cairan yang berbeda masa jenis, seperti kandungan air dari minyak lumpur. Sedangkan dalam proses pemisahan minyak lumpur itu sendiri terbagi dalam dua jenis proses yaitu:

1) Pemisahan oleh gravitasi

Ketika minyak ditempatkan dalam tangki dan disimpan dalam periode tertentu, maka pemisahan oleh gravitasi akan berlangsung kecuali jika minyak tersebut sudah tercampur atau sudah terjadi proses emulsi.

Pada bahan bakar, endapan seperti lumpur, kotoran dan air akan mengendap pada bagian dasar tangki, dan bahan bakar paling atas.

Pemisahan jenis ini di kapal biasanya terjadi pada Tangki Endap minyak dan Tangki Settling. Karena perbedaan masa jenis minyak dan zat kontaminasinya sangatlah rendah, maka proses pemisahan ini akan membutuhkan waktu yang sangat lama dan tidak mampu memproduksi minyak dengan waktu yang memenuhi persyaratan untuk digunakan pada sistem permesinan (N E Chell, 1999 : 140)

2) Pemisahan dengan gaya sentrifugal

Pemisahan minyak dengan gaya sentrifugal terjadi pada *Purifier*. Gaya sentrifugal merupakan kebalikan gaya sentripetal yaitu gaya

sentrifugal ini adalah gaya melempar keluar dari pusat putaran. Pada *Fuel Oil Purifier* terdapat *bowl* yaitu wadah berbentuk mangkok tertutup yang pada wadah ini diisi dengan minyak lumas dan ditambahkan air sebagai pembentuk batas atau *interface* yang berfungsi untuk memudahkan proses pemisahan dari zat yang memiliki masa jenis lebih besar dari minyak lumas. *Bowl* ini berputar dan menimbulkan gaya sentrifugal, gaya sentrifugal inilah yang berperan sebagai gaya pemisah yang melemparkan partikel dengan masa jenis lebih besar ke sisi terluar *bowl*, sedangkan zat yang masa jenisnya lebih kecil terkumpul pada sisi tengah *bowl*, yaitu minyak lumas.

Metode pemisahan dengan gaya sentrifugal sangat berguna ketika perbedaan masa jenis air dan minyak yang tercampur sangatlah kecil. Gaya pemisah atau *separation force* berbanding lurus dengan kecepatan putar *bowl*. Meskipun begitu, hanya partikel yang tidak larut dalam minyak saja yang dapat dipisahkan melalui gaya sentrifugal, minyak gas tidak dapat dipisahkan dengan gaya sentrifugal sebagaimana garam dipisahkan dari air laut dengan gaya sentrifugal. Air dapat dipisahkan dari minyak karena air dan minyak tidak membentuk larutan sempurna. Selanjutnya, harus ada perbedaan pada masa jenis dari benda sebelum dapat dipisahkan dengan gaya sentrifugal.

Pada *Fuel Oil Purifier*, air dalam proses pemisahan dibuang melalui saluran keluar air atau *water outlet*, minyak bersih

dikeluarkan melalui saluran keluar minyak bersih atau *clean oil outlet*, dan partikel padat atau kotoran tetap berada di dalam *bowl*. Proses pemisahan dengan gaya centrifugal sangat dipengaruhi oleh besarnya partikel atau zat, viskositas cairan, dan lamanya proses sentrifugal yang terjadi dalam pemisahan. Pada umumnya, semakin besar perbedaan masa jenis antara zat yang akan dipisahkan dan semakin rendahnya viskositas, maka dalam kejadian pemisahan minyak lumas akan lebih besar tingkat pemisahannya.

b. Pentingnya *interface* minyak dan air dalam proses pemisahan

Dalam pemisah konvensional yang beroperasi dalam mode pemurni, adalah penting bahwa *interface* minyak/air berada dalam posisi yang benar untuk memungkinkan pemisahan yang efisien. Ini dikendalikan dengan menggunakan *gravity disc* atau cincin pengatur. Ada juga faktor lain yang mempengaruhi pemisahan yang baik, menentukan pemilihan *gravity disc* yang benar, berdasarkan pada densitas minyak dan suhu yang terpisah. Harus diingat bahwa perbedaan kepadatan minyak dan air lebih besar pada temperatur yang lebih tinggi, oleh karena itu, suhu pemisah harus tetap terjaga yaitu berkisar 90-95 °C.

c. Pemilihan *gravity disc*

Guna mencapai hasil pemisahan optimal dengan *Purifier, interface* antara minyak dan air di dalam *bowl* harus di luar tumpukan *disc* tetapi masih di dalam dari tepi terluar dari *top disc* (*disc* paling atas). Posisi dari *interface* dipengaruhi oleh viskositas dari minyak dan diatur dengan

penggunaan *gravity disc*. *Gravity disc* yang tepat didefinisikan sebagai *disc* terbesar yang mencegah tembusnya batas air (N E Chell, 1999 : 143).

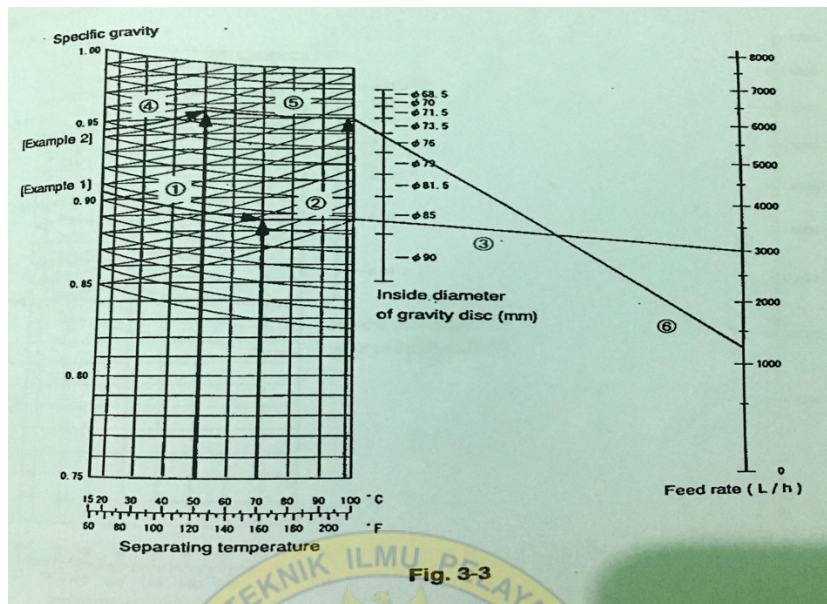
Table 2.1 Diameter *gravity disc* pada model *selfjector*

Mode	Inside diameter of gravity disc										
SJ10F	68,5	70	72	74	77	80					
SJ15F	68,5	70	72	74	80	84					
SJ30F	68,5	70	71,5	73,5	76	79	81,5	85	90		
SJ40F	88,5	90	91,5	93,5	96,5	100	104	109	115		
SJ50F	95	97	99,5	103	107,5	113	118	124			
SJ80F	116	118	120	122,5	125,5	129	133	138	143	149	156

(Sumber: Mitsubishi Selfjector *instruction manual book*)

Contoh dari pemilihan *gravity disc* menggunakan diagram nomogram:

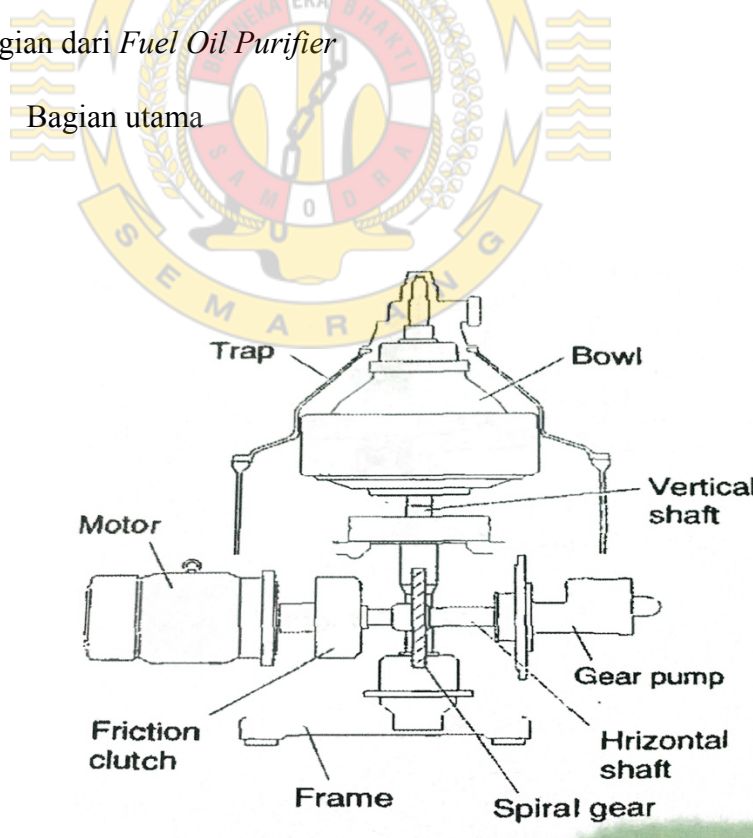
- 1) Kondisi minyak meliputi masa jenis dari minyak adalah 0,925 pada suhu 15°C, suhu minyak masuk/pengoperasian adalah 70°C, *feed rate* 3000 liter/jam.
- 2) Dari pertemuan antara kurva menurun (garis 1) dari masa jenis 0,925 dan garis vertikal 70°C, gambar garis horisontal (garis 2) untuk menghubungkan dengan garis vertikal 100°C.
- 3) Sambungkan antara akhir kanan dari garis 2 dan titik 3000 liter/jam yaitu *feed rate* menggunakan garis lurus (garis 3).
- 4) Baca dimana garis 3 melintas dan membuat titik pertemuan pada pilihan diameter *gravity disc*.
- 5) Dalam hal ini, pilihlah *gravity disc* dengan diameter dalam 85 mm.



Gambar 2.1 Nomogram
(Sumber: Mitsubishi Selfjector *instruction manual book*)

d. Bagian dari *Fuel Oil Purifier*

1) Bagian utama



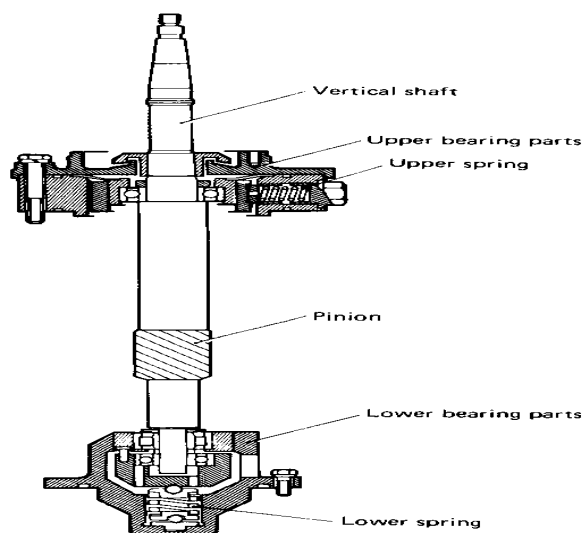
Gambar 2.2. Struktur *Fuel Oil Purifier* model *Selfjector*

(Sumber: Mitsubishi Selfjector *instruction manual book*)

Tenaga putar ditransmisikan dari motor melalui *friction clutch* menuju *horizontal shaft* dan selanjutnya putaran dipercepat dengan disambungkan pada *vertical shaft* melalui *spiral gear* yang dipasang pada *horizontal shaft* dan *pinion* pada *vertical shaft*. *Bowl* yang dipasang di atas *vertical shaft* berputar dengan putaran sama seperti *vertical shaft*. Untuk memasok minyak lumas pada *Purifier*, *gear pump* terhubung dengan *horizontal shaft* melalui *safety joint*.

2) Rangkaian *Vertical Shaft*

Berfungsi sebagai penerus gaya putar dari *horizontal shaft*, kecepatan putar dari *horizontal shaft* dipercepat oleh *pinion gear* dari *vertical shaft* yang selanjutnya memutar *bowl* yang ditempatkan di atas *vertical shaft*. *Bowl* dan *vertical shaft* ditahan oleh *upper spring* dan *flat spring* secara melingkar tergabung pada 6 titik pada bagian *bearing* atas dan *lower spring* pada bagian *bearing* bawah sehingga *vertical shaft* dapat berputar stabil.

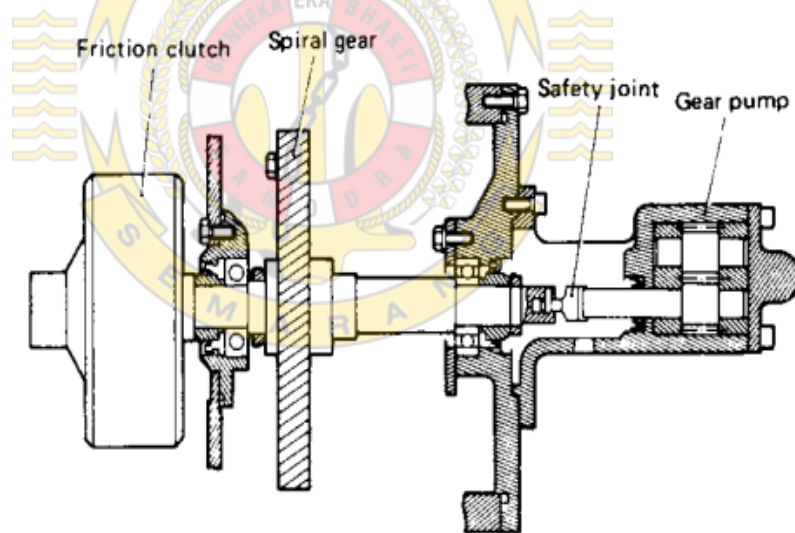


Gambar 2.3. Rangkaian *Vertical Shaft*

(Sumber: Mitsubishi Selfjector *instruction manual book*)

3) Rangkaian *Horizontal Shaft*

Diantara motor dan *horizontal shaft* terdapat *friction clutch* atau koping gesek yang berguna untuk pengurangan beban motor pada awal *start*. *Horizontal shaft* ditahan oleh 2 *ball bearing* yang terdapat pada *bearing housing* atau rumah *bearing*. Diantara 2 *bearing housing* terdapat *spiral gear*. Pada *bearing housing* terpasang *oil seal* untuk menghindari kebocoran minyak lumas. *Horizontal shaft* terhubung langsung dengan *gear pump* oleh *safety joint*.



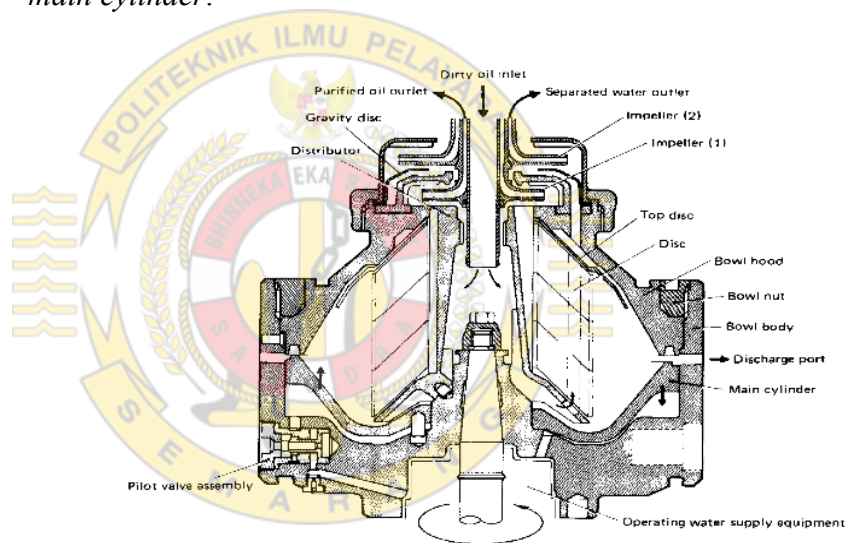
Gambar 2.4. Rangkain *Horizontal Shaft*

(Sumber: Mitsubishi Selfjector *instruction manual book*)

4) Rangkaian *Bowl*

Wadah dari *bowl* ini terdiri dari *body*, *hood*/penutup, dan mur. *Bowl* ini terdiri dari bilik pemisahan tersusun oleh

disc/piringan dan *top disc* serta *distributor*/penyalur yang menyalurkan minyak dari saluran masuk *bowl* menuju bilik pemisahan. Terdapat *main cylinder*/silinder utama dimana akan bergeser secara vertikal dengan tekanan air untuk membuang kotoran yang telah dipisahkan dan mengumpul pada sisi dalam dari *bowl* saat pengoperasian. Pada 2 titik pada sisi terluar *bowl* terdapat rangkaian *pilot valve* yang berfungsi untuk mengatur pergeseran *main cylinder*.



Gambar 2.5. Rangkain *Bowl*

(Sumber: Mitsubishi Selfjector *instruction manual book*)

Ketika minyak dimasukkan melalui saluran masuk lewat *distributor* menuju bilik pemisahan maka minyak akan menembus di celah antara *disc*, kotoran dan air dipisahkan dan minyak bersih secara terus-menerus dikeluarkan oleh pompa sentripental yaitu disini adalah *light liquid impeller* yang berada di atas *bowl*, dan air dibuang keluar oleh *heavy liquid impeller*.

2. Tinjauan Penelitian

a. *Centrifugal oil filter for fine filtration*, R.K Pandey (2015)

1) Abstrak

Makalah ini menggabungkan desain dan pengembangan filter oli sentrifugal (COF), yang mengatasi kesulitan penyaringan halus yang umumnya ditemui dalam bahan bakar dan pelumasan mesin. Filter yang baru dikembangkan ditemukan sangat andal dalam tujuannya. Ini sangat ramah lingkungan dengan kemudahan dalam pemeliharaannya. Dapat menyaring partikel kontaminan kecil dengan berbagai ukuran yang bervariasi dalam kisaran 2,0 mikron dan di atasnya. Efisiensi filtrasi filter oli sentrifugal sekitar 99% untuk partikel ukuran 15-20 mikron. Filter ini mungkin terbukti sangat efisien dan ekonomis dibandingkan dengan filter penghalang.

2) Prinsip kerja

Minyak kotor masuk ke dalam saringan dari alasnya di bawah tekanan 5 bar dan selanjutnya diarahkan ke spindle yang membosankan di mana ia keluar melalui pengeboran silang ke rotor COF. Mangkuk rotor menjadi penuh dengan minyak bertekanan, dan kemudian minyak dibiarkan keluar melalui dua / tiga nosel tangensial yang dipasang di dasar rotor. Ini membuat rotasi rotor rakitan berlawanan arah dengan jet. Dengan demikian menghasilkan gaya sentrifugal dalam minyak di dalam mangkuk rotor. Karena kontaminan / partikulat padat bersama dengan pelumas masuk ke

dalam mangkuk rotor, hal ini dikenakan gaya sentrifugal. Di bawah aksi gaya ini, partikel bergerak secara radial keluar ke dinding bagian dalam mangkuk rotor.

3) Pengujian filter dan diskusi

Filter yang baru dikembangkan telah diuji untuk efisiensinya. Plot antara efisiensi filter vs ukuran kontaminan. Filter ini sangat efisien untuk penyaringan partikel padat dengan ukuran lebih dari 10 mikron. Meskipun telah diamati bahwa efisiensi penyaringan partikel kecil dengan ukuran di bawah 10 mikron sangat kurang. Selain itu, kecepatan rotor terukur adalah 6500 rpm pada 0,5 MPa di dalam tekanan mangkuk. Ini menunjukkan bahwa rpm rotor harus ditingkatkan untuk mendapatkan lebih banyak gaya sentrifugal, yang akan memimpin penyaringan partikel sub-mikron.

4) Kesimpulan

Hasil penyaringan partikulat mendorong. Namun, untuk sub-mikron, kontaminan ukuran filtrasi lebih cepat dari rotor sangat penting. Oleh karena itu, peningkatan kecepatan rotor dengan stabilitas adalah subjek penelitian lebih lanjut.

b. *Separation characteristics of particles in a self-rotating type centrifugal*

Oil Purifier, Young Seok Pyo (2014)

1) Abstrak

Pemurni minyak sentrifugal digunakan untuk menghilangkan kotoran. Momentum yang diperlukan untuk rotasi ruang silinder

diperoleh dengan injeksi jet. Partikel yang tidak murni dalam minyak dipisahkan oleh gaya sentrifugal yang bergerak ke dinding bagian dalam dari badan silinder yang berputar. Partikel debu dieliminasi ketika partikel diserap ke permukaan dinding bagian dalam tubuh bilik. Karakteristik aliran dan perilaku fisik partikel dalam pemurnian minyak sentrifugal ini diteliti secara numerik dan efisiensi filtrasi dievaluasi. Untuk perhitungan, kode komersial digunakan dan model turbulensi SST (*Shear Stress Transport*) telah diadopsi. Metode MFR (*Multi Frames of Reference*) diperkenalkan untuk mempertimbangkan efek berputar dari arus. Di bawah berbagai variasi, seperti ukuran partikel, kerapatan partikel dan kecepatan putar, efisiensi filtrasi dievaluasi. Telah diverifikasi bahwa efisiensi penyaringan ditingkatkan dengan penambahan dalam ukuran partikel, kerapatan partikel dan kecepatan putar dari ruang silinder.

2) Analisis

Minyak berasal dari inlet di bagian atas poros yang berputar dan keluar melalui outlet di bagian bawah. Minyak di dalam pemecah dipercepat dengan gaya sentrifugal dan kotoran dipisahkan dari minyak karena inersia massa mereka dan bergerak ke arah permukaan bagian dalam silinder berputar, dan, terakhir terakumulasi di dinding pemurni di mana selembur filter kertas dipasang. Gaya sentrifugal dihasilkan oleh momen-momen rasional

yang dihasilkan dengan menyuntikkan minyak melalui dua nosel yang dipasang di bagian bawah alat pemurni.

3) Hasil dan diskusi

Efisiensi penyaringan didefinisikan oleh rasio dari nomor partikel yang disaring di atas jumlah partikel total yang dimasukkan ke dalam pemurni. Dengan demikian, efisiensi penyaringan menunjukkan efisiensi penyaringan sesuai dengan kerapatan dan ukuran partikel. Di bawah kepadatan partikel yang tinggi, efisiensi penyaringan lebih tinggi dan pada kepadatan rendah, efisiensi penyaringan terbatas. Ini dapat disimpulkan dari Persamaan bahwa gaya radiografi karena gaya daya apung menjadi lebih besar daripada gaya tangensial karena gaya drag.

c. *Separation of sediment content and water from Crude Oil by using centrifugal method*, Saimaa Jadoon (2017)

1) Pendahuluan

Minyak mentah adalah campuran alami bawah tanah yang terutama mengandung hidrokarbon dengan beberapa senyawa Oksigen, Sulphur dan Nitrogen. Minyak mentah dikenal sebagai minyak bumi di mana petros berasal dari kata Yunani yang berarti batu atau batu dan oleum berasal dari bahasa Latin yang berarti minyak. Minyak mentah dan produk sampingannya digunakan untuk tujuan bahan bakar dan kadang-kadang dalam obat-obatan. Ini dianggap sebagai cairan kental yang berisi isi sedimen dan air. Namun terkadang satu

atau keduanya tidak ada dalam minyak mentah. Dalam kasus jika keduanya hadir maka perlu untuk menghilangkan isi sedimen dan air dari minyak mentah karena menyebabkan korosi peralatan ketika ditangani dalam industri minyak selain mempengaruhi kualitas minyak mentah. Perlu disebutkan bahwa sifat minyak mentah sangat dipengaruhi keberadaan kandungan sedimen dan air. Minyak mentah dianggap yang terbaik jika benar-benar gratis atau memiliki jumlah air atau isi sedimen yang sangat sedikit. Selanjutnya, penentuan kandungan sedimen dan kuantitas air penting untuk mengukur volume bersih sebenarnya dari kandungan minyak yang sebenarnya dalam transfer tahanan, perpajakan, penjualan dan pertukaran. Selain itu, minyak mentah juga dikenal sebagai emas hitam di dunia karena dalam banyak hal aktivitas kehidupan sehari-hari kita sangat bergantung pada minyak mentah.

Metode *centrifuge* dapat digunakan di situs dan memberikan hasil yang sangat akurat jika diselesaikan dengan benar. Metode *centrifuge* juga dapat digunakan di laboratorium sisi tetapi penanganan atau pengangkutan sampel dapat menjadi lebih kritis. (Williams, 1990).

Gravitasi API (*American Petroleum Institute*) adalah satuan yang digunakan untuk menentukan nilai minyak mentah. Hubungan antara gravitasi API dan kerapatan minyak mentah berbanding terbalik. Detail lebih lanjut tentang hubungan antara gravitasi API,

kepadatan dan klasifikasi minyak mentah (ringan, sedang, berat, dan berat ekstra).

2) Sentrifugal

Ini adalah mesin yang digunakan untuk memisahkan atau menentukan kandungan sedimen dan air dalam minyak mentah, di mana pemisahan muncul sebagai garis dan dapat dilihat dengan mudah. Masing-masing sampel ini dianalisis dengan teknik sentrifugasi yang mengandung 25 mL minyak mentah dan 25 mL Toluena dengan 4 atau 5 tetes demulsifier dalam tabung sentrifugal, setelah memanaskan air dalam gelas sampai suhu mencapai 60°C. Tabung sentrifugal harus dimasukkan ke dalam gelas berisi air panas dengan suhu 60 ° C. Setelah itu, suhu sampel minyak mentah mencapai 60 ° C dan semua tabung centrifuge dimasukkan ke dalam mesin sentrifugal. Akhirnya, masing-masing dari enam belas sampel ini dipisahkan dari air, isi sedimen dan minyak dengan mengukur (atau membaca) dari tabung sentrifugal, dan garis pemisah antara masing-masing komponen (sedimen, air dan minyak) dapat dilihat dengan mudah.

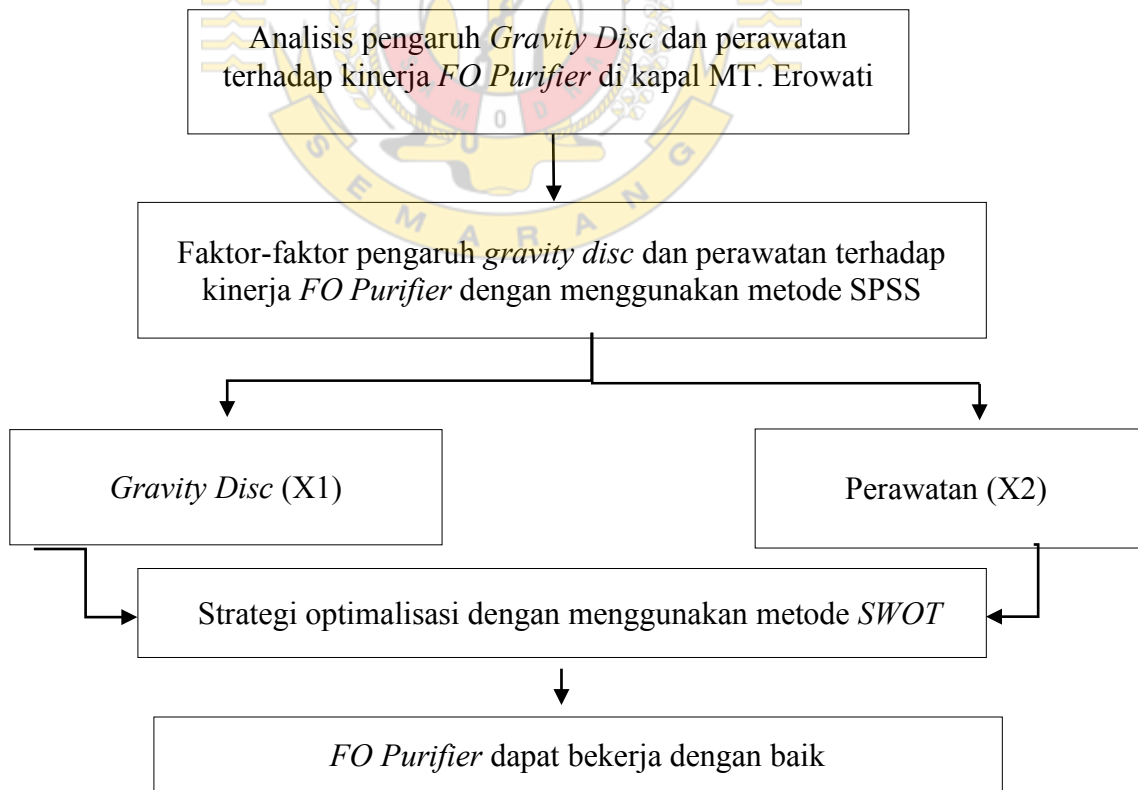
3) Hasil dan diskusi

Enam belas sampel minyak mentah (delapan dari mereka dari Khurmalla dan delapan dari sumur Guwayer) diuji. Setelah sentrifugasi sampel data diperoleh dengan mengukur (atau membaca) tingkat tabung masing-masing komponen dalam mL. Air

dan kandungan sedimen muncul di bawah tabung jika ada dalam minyak mentah. Sampel pertama minyak mentah disebut "Slop (Khurmalla)". Kandungan sedimen dalam sampel ini adalah nol, yang berarti kandungan sedimen tidak ada dalam sampel. Kandungan air dicatat sebagai 0,05 mL dalam sampel Lereng (Khurmalla). Total kandungan sedimen dan air dalam sampel ini ditemukan 0,05 mL dan sisanya adalah minyak mentah.

B. Kerangka Pikir Penelitian

Dalam kerangka pikir ini menjelaskan dan memaparkan bagaimana mengidentifikasi kemungkinan permasalahan dan kejadian yang bisa menjadi kegagalan dalam sistem atau pengoperasian permesinan.



Gambar 2.6 Kerangka pikir penelitian

Berdasarkan gambar kerangka pikir tersebut, Penulis menempatkan pengaruh *Gravity Disc* dan perawatan terhadap kinerja *FO Purifier* sebagai pokok permasalahan utama. Sedangkan untuk optimalisasi kinerja *FO Purifier*, Penulis menggunakan metode SWOT sebagai strategi untuk optimalisasi, maka hasil tersebut akan dijadikan sebagai sumber dan bahan untuk mengambil langkah penyelesaian masalah sekaligus solusi sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan ke depannya.

C. Definisi Operasional

Di pesawat *Lube Oil Purifier* terdapat beberapa pengertian/terminologi yang berhubungan dengan pesawat ini, antara lain:

1. *Interface* : Batas antara cairan berat dan cairan ringan dalam mangkuk
2. *Bowl* : Merupakan wadah penampungan kotoran dan lumpur yang berasal dari proses purifikasi minyak lumas.
3. *Overflow* : Melubernya minyak lumas ke sisi kotoran.
4. Purifikasi : Proses pemisahan atau penyaringan suatu campuran cairan.
5. Φ : Satuan diameter (mm).
6. cSt : Satuan viscositas minyak ($0,01 \text{ mm}^2/\text{detik}$).
7. *Feed rate* : Besarnya pemakanan atau pemberian minyak untuk diproses pada *purifier* (liter/jam).
8. *Bearing* : Bagian mesin yang berfungsi membatasi gerakan relatif hanya pada gerakan yang diinginkan, bearing juga

berfungsi untuk mengurangi gesekan diantara bagian bergerak mesin.

9. *Orifice* : Plat berlubang yang ditempatkan pada pipa untuk memperkecil aliran cairan dan memperbesar tekanan aliran.
10. *Oil heater* : Pesawat pemanas atau *heat exchanger* yang dalam *Lube Oil purifier* berfungsi sebagai pemanas minyak lumas sebelum masuk ke *purifier*.
11. *Gravity disc* : Bagian *Lube Oil Purifier* berbentuk cincin logam yang ditempatkan di atas tumpukan *disc* teratas yang berfungsi sebagai pengatur posisi *interface* air dan minyak berdasarkan besarnya diameter lubang.
12. *Oil seal* : Komponen yang terdapat pada *shaft* yang berhubungan langsung dengan bagian luar yang berfungsi mencegah kebocoran minyak.
13. *Pilot valve* : Sejenis katup yang terdapat pada *bowl* yang berfungsi mendistribusikan *opening/closing water* dari *water supplying device* menuju bagian bawah *main cylinder* untuk membuka dan menutup *bowl* sebagai proses *discharge*.
14. *Operating water*: Air yang berfungsi membentuk *interface* di dalam *bowl* sehingga minyak tidak akan ikut terbang pada saat proses pemisahan.

15. *Opening water* : Air yang berfungsi membuka *main cylinder* untuk proses *discharge*.
16. *Discharge* : Proses pembuangan kotoran di dalam *bowl* pada saat purifikasi.
17. Nomogram : Diagram untuk menentukan diameter *gravity disc* berdasarkan masa jenis minyak, suhu, dan *feed rate*.
18. *Gear pump* : Salah satu jenis *positive displacement pump* yang terdapat pada *Lube Oil Purifier* sebagai pemasok minyak lumas ke dalam *bowl*.
19. *Friction Clutch* : Perangkat yang menghubungkan *shaft* motor dengan *horizontal shaft* yang berfungsi untuk mengurangi beban motor dikarenakan putaran motor tidak langsung memutar *shaft* namun harus mencapai putaran tinggi terlebih dahulu.