

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Desalination Plant*

*Desalination Plant* adalah suatu alat yang berfungsi untuk pengolahan air laut menjadi air tawar dengan menggunakan sistem penguapan (evaporasi) dan pengembunan (kondensasi). Pada proses destilasi, air laut dipanaskan, kemudian uap yang timbul didinginkan, sehingga akan didapatkan air tawar. Proses destilasi akan menghasilkan air tawar yang mempunyai konduktivitas sekitar  $10 \mu\text{s} / \text{cm}$ . Air laut akan mendidih pada suhu  $100,50 \text{ C}$  atau lebih pada tekanan  $1 \text{ atm}$ . Pada tekanan lebih rendah akan mendidih dan menguap dibawah  $1000 \text{ C}$ . Penguapan air membutuhkan kalor penguapan, dan kalor penguapan ini akan terkandung dalam uap sebagai panas latent. Panas latent ini akan dilepaskan kembali apabila uap diembunkan dan dipakai sebagai pemanas (preheat) air laut.

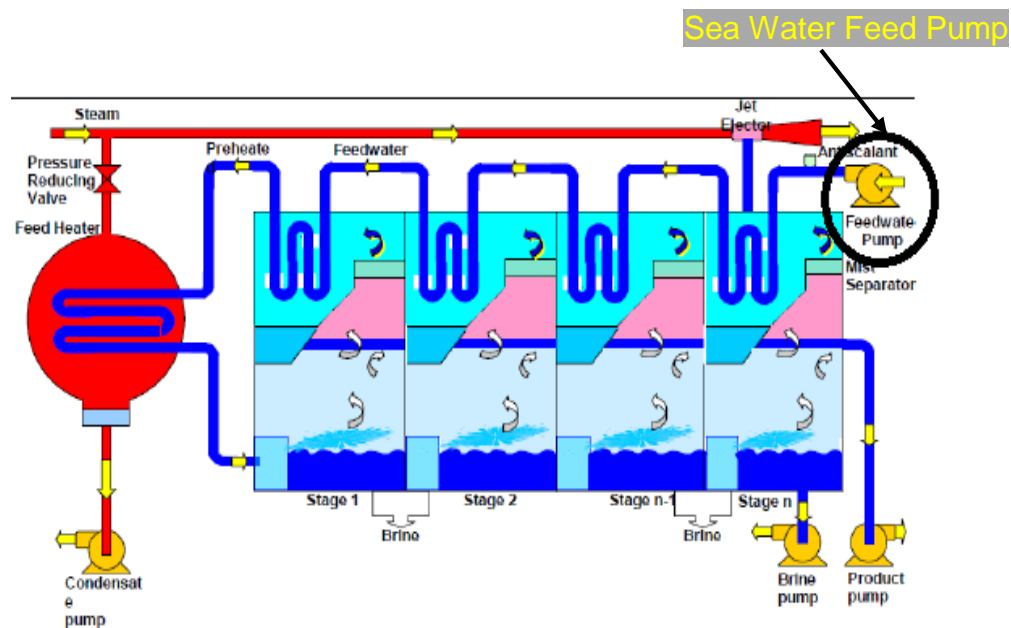


**Gambar 2.1.** *Desalination Plant*

### 2.1.1 Prinsip Kerja *Desalination Plant*

Di PLTGU Cilegon sistem *desalination plant* yang digunakan adalah *Multiple stage flash evaporator (One through MSF)*. Cara kerjanya sebagai berikut: Tiap tiap tingkat terdiri dari 2 ruangan, yaitu ruangan penguapan dan ruangan pengembunan. Air laut dipompakan menggunakan *Sea Water Feed Pump* dan dicabangkan kedalam pipa pipa penukar kalor didalam ruangan kondensasi (sebagai pendingin) dan menuju *brine heater*. Selanjutnya air laut dipanaskan didalam pemanas air laut (*brine heater*) dan dimasukkan ke dalam ruangan penguapan (*flash chamber*) tingkat pertama. Air laut mengalami dua kali pemanasan yang diakibatkan pencabangan air laut, yaitu di kondensor dan di *brine heater*. Di kondensor, air mendapatkan panas dari uap panas yang dikondensasi (air laut berfungsi sebagai pendingin di kondensor) sedangkan di *brine heater*, air laut mendapatkan panas dari uap. Uap panas ini merupakan uap yang berasal dari LP *turbine* dan dari *drain steam* di *steam drum*.

Air laut yang sudah dipanaskan akan dialirkan menuju *flash chamber*. Tekanan di *flash chamber* sudah dibuat vakum oleh ejektor. Hal ini bertujuan agar air menguap pada suhu lebih rendah dengan keadaan normal. Air laut yang sudah menguap akan terpisah secara otomatis antara garam dan uap airnya. Garam akan dipompa keluar sedangkan air yang sudah terkondensasi (terkondensasi karena saluran air laut yang melewati ruangan *flash chamber*) ini lah yang disebut dengan air desal. *Flash chamber* memiliki 20 tingkatan. Air laut yang sudah dipanaskan masuk melalui tingkat pertama sampai tingkat yang ke 20 dengan arah horizontal.



**Gambar 2.2.** Siklus *Multiple stage (One through MSF)*

### 2.1.2 Bagian-bagian *Desalination Plant*

Bagian-bagian *Desalination Plant* yaitu: Pompa, *Condenser*, *Pressure reducer*, *Mist separator*, *Vent ejector*, dan *Brine heater*. Pembahasan lebih lanjut akan dikaji tentang *Sea Water Feed Pump* sebagai berikut:

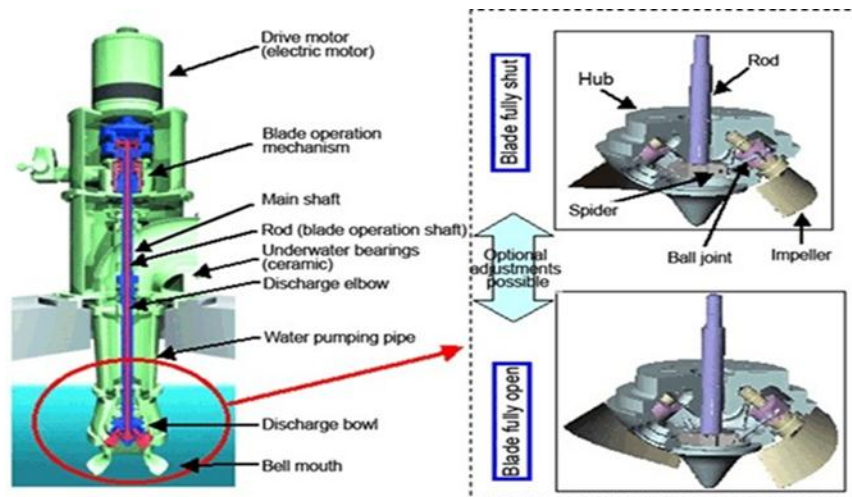
#### 2.1.2.1 Pengertian Pompa

Pompa adalah suatu mesin / alat yang digunakan untuk menaikkan tekanan fluida dari tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan lebih tinggi. Pompa didalam kerjanya akan mentransfer energi mekanis dari suatu sumber energi luar ke cairan yang mengalir melaluinya. Jadi disini, pompa menaikkan energi cairan yang mengalir melaluinya, sehingga cairan tersebut dapat mengalir dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi maupun dari tempat bertekanan rendah ke

tempat yang bertekanan lebih tinggi dan bersamaan dengan itu bisa juga mengatasi tahanan hidrolis sepanjang pipa yang dipakai.

### 2.1.2.2 Bagian – bagian pompa

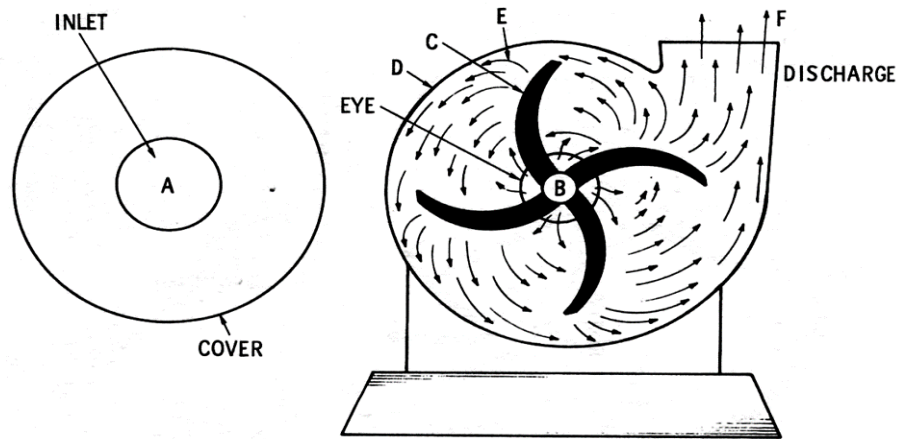
Secara umum pompa sentrifugal tersusun atas beberapa bagian penting yaitu:



**Gambar 2.3.** Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal

#### 2.1.2.2.1 Casing

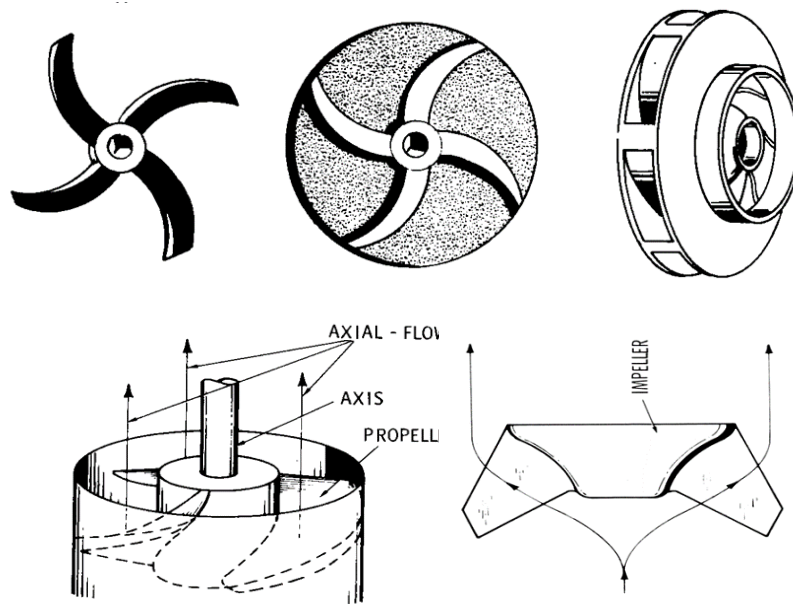
Komponen utama pertama dari pompa sentrifugal adalah *casing* pompa. *Casing* pompa sentrifugal didesain berbentuk sebuah *diffuser* yang mengelilingi *impeller* pompa. Diffuser ini lebih sering dikenal sebagai *volute casing*. Sesuai dengan fungsi *diffuser*, *volute casing* berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran (*flow*) fluida yang masuk ke dalam pompa. Menuju sisi *outlet* pompa, *volute casing* didesain membentuk corong yang berfungsi untuk mengkonversikan energi kinetik menjadi tekanan dengan jalan menurunkan kecepatan dan menaikkan tekanan, hali ini juga membantu menyeimbangkan tekanan hidrolis pada *shaft* pompa.



**Gambar 2.4.** *Casing* Pompa Sentrifugal

#### 2.1.2.2.2 *Impeller*

*Impeller* adalah bagian yang berputar dari pompa sentrifugal, yang berfungsi untuk mentransfer energi dari putaran motor menuju fluida yang dipompa dengan jalan mengakselerasinya dari tengah *impeller* ke luar sisi *impeller*.

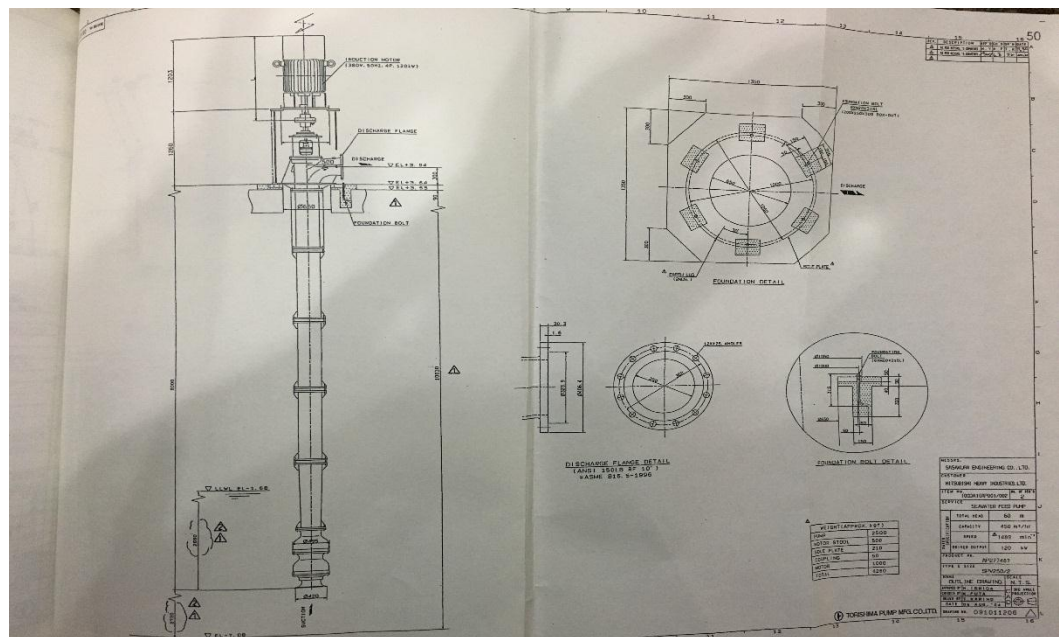


**Gambar 2.5.** Beberapa Contoh Tipe *Impeller*

Desain *impeller* bergantung atas kebutuhan tekanan, kecepatan aliran, serta kesesuaian dengan sistemnya. *Impeller* menjadi komponen yang paling utama berpengaruh terhadap performa pompa. Modifikasi desain *impeller* akan langsung berpengaruh terhadap bentuk kurva karakteristik pompa tersebut. Ada berbagai macam desain *impeller* pompa sentrifugal, antara lain tipe tertutup dan terbuka, tipe *single flow*, tipe *mix flow*, tipe radial, tipe *non-clogging*, tipe *single stage*, dan tipe *multi stage*.

### 2.1.2.2.3 Shaft / Poros

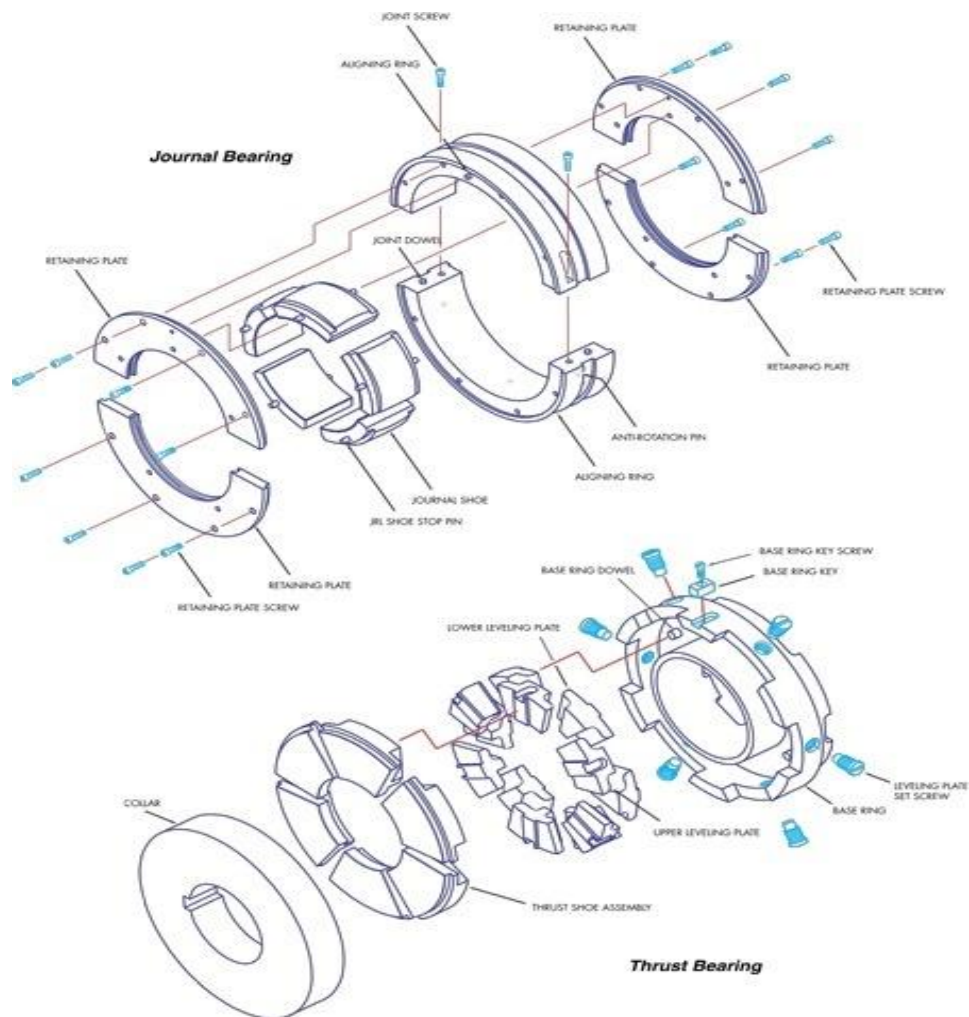
Poros pompa adalah bagian yang mentransmisikan putaran dari sumber gerak, seperti motor listrik, ke pompa. Yang perlu kita perhatikan adalah, pada sebuah pompa sentrifugal yang bekerja di titik efisiensi terbaiknya, maka gaya bending porosnya akan secara sempurna terdistribusikan ke seluruh bagian *impeller* pompa.



Gambar 2.6. Shaft / Poros

#### 2.1.2.2.4 Bearing / Bantalan

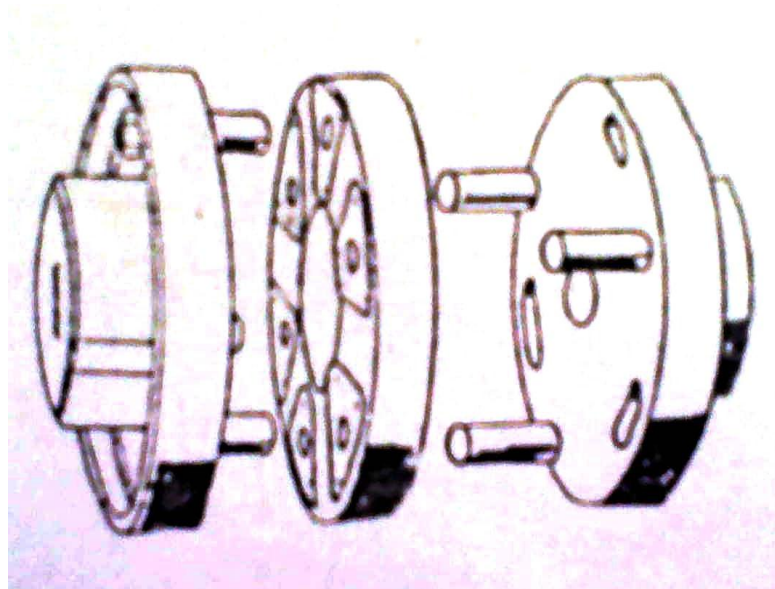
Bearing pada pompa berfungsi untuk menahan (*constrain*) posisi rotor relatif terhadap stator sesuai dengan jenis bearing yang digunakan. *Bearing* yang digunakan pada pompa yaitu berupa *journal bearing* yang berfungsi untuk menahan gaya berat dan gaya-gaya yang searah dengan gaya berat tersebut, serta *thrust bearing* yang berfungsi untuk menahan gaya aksial yang timbul pada poros pompa relatif terhadap stator pompa.



**Gambar 2.7.** Skema *Journal* dan *Thrust Bearing*

#### 2.1.2.2.5 *Coupling*

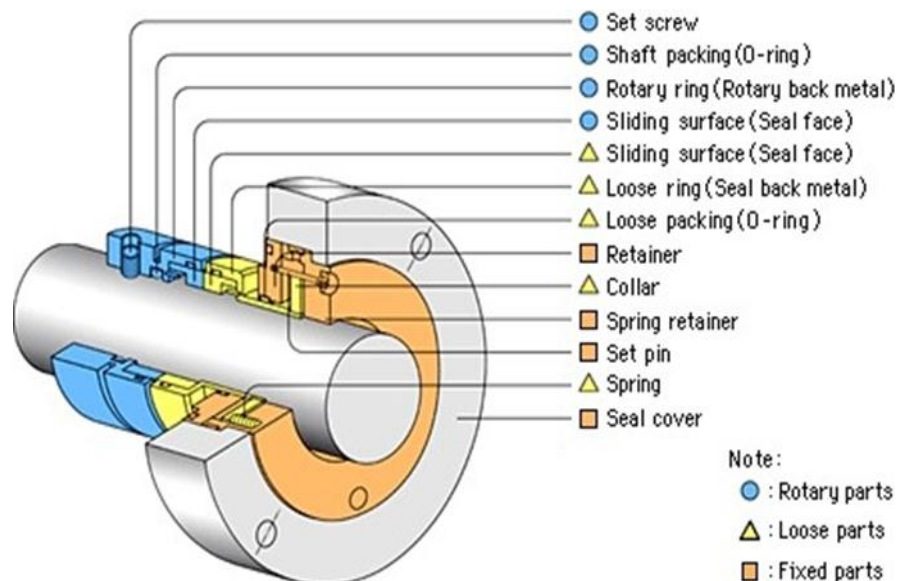
Pada dasarnya *coupling* berfungsi untuk menghubungkan dua *shaft*, dimana yang satu adalah poros penggerak dan yang lainnya adalah poros yang digerakkan. *Coupling* yang digunakan pada pompa, bergantung dari desain sistem dan pompa itu sendiri. Macam-macam *coupling* yang digunakan pada pompa dapat berupa *coupling rigid*, *coupling fleksibel*, *grid coupling*, *gear coupling*, *elastometric coupling*, dan *disc coupling*.



**Gambar 2.8.** *Coupling*

#### 2.1.2.2.6 *Packing & Seal*

Sistem *packing* pada pompa adalah untuk mengontrol kebocoran fluida yang mungkin terjadi pada sisi perbatasan antara bagian pompa yang berputar (poros) dengan stator. Sistem *sealing* yang banyak digunakan pada pompa sentrifugal adalah *mechanical seal* dan *gland packing*.



**Gambar 2.9.** Sistem Mechanical Seal

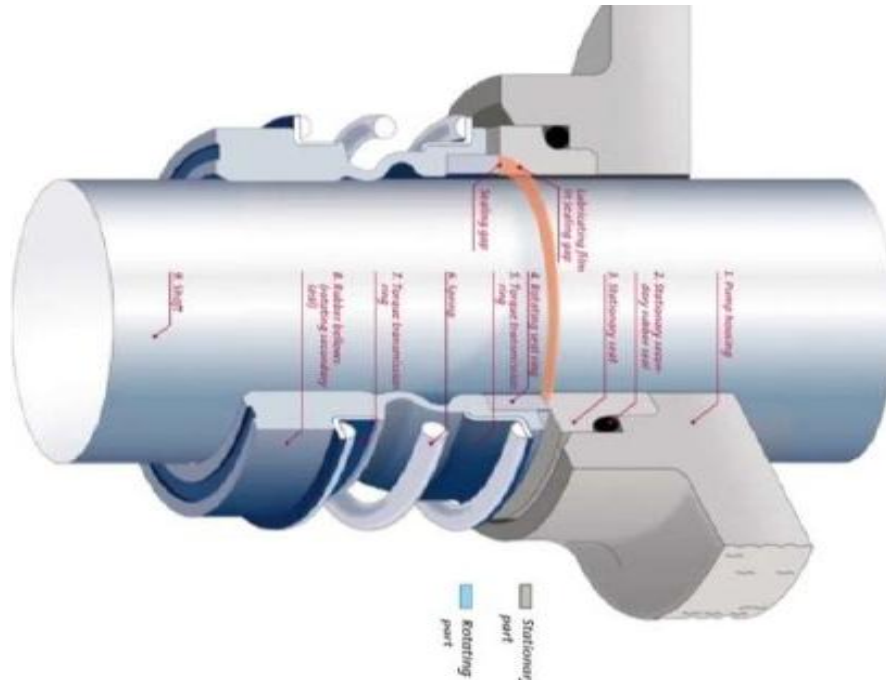
#### 2.1.2.2.6.1 Pengertian Mechanical Seal

Mechanical seal adalah seal mekanik yang dapat bergerak, yaitu seal yang menghubungkan bagian diam (stasionary) dengan bagian berputar (rotary).

#### 2.1.2.2.6.2 Fungsi Mechanical Seal

Mechanical seal berfungsi untuk menghalang fluida yang menerobos diantara celah yang terjadi antara poros pompa dengan rumah pompa. Apabila terdapat kebocoran pada bagian ini, fluida akan menerobos keluar dan udara akan masuk terhisap oleh gaya vacuum yang ada didalam pompa sehingga pemompaan tidak akan berjalan. Mechanical seal tidak seperti seal yang hanya memblok fluida dalam keadaan diam.

### 2.1.2.2.6.3 Komponen – komponen Mechanical Seal



**Gambar 2.10.** Komponen Mechanical Seal

Komponen - komponen mechanical seal dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu bagian yang berputar dan bagian yang diam.

#### 1. Komponen Berputar

Bagian dari mechanical seal yang berputar, terkoneksi secara langsung ke poros pompa dan ikut berputar pada saat pompa bekerja. Komponen yang terhubung langsung dengan shaft adalah rubber bellows (8). Tekanan dari pegas (6) yang diteruskan oleh torque transmission ring (7), menjaga agar rubber bellows selalu menempel ke sisi shaft dan ikut berputar. Pegas (6) berfungsi untuk memindahkan tekanan ke torque transmission ring sisi atas dan bawah (5 dan 7). Tekanan yang didistribusikan melalui torque transmission ring sisi atas (5) akan diteruskan ke rotating seal

ring (4). Rotating seal ring adalah komponen mechanical seal yang terpasang dan ikut berputar bersama rubber bellows. Komponen ini bergesekan langsung dengan bagian yang stasioner.

Sifat rubber bellows yang elastis dan fleksibel secara aksial, berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida kerja di antara shaft (9) dengan rotating seal ring (4). Tekanan dari pegas serta sifat rubber bellows yang dapat berdeformasi secara aksial, akan menjaga semua komponen seal saling menekan sehingga tidak terjadi kebocoran pada saat pompa beroperasi maupun tidak.

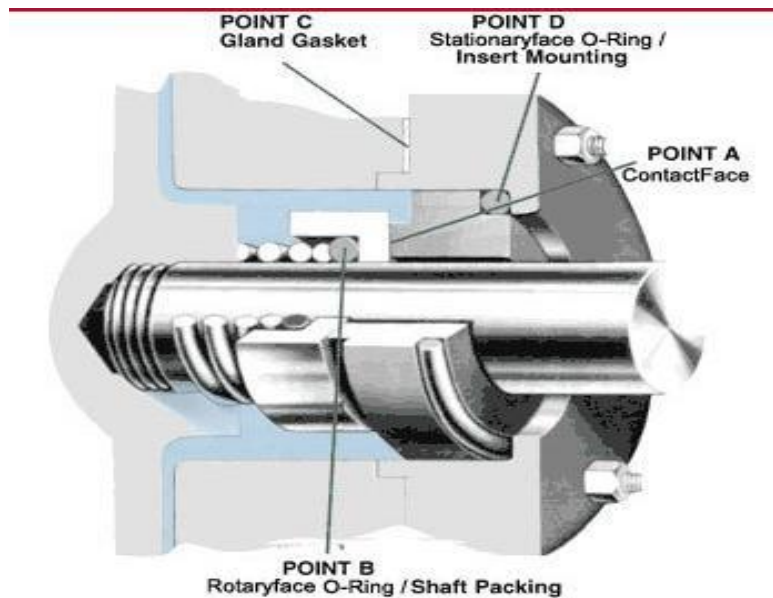
## 2. Komponen diam

Komponen-komponen mechanical seal yang diam terkoneksi dengan casing/housing pompa (1). Komponen tersebut terdiri atas sebuah dudukan/stationery seat (3) dan secondary rubber seal (2). Secondary rubber seal berfungsi untuk mencegah terjadinya kebocoran di antara dudukan dengan casing pompa. Sedangkan stationery seat menjadi komponen yang bergesekan langsung dengan rotating seal ring. Oleh karena itu, secondary rubber (karet) seal juga berfungsi untuk menjaga stationery seat agar tidak berputar mengikuti putaran rotating seal ring tersebut.

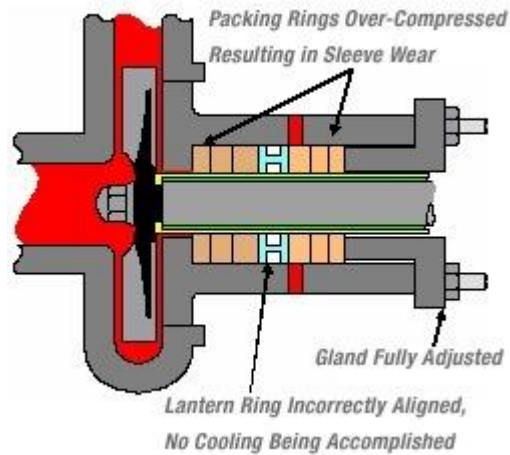
Pada saat pompa bekerja, di antara dua komponen mechanical seal yang saling bergesekan yakni stationery seat dan rotating seal dibuat terbentuk sebuah lapisan film. Lapisan ini terbentuk dari fluida kerja yang sangat sedikit jumlahnya keluar melalui sela-sela komponen-komponen mechanical seal. Lapisan film tersebut berfungsi sebagai pelumas dan secara alami akan menguap akibat temperatur gesekan yang tinggi. Penguapan tersebut tidak kasat mata, dan karena jumlahnya yang sangat sedikit maka dapat diabaikan. Namun apabila komponen-komponen mechanical seal tidak bekerja dengan baik, maka dapat menimbulkan kebocoran yang lebih besar.

#### 2.1.2.2.6.4 Cara kerja Mechanical Seal

Titik utama pengekangan dilakukan oleh dua sealfaces yang permukaannya sangat halus dan rata. Gesekan gerak berputar antara keduanya meminimalkan terjadinya kebocoran. Satu sealface berputar mengikuti putaran shaft, satu lagi diam menancap pada suatu dinding yang disebut dengan Glandplate. Meterial dua sealfaces itu biasanya berbeda. Yang satu biasanya bersifat lunak, biasanya carbon-graphite, yang lainnya terbuat dari material yang lebih keras seperti silicone-carbide. Perbedaan antara material yang digunakan pada stationary sealface dan rotating sealface adalah untuk mencegah terjadinya adhesi antara dua buah sealfaces tersebut. Pada sealface yang lebih lunak biasanya terdapat ujung yang lebih kecil sehingga sering dikenal sebagai wear-nose (ujung yang bisa habis atau aus tergesek).



**Gambar 2.11.** Cara Kerja Mechanical Seal



**Gambar 2.12.** Sistem *Gland Packing*

#### 2.1.2.2.7 Sistem Lubrikasi

Sistem lubrikasi pada pompa berfungsi untuk mengurangi koefisien gesek antara dua permukaan yang bertemu sehingga mengurangi resiko keausan. Untuk mencegah atau mengurangi keausan yang lebih parah yaitu memperlancar kerja mesin dan memperpanjang usia dari mesin dan peralatan itu sendiri, maka bagian-bagian logam dan peralatan yang mengalami gesekan tersebut diberi perlindungan ekstra dengan menggunakan pelumas. Jika semua kendala yang terjadi dapat diatasi seperti gesekan, keausan dan sebagainya selain bisa memperpanjang usia dari mesin itu sendiri dengan menggunakan pelumas juga dapat memberikan energi yang dihasilkan oleh mesin semakin optimal. Lubrikasi pada pompa terutama digunakan pada mechanical seal dan bearing. Sistemnya dapat berupa lube water atau juga tipe greas tergantung dari desain pompa itu sendiri.



**Gambar 2.13.** Pelumasan Mechanical Seal oleh Fluida dari Pompa

Adapun fungsi dari pelumasan sebagai berikut:

1. Sebagai lapisan film (lapisan tipis).
2. Mengalirkan gram-gram hasil gesekan.
3. Sebagai peredam suara yang ditimbulkan akibat gesekan.
4. Sebagai media pendingin.
5. Mengurangi dampak korosi.

## 2.2 Teori Modifikasi

Modifikasi adalah mengubah bentuk sebuah benda dari yang kurang menarik menjadi lebih menarik tanpa menghilangkan fungsi aslinya. Dengan adanya modifikasi diharapkan dapat menghemat penggunaan air servis sehingga dapat meminimalkan biaya produksi air servis.

### 2.2.1 Manfaat Modifikasi

Adapun manfaat yang didapatkan dari modifikasi yang akan dilakukan ini adalah sebagai solusi yang tepat pada saat air servis habis, atau produksi air servis terganggu yang disebabkan oleh berbagai faktor yang membuat kurangnya hasil dari produksi air servis, sehingga tidak tercukupinya kebutuhan terhadap air servis pada suatu pembangkit.

### 2.2.2 Keuntungan dan kerugian modifikasi

#### 2.2.2.1 Keuntungan dari modifikasi

1. Dapat menghemat penggunaan air servis
2. Menghemat biaya pengolahan air servis, karena pengolahan air servis membutuhkan biaya yang cukup besar.

#### 2.2.2.2 Kerugian dari modifikasi

1. Komponen *Sea Water Feed Pump* tidak asli lagi.
2. Butuh strategi dan perencanaan yang baru untuk menjaga efisiensi dan kerja *Sea Water Feed Pump*.