BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka atau dasar untuk memahami latar belakang timbulnya permasalahan secara sistematis. Landasan teori juga penting untuk mengkaji dari penelitian yang sudah ada mengenai masalahrusaknya mechanical seal pada Booster pump dan teori yang menerangkan tentang pompa Booster, pada landasan teori ini akan dijelaskan tentang dasar-dasar dari pompa.

1. Tinjauan Teori

a. Pengertian Pompa

Pompa merupakan pesawat yang ada pada umumnya dipergunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain. Di atas kapal pompa ini khususnya dipergunakan untuk memindahkan air dan minyak. Meskipun bentuk dan type-nya bermacam-macam akan tetapi pada dasarnya cara kerjanya adalah bahwa tekanan di dalamnya permulaannya dibuat lebih kecil dari pada tekanan di luarnya, dan selanjutnya diperbesar.

Menurut Poerwanto dan Herry Gianto (1978: 1) mendefinisikan bahwa pengertian pompa dibagi menjadi 4 bagian yaitu: a. Apayang dimaksud dengan pompa, b. Tenaga penggerak pompa, c. Instalasi dan penempatan pompa, d. Pembagian Pompa

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari sumber tenaga (penggerak) untuk menjadi tenaga kinetis (kecepatan), yang dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan pengaliran itu yaitu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek.

Untuk melakukan kerja hisap dan menekan pompa membutuhkan energi yang berasal dari pengerak pompa. Energi mekanis dari pengerak pompa oleh elemen pompa yang akan diubah menjadi energi tekan pada fluida sehingga pada fluida akan memiliki daya alir. Sehingga energi dari pengerak pompa selain untuk memberi daya sebagai penggerak alir pada fluida juga digunakan untuk melawan perbedaan energi potensial, mengatasi hambatan dalam saluran yang diubah menjadi panas. Energi yang digunakan untuk mengatasi hambatan dan yang diubah menjadi panas merupakan kerugian energi bagi pompa. Dari keterangan diatas maka dapat disimpulkan fungsi pompa adalah untuk mengubah energi mekanis dari pengerak pompa menjadi energi tekan dalam fluida sehingga akan menjadi aliran fluida atau perpindahan fluida melalui saluran tertutup.

b. Macam-macam Pompa

1) Pompa Tekanan Dinamis

Pompa ini disebut juga dengan " *Non Positive Displacement Pump* ", pompa jenis ini beroperasi dengan menghasilkan kecepatan fluida tinggi dan mengkonversi kecepatan menjadi tekanan melalui perubahan penampang aliran fluida.

a) Pompa aliran radial

Arah aliran dalam sudu gerak pada pompa aliran radial pada bidang yang tegak lurus terhadap poros dan head yang timbul akibat dari gaya sentrifugal itu sendiri. Pompa aliran radial mempunyai head yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pompa jenis yang lain.

b) Pompa aliran aksial

Arah aliran dalam sudu gerak pada pompa aliran aksial terletak pada bidang yang sejajar dengan sumbu poros dan head yang timbul akibat dari besarnya gaya angkat dari sudu – sudu geraknya. Pompa aliran aksial mempunyai head yang lebih rendah tetapi kapasitasnya lebih besar.

c) Pompa aliran campuran

Pada pompa ini fluida yang masuk sejajar dengan sumbu poros dan keluar sudu dengan arah miring (merupakan perpaduan dari pompa aliran radial dan pompa aliran aksial). Pompa ini mempunyai head yang lebih rendah namun mempunyai kapasitas lebih besar.

2) Pompa Tekanan Statis

Pompa Tekanan Statis Pompa ini disebut juga (*positive displacement pump*) adalah jenis pompa yang fluidanya ditekan oleh elemen-elemen di dalam pompa dengan volumetertentu sehingga akan menghasilkan kapasitas intermitten untuk mengalirkan fluida.

a) Pompa bolak – balik (Reciprocating Pump)

pompa yang bekerja dengan perubahan volume ruang pompa, perubahan volume ruang pompa dilakukan oleh element gerak pompa yang bergerak translasi atau bolakbalik dalam ruang pompa, maupun yang bergerak rotasi. Ketika t<mark>erja</mark>di <mark>pe</mark>mbesaran volume rumah pompa maka akan terjadi penurunan tekanan di dalam rumah pompa, sehingga fluida yang memiliki tekanan lebih tinggi akan mengalir atau terhisap ke dalam rumah pompamelalui saluran hisap. Pada saat terjadi pengecilan volume rumah pompamaka fluida dalam rumah pompa akan mengalami penekanan sehingga fluida yang memiliki tekanan yang lebih tinggi dari tekanan di luar rumahpompa, akan mengalir melalui saluran tekan. Untuk mencegah aliran balik ke saluran hisap, maka pompa dilengkapi katup relief valve untuk mencegah aliran balik ke rumah pompa. Pompa jenis ini dapat menghasilkan head yang tinggi, tetapi aliran fluida yang dihasilkan tidak kontinyu tetapi periodik. Untuk mendapatkan aliran fluida yang lebih kontiyu maka pompa perlu dibuat kerja ganda.

b) Pompa putar (*Rotary Pump*)

Sebagai ganti pelewatan cairan pompa sentrifugal, pompa rotari akan merangkap cairan, mendorongnya melalui rumah pompa yang tertutup. Hampir sama dengan piston pompa torak akan tetapi tidakseperti pompa torak(piston), pompa rotari mengeluarkan cairan dengan aliran yang lancar (smooth).

Macam-macam pompa rotari:

i) Pompa roda gigi luar

Pompa ini merupakan jenis pompa rotari yang paling sederhana. Apabila gerigi roda gigi berpisah pada sisi hisap, cairan akan mengisi ruangan yang ada diantara gerigi tersebut. Kemudian cairan ini akan dibawa berkeliling dan ditekan keluar apabila giginya bersatu lagi

ii) Pompa roda gigi dalam

Jenis ini mempunyai rotor yang mempunyai gerigi dalam yang berpasangan dengan roda gigi kecil dengan penggigian luar yang bebas (idler). Sebuah sekat yang berbentuk bulan sabit dapat digunakan untuk mencegah cairan kembali ke sisi hisap pompa.

iii) Pompa cuping (lobe pump)

Pompa cuping ini mirip dengan pompa jenis roda gigi dalam hal aksinya dan mempunyai 2 rotor atau lebih dengan 2,3,4 cuping atau lebih pada masing-masing rotor.

Putaran rotor tadi diserempakkan oleh roda gigi luarnya.

iv) Pompa sekrup (*screw pump*)

Pompa ini mempunyai 1,2 atau 3 sekrup yang berputar di dalam rumahpompa yang diam. Pompa sekrup tunggal mempunyai rotor spiral yang berputar di dalam sebuah stator atau lapisan heliks dalam (internal helix stator). Pompa 2 sekrup atau 3 sekrup masing-masing mempunyai satu atau dua sekrup bebas (idler).

v) Pompa baling geser (vane Pump)

Pompa ini menggunakan baling-baling yang dipertahankan tetap menekan lubang rumah pompa oleh gayasentrifugal bila rotodiantara 2 baling dibawa berputar dan dipaksa keluar dari sisi buang pompa.

c. Tenaga Penggerak Pompa.

Telah diuraikan di atas, bahwa pompa itu tidak dapat bekerja sendiri, melainkan harus ada tenaga yang menggerakkannya. Mengenai tenaga ini dapat digunakan bermacam-macam tenaga. Tenaga yang digunakan itu disesuaikan dengan keperluan dan fungsinnya dari pompa-pompa.

Adapun macam-macam pesawat tenaga itu adalah tenaga manusia untuk kecepatan rendah, motor listrik untuk kecepatan tinggi atau rendah, mesin uap untuk kecepatan rendah, motor bensin untuk kecepatan tinggi atau rendah, motor diesel untuk kecepatan tinggi atau rendah, turbin uap untuk kecepatan tinggi, kincir angin untuk kecepatan tidak teratur.

Semua tenaga pembangkit itu penggunaannya disesuaikan dengan keperluan. Ini agar tidak terdapat pemborosan waktu atau tenaga, untuk mengatasi agar tidak terjadi kerugian-kerugian yang tidak diinginkan.

d. Pompa Roda Gigi (Gear Pump)

Gear pump (pompa roda gigi) adalah pompa yang dirancang secara khusus untuk memompa cairan dengan nilai kekentalan tertentu. Umumnya digunakan untuk cairan seperti oli, lem, air tebu dan banyak lagi. Pompa roda gigi termasuk jenis pompa positive displacement berarti pompa tersebut menghisap sejumlah fluida yang terjebak yang kemudian ditekan dan dipindahkan ke arah keluaran (outlet) dimana fluida akan mengalir melalui celah-celah roda gigi dengan dinding rumahnya. Pompa roda gigi dapat dipasang langsung dengan kopling atau menggunakan puli. Dimana kopling atau puli tersebut berfungsi meneruskan putaran dari motor ke pompa, sehingga pompa dapat memindahkan fluida dengan cara

menghisap dan mengeluarkan dari satu tempat ke tempat yang lain. Pompa roda gigi terdiri dari rumah pompa diam yang mempunyai roda gigi, baling-baling, piston, kam (cam), segmen, sekrup, dan lain-lain, yang beroperasi dalam ruang bebas (cleareance) yang sempit. Sebagai ganti "pelewatan" cairan pada pompa sentrifugal, pompa roda gigi akan menghisap cairan, mendorongnya melalui rumah pompa yang tertutup, hampir sama dengan piston pompa torak. Akan tetapi, tidak seperti pompa piston, pompa rotari mengeluarkan cairan dengan aliran yang lancar (smooth). Sering dianggap sebagai pompa untuk cairan kental atau pompa rotari.

Rotari Roda Gigi Luar Pompa roda gigi merupakan pompa rotari yang paling sederhana. Apabila gerigi roda gigi berpisah pada sisi hisap cairan akan mengisi ruang yang ada diantara gerigi tersebut. Kemudian cairan ini akan dibawa berkeliling dan ditekan keluar apabila geriginya bersatu lagi. Roda gigi itu dapat berupa gigi heliks-ganda atau gigi lurus. Beberapa desain mempunyai lubang fluida yang radial pada roda gigi bebas dari bagian atas dan akar gerigi sampai ke lubang dalam roda gigi. Ini akan memungkinkan cairan melakukan jalan pintas (by-pass) dari satu gigi ke gigi yang lainnya, yaitu menghindarkan terjadinya tekanan berlebihan yang akan membebani bantalan secara berlebihan dan menimbulkan kebisingan.

Terdapat dua jenis pompa gear yaitu external gear pump dan internal gear pump :

1) Pompa roda gigi dalam (*internal gear pump*)

Internal gear pump bekerja dengan memanfaatkan roda gigi dalam yang biasanya dihubungkan dengan penggerak dan roda gigi luar yang biasanya bertindak sebagai idler. Awalnya fluida masuk lewat suction port antara rotor (roda gigi besar) dan idler (roda gigi kecil). Fluida kemudian masuk melalui celah-celah roda gigi. Bagian yang berbentuk seperti bulan sabit membagi fluida dan bertindak sebagai seal antara suction dan discharge port. Fluida yang membanjiri discharge port akan terus didorong oleh fluida dibelakangnya sehingga fluida terus mengalir.

2) Pompa roda gigi luar (external gear pump)

External gear pump bekerja deangan cara mengalirkan fluida melalui celah-celah antara gigi dengan dinding. Kemudian fluida dikeluarkan melalui saluran outlet karena sifat paasangan roda gigi yang selalu memiliki titik kontak. Suatu pasangan roda gigi secara ideal akan selalu memiliki satu titik kontak dengan pasangannya meskipun roda gigi tersebut berputar. Hal inilah yang dimanfaatkan oleh mekanisme gear pump untuk mengalirkan fluida. Dengan kata

lain, secara ideal fluida tidak akan masuk melalui titik kontak pasangan roda gigi tersebut.

Pada umumnya pompa roda gigi luar disusun sedemikian rupa sehinga pusat rotasi dari elemen lainnya adalah external (di luar) untuk diameter mayor pada penyambungan roda gigi dan semua roda gigi adalah jenis roda gigi luar. Pusat rotasi pada suatu roda gigi terendah pada pompa roda gigi dalam adalah di sebelah dalam diameter mayor pada sebuah penggabungan roda gigi dan pada satu gigi terendah adalah jenis roda gigi dalam atau jenis gigi mahkota. karakteristik yang membedakan pompa roda gigi dari pompa lobe, yang mana rotor tidak mampu mengerakan lainnya, dan yang mana kontak penguncian fluida berkedudukan antara lobe-lobe.

e. Komponen Pompa Roda Gigi (Gear Pump)

Ada beberapa komponen penting dalam pompa roda gigi yaitu Gear house, Driving gear, Driven gear, Rear end plate, Front end plate

2. Tinjaun Penelitian

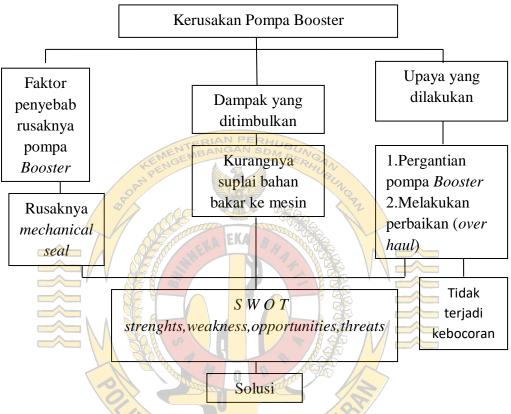
Menurut M Fathuddin Noor *et.al* (2014:vol 4:2) pompa merupakan salah satu peralatan berputar yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan fluida yang dipindahkan. Dalam dunia maritim, banyak jenis pompa yang sering digunakan salah satunya adalah pompa roda gigi .

Pompa roda gigi menghasilkan aliran dengan mengangkat cairan diantara dua roda gigi yang saling berhubungan / bertautan. Satu roda gigi digerakan oleh poros yang berputar dan memutarkan *idle gear*. Ruang yang terbentuk antara roda gigi yang berdekatan yang tertutup oleh blok pompa dan plat samping. Sebagian vakum (ruang hampa) yang ditimbulkan *inlet* pompa selama roda gigi tidak berhubungan / bertautan. Fluida mengalir mengisi ruang pompa dan kemudian terbawa ke sekeliling sisi luar roda gigi. Selama gigi bertautan dari *outlet* pompa, maka menimbulkan fluida keluar.

Booster yang terdapat pada sistem sirkulasi bahan bakar di atas kapal. Kebanyakan penyebab rusaknya pompa Booster atau mengalami permasalahan hingga terjadinya kegagalan operasi. Kegagalan mechanical seal adalah penyebab paling umum dari downtime pompa Booster. Jika hal itu terjadi, maka pompa harus segera dimatikan atau dapat menyebabkan kerusakan pompa dan perubahan suhu. Analisa kegagalan mechanical seal booster pump ini akan dilalukan dengan metode studi kasus berdasarkan pada permasalahan yang pernah terjadi pada pompa Booster di atas kapal. Hasil dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadi kegagalan mechanical seal booster pump, dan dapat memberikan rekomendasi untuk mengurangi tingkat kegagalan mechanical seal.

B. Kerangka Pikir Penelitian

Untuk mempermudah penulisan dalam memecahkan masalah, maka Penulis membuat kerangka pikir sebagai berikut:



Gambar 2.1 Bagian Kerangka Pikir Penelitian

Dari bermacam-macam kebutuhan akan pompa dapatlah dibuat pompa aneka ragam sesuai dengan keinginan dan kebutuhan kita akan pompa tersebut. Namun kita harus mengacu akan dasar pembagian pompa yang telah dibuat oleh The Hydraulic Institute agar aneka ragam pompa yang dibuat tersebut tidak mengacaukan pemikiran kita akan pompa tersebut. Pompa rotari roda gigi baik rotari roda gigi-dalam maupun rotari roda gigi-luar cenderung atau lebih baik digunakan untuk zat cair yang memiliki viskositas yang cukup tinggi seperti minyak pelumas maupun sirup. Untuk fluida yang mengandung zat abrasif maupun zat-zat padatan lainnya hendaknya

menggunakan jenis pompa lain ataupun pompa rotari roda gigi yang telah dimodifikasi sesuai dengan jenis zat yang akan digunakan. Kapasitas yang dapat dikerjakan oleh jenis pompa rotari secara umum adalah kapasitas kecil hingga menengah. Untuk kapasitas yang lebih tinggi dapat digunakan jenis pompa sentrifugal yang mempunyai kapasitas kecil hingga tinggi. Namun pompa rotari dapat juga dimaksimalkan dengan memperhatikan jenis bahan yang digunakan serta jenis fluida yang akan dipompapakan. Bila jenis fluida mengandung zat-zat padatan maka kinerja dan pompa rotari akan menurun yang kemudian akan mengurangi kapasitas pompa itu nantinya.

Berdasarkan kerangka pikir di atas, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu bocornya pada pompa *Booster* yang disebabkan oleh faktor rusaknya *mechanical seal*, sehingga dapat menyebabkan bocornya pada pompa booster dan mengakibatkan kurangnya suplai bahan bakar atau sirkulasi pada Mesin Induk.

C. DEFINISI OPERASIONAL

1. Gear house

Adalah sebagai rumah untuk melindungi gear (roda gigi).

2. Driving gaer

Adalah sebagai penggerak yang langsung berhubungan dengan *pulley*.

3. Rear end plate

Adalah sebagai belakang rumah *gear* dan jalan masuk putaran dari *pulley* ke *driving gear*.

4. Front end plate

Adalah sebagai tutup rumah gear bagian depan.