

## BAB 2

### TINJAUAN PUSATAKA

#### 1.1. Sistem Pompa *Ballast*

Pompa *ballast* adalah suatu pesawat bantu untuk memposisikan kapal dalam keadaan seimbang baik dalam keadaan *trim* depan maupun belakang. Keseimbangan kapal turut mempengaruhi keselamatan muatan beserta seluruh awak yang berada di atas kapal. Dalam perencanaannya adalah dengan memasukan air sebagai bahan *ballast*, pompa *ballast*, memiliki peran penting guna memperlancar suatu kegiatan kapal, baik ketika sedang melakukan bongkar maupun muat disilah peran pompa *ballast* dibutuhkan sebagai saran untuk mengisi dan membuang air laut yang berada pada tanki *ballast*. Sistem pompa ballast adalah kegiatan mengisi air ballast kedalam tanki, dapat dilakukan dengan pompa *ballast*, dapat juga dengan *gravity*, atau mengalirkan air laut kedalam tanki *ballast* yang kosong, karena permukaan air laut lebih tinggi daripada dasar tanki saat kapal masih penuh muatan, dilakukan bersamaan pembongkaran muatan. (Suwardi, 2013).

Energi fluida untuk melakukan kerja pompa dinyatakan dalam *feet* atau kaki tinggi tekanan, fluida mengalir. Tingkat tekanan pompa merupakan tingkatan kolom fluida harus naik untuk memperoleh jumlah energi yang sama dengan yang di kandung dengan suatu bobot fluida pada kondisi yang sama. Tingkat tekanan ada tiga bentuk yang saling dipertukarkan, antara lain sebagai berikut :

##### 1. Tekanan Aktual

Berdasarkan pada ketinggian fluida diatas bidang datar. Jadi, suatu kolom airsetinggi dua kaki mengandung jumlah energi yang disebabkan posisi fluida tersebut mempunyai tingkat tekanan.

##### 2. Tekanan Kinetik

Tekanan kinetik adalah suatu ukuran energi kinetik yang terkandung satu satuan bobot fluida yang disebabkan oleh kecepatan dan dinyatakan oleh persamaan energi kinetik, energi ini dapat dihitung oleh tabung dari manometer dihubungkan dengan pipa aliran dan tegak lurus dari manometer dihubungkan dengan pipa aliran untuk menyamakan tekanan yang ada pada pipa aliran.

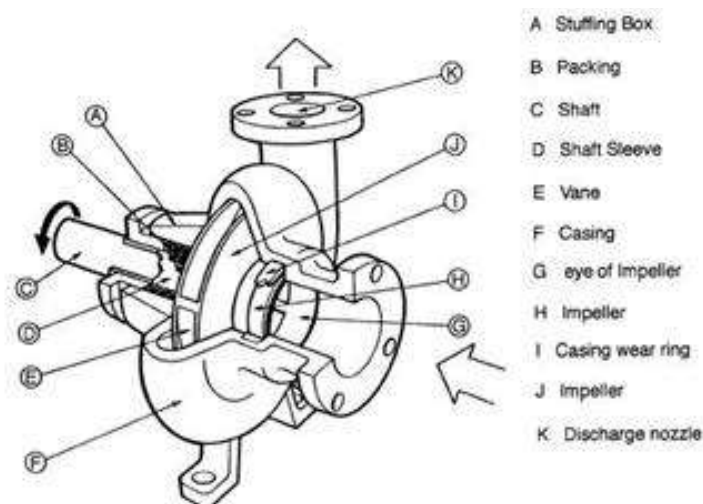
##### 3. Tekanan *Head*

Tekanan *head* adalah energi yang terkandung *fluida* akibat tekanannya dalam persamaannya, jika sebuah manometer terhubung dengan sudut tegak lurus aliran, maka *fluida* di dalam tabung akan naik hingga *level* yang sama.

## 1.2. Komponen - Komponen Sistem *Ballast*

Untuk menunjang peforma kerja pompa *ballast* tentunya ada komponen-komponen yang mendukung didalamnya. Pada dasarnya komponen yang digunakan kurang lebihnya sama dengan jenis pompa *ballast* lainnya.

Pompa *ballast* terdapat berbagai komponen untuk menunjang kinerja pompa *ballast*, hal ini perlu diperhatikan demi kelancaran dan kinerja pompa berjalan maksimal (Wiharyanto, 2008). Berikut komponen-komponen didalam pompa balas antara lain :

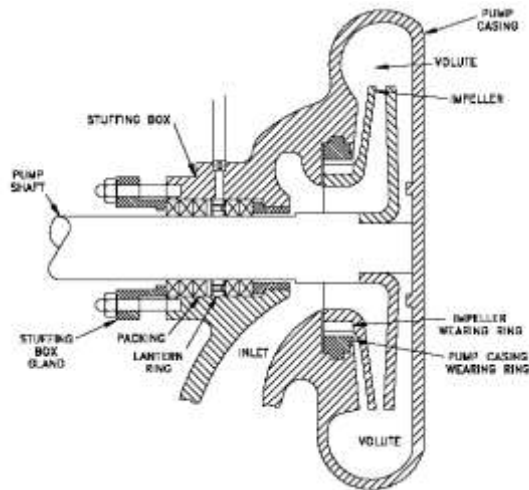


Gambar 1. Pompa Centrifugal

Sumber: <http://www.maritimeworld.web.id/>

### 1. *Stufing Box*

Menurut Wiharyanto (2008), memiliki fungsi sebagai tempat kedudukan beberapa mechanical packing yang mengelilingi shaft sleeve. Fungsi dari alat ini ialah mencegah kebocoran pada daerah dimana pompa menembus casing seperti udara yang dapat masuk ke dalam pompa dan cairan yang keluar dari dalam pompa.



Gambar 2. Stuffing Box

Sumber: <http://www.maritimeworld.web.id/>

## 2. Packing

Menurut Wiharyanto (2008), 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 centrifugal adalah mechanical seal dan gland packing.

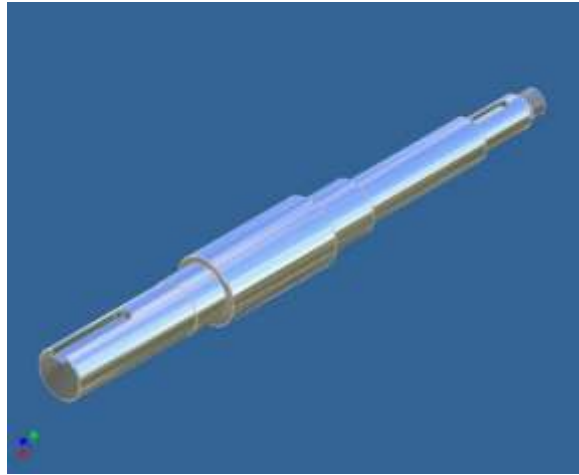


Gambar 3. Packing

Sumber: <https://mechanicalseal.wordpress.com/mechanical-seal/glandpacking/>

## 3. Poros (*Shaft*)

Menurut Wiharyanto (2008), poros pompa adalah bagian bagian pompa yang mentransmisikan putaran dari sumber gerak, seperti motor listrik ke pompa. yang perlu kita perhatikan adalah pada sebuah pompa centrifugal yang bekerja pada titik efisiensi terbaiknya, maka gaya bending porosnya akan secara sempurna tersalurkan ke seluruh bagian impeller pompa.



Gambar 4. Shaft Pompa Centrifugal

Sumber: <http://www.maritimeworld.web.id/>

#### 4. Shaft Sleeve

Menurut Wiharyanto (2008), *Shaft Sleeve* berfungsi untuk melindungi shaft dari erosi, korosi dan keausan pada stuffing box. komponen ini bisa sebagai internal bearing, leakage joint dan distance sleever.

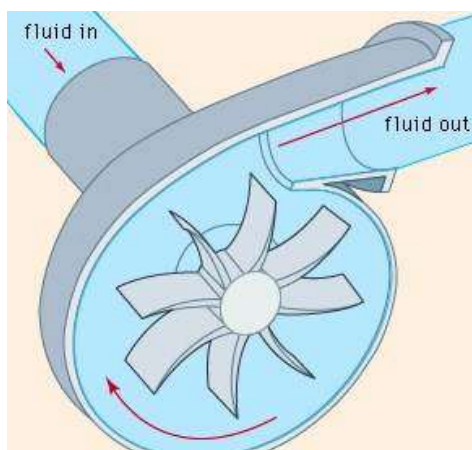


Gambar 5. *Shaft Sleeve*

Sumber: <http://www.maritimeworld.web.id/>

#### 5. Vane

Menurut Wiharyanto (2008), Vane berfungsi sebagai sudu dari impeller sebagai tempat berlalunya cairan pada impeller.



Gambar 6. Vane

Sumber: <http://www.maritimeworld.web.id/>

## 6. *Cassing*

Menurut Wiharyanto (2008), komponen utama dari pompa *centrifugal* adalah *cassing* pompa, *cassing* pompa *centrifugal* didesain berbentuk sebuah *diffuser* yang mengelilingi *impeller* pompa. *Diffuser* ini sering dikenal dengan *volute casing*. Sesuai dengan fungsi *diffuser* sebagai menurunkan kecepatan aliran fluida yang masuk ke dalam pompa, menuju ke outlet pompa, *volute casing* didesain untuk membentuk corong, berfungsi untuk mengkonversikan energi kinetik menjadi tekanan dengan cara menurunkan kecepatan dan menaikkan tekanan, hal ini membantu menyeimbangkan tekanan hidrolik pada *shaf* pompa.



Gambar 7. *Casing* pompa *centrifugal*

Sumber: <https://www.tneutron.net/sipil/bagian-pompa-sentrifugal/>

## 7. *Impeller*

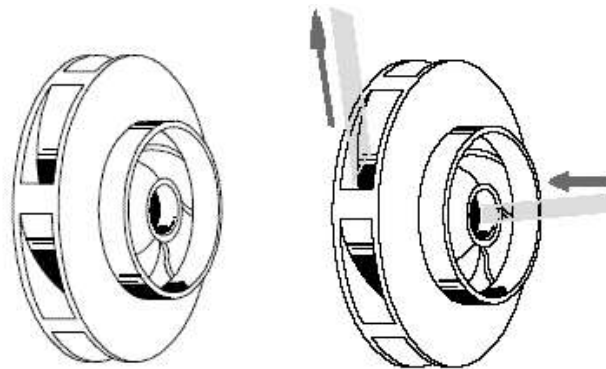
Menurut Wiharyanto (2008), *impeller* adalah bagian yang berputar dari pompa *centrifugal* berfungsi untuk mentransport energi dari pompa *centrifugal* yang di pompa dengan jalan yang pengakselarinya dari tengah *impeller* ke luar sisi *impeller*. Desain *impeller* tergantung atas kebutuhan tekanan, kecepatan, aliran serta kesesuaian dengan sistemnya. *Impeller*

menjadi komponen yang paling utama berpengaruh terhadap performa pompa. Modifikasi desain *impeller* akan langsung berpengaruh terhadap kurva karakteristik pompa tersebut. Ada berbagai macam desain *impeller* pompa *centrifugal*, antara lain yaitu, tertutup dan terbuka, tipe radial, mix flow, tipe *single flow*, dan tipe *non cloning*, tipe *single stage*, dan tipe *multi stage*



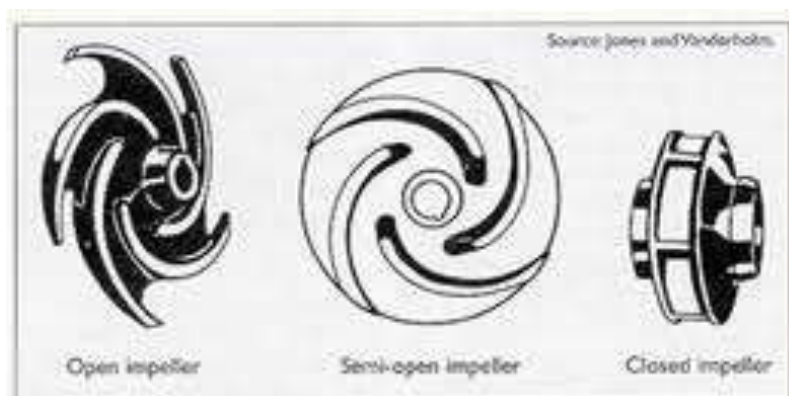
Gambar 8. *Impeller*

Sumber: <https://www.klikteknik.com/produk/ebara-impeller-2>



Gambar 9. Aliran *Impeller*

Sumber: <https://atjenese.wordpress.com/2012/05/29/tanya-jawab-seputar-dasar-dasar-pompa-dan-aliran>



Gambar 10. Jenis – Jenis *Impeller*

Sumber: <http://mdengineer.blogspot.com/>

8. *Mechanical Seal*

Menurut Wiharyanto (2008), *mechanical seal* adalah perapat mekanik yang mempunyai bagian yang diam (*stationary*) dan bagian yang bergerak / berputar dengan poros (*rotary*), cara kerja *mechanical seal* yaitu dengan mengikuti putaran poros pompa sebagai penyekat agar tidak terjadi kebocoran antara poros dengan *stuffing box*. Pemasangan *mechanical seal* diperlukan bila cairan yang dialirkan adalah cairan yang tidak boleh ada kebocoran sama sekali, seperti cairan yang beracun atau cairan yang mudah terbakar.



Gambar 11. *Mechanical Seal*

Sumber: <http://www.maritimeworld.web.id/>

9. *Bearing*

Menurut Wiharyanto (2008), bearing pada pompa berfungsi menahan *constarin* posisi rotor relatif terhadap startor sesuai dengan jenis hearing yang digunakan Bearing yang digunakan pada pompa yaitu jurnal hearing yang berfungsi untuk menahan gaya beban dan gaya - gaya yang searah dengan gaya beban tersebut serta *thrust bearing* yang berfungsi untuk menahan gaya aksial yang timbul pada poros pompa relatif terhadap startor pompa

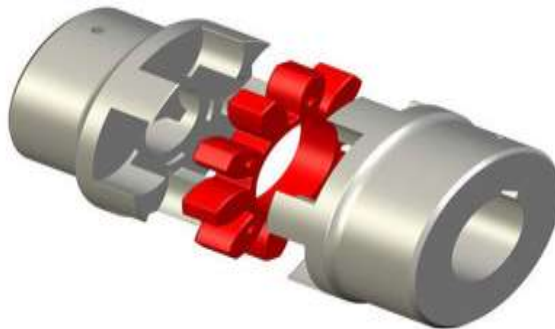


Gambar 12. *Bearing*

Sumber: <https://www.kugellager-express.de/>

### 10. *Coupling*

Menurut Wiharyanto (2008), *coupling* berfungsi menghubungkan dua *shaft* dimana yang satu adalah poros penggerak dan lainnya adalah poros yang digerakkan. *Coupling* digunakan pada pompa bergantung pada desain sistem dan pompa itu sendiri. Macam-macam *coupling* yang digunakan pada pompa dapat berupa *fleksible coupling*, *rigid coupling*, *grid coupling*, *gear coupling*, *elastromeric coupling*, dan *disc coupling*.



Gambar 13. *Coupling*

Sumber: <http://www.maritimeworld.web>

### 1.3. Kelengkapan Pompa *Ballast*

Menurut Suwardi (2013), selain komponen – komponen yang mendukung kinerja pompa ballast diperlukan juga perlengkapan penunjang demi kelancaran produksi air *ballast*. Tentunya alat kelengkapan ini sangat diperlukan oleh pompa *ballast* diantaranya sebagai berikut :



## 1. Valve

*Valve* adalah katup pipa-pipa muat dan bongkar. Biasanya untuk membuka dan menutup dengan cara memutar *fly wheel*, atau secara elektro hidraulik dengan memutar atau menekan tombol di cargo control panel didalam cargo *control room*. Untuk kapal-kapal tanker yang mutakhir dapat pula dengan mengklik mouse komputer. Ada tiga macam *valve* yaitu :

- a. *Buterfly valve*
- b. *Gate valve*
- c. *Globe valve*

*Sea chest valve* yang digunakan tipe globe, membuka dan menutupnya dengan manual.

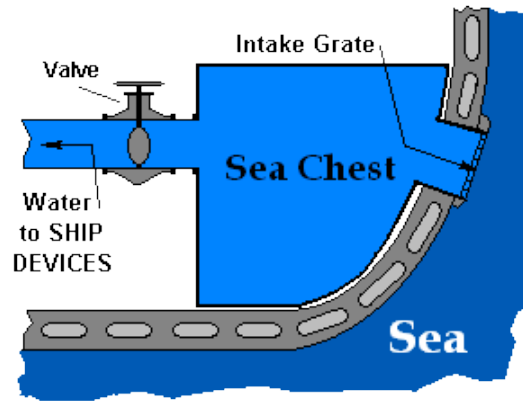


Gambar 14. *Valve* Air Laut

Sumber: Dokumentasi Pribadi

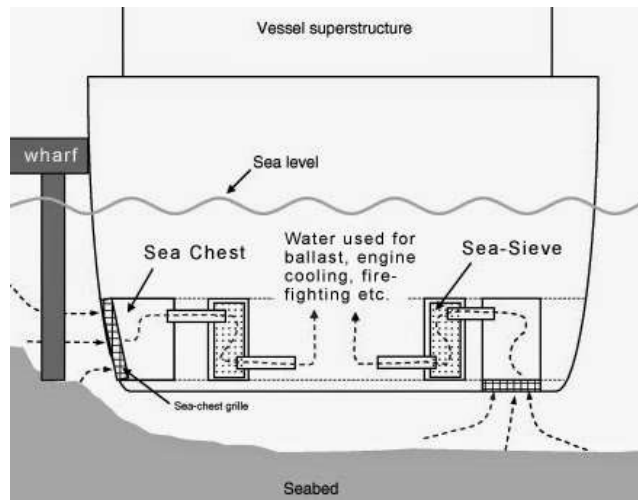
## 2. *Sea Chest*

Menurut Suwardi (2013), *sea chest* adalah lubang isap air laut, digunakan untuk mengisi *air ballast*, mencuci tangki, pendinginan mesin, *air deck*, air pemadam kebakaran, air untuk menggerakkan *screw fan*.



Gambar 15. *Sea Chest*

Sumber: <https://www.quora.com/On-a-ship-or-boat-what-is-a-sea-chest>



Gambar 16. Diagram *Sea Chest*

Sumber: <http://www.ultrasonic-antifouling.com/sea-chest/>

### 3. *Filter*

Menurut Suwardi (2013), *filter* adalah alat untuk menyaring kotoran kotoran untuk menjaga sistem pada pompa *ballast* agar tetap bersih dan terjaga dari kotoran, langkah ini dilakukan agar tidak menimbulkan kerusakan yang disebabkan oleh kotoran - kotoran yang masuk kedalam sistem.

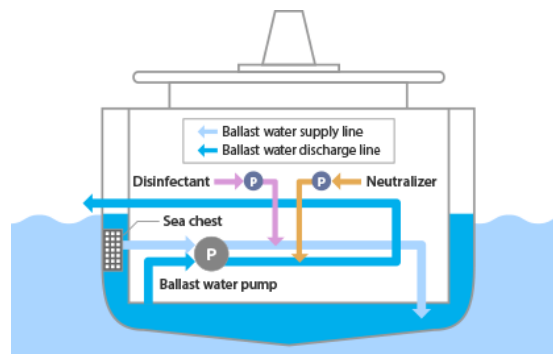


Gambar 17. *Filter Air Laut*

Sumber: <http://id.sj-filter.com/>

#### 4. Tangki *Ballast*

Menurut Suwardi (2013), tangki *ballast* adalah untuk menampung air dan menjaga kestabilan atau baik saat berlayar maupun saat bongkar muat. Tangki *ballast* ditempatkan di tangki ceruk buritan dan tangki ceruk haluan berguna untuk mengubah *trim*, serta terdapat di tangki *double bottom*, *deep ballast tank* dan *side ballast tank* berguna untuk memperoleh syarat yang tetap.

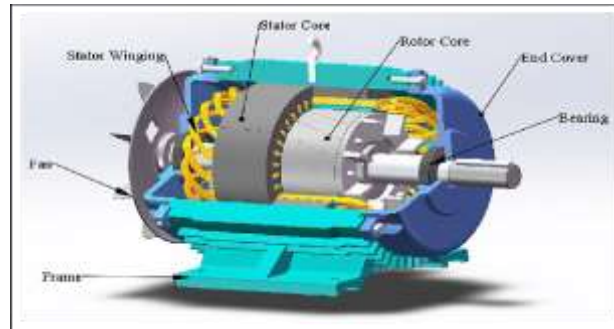


Gambar 18. Tangki *Ballast*

Sumber: <http://www.maritimeworld.web.id/2014/05/sistem-air-balast.html>

#### 5. *Elektromotor*

Menurut Suwardi (2013), *electromotor* adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, alat ini berfungsi menggerakkan pompa.



Gambar 19. Bagian – bagian *Electromotor*

Sumber: <http://www.info-elektro.com/>

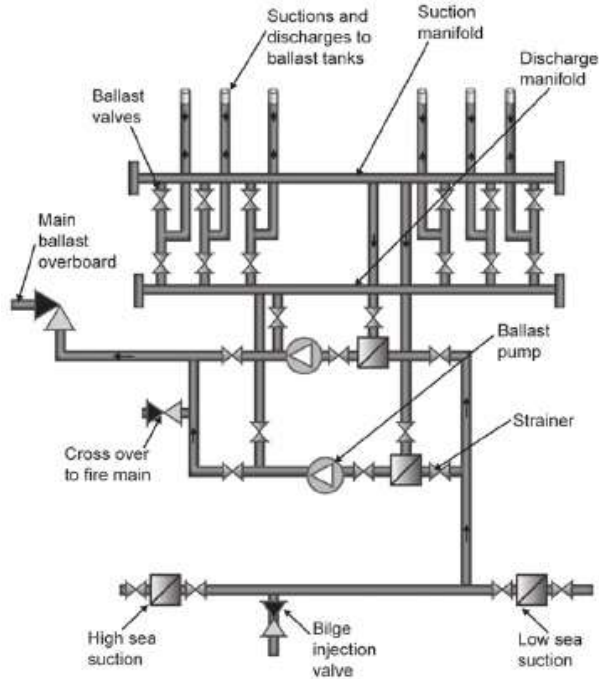
## 6. Jalur Pompa *Ballast*

Jalur pompa *ballast* adalah jalur yang menghubungkan pipa ke tangki air ballast atau tangki *double bottom* serta mengetahui cara sistem pengisian pompa atau tangki *double bottom* ballast tersebut:

- a. Sisi pengisapan dari tangki air *ballast* diatur sedemikian rupa sehingga pada kondisi *trim* pun air ballast masih tetap bisa di pompa.
- b. Kapal yang memiliki tangki *double bottom* dalam ukuran cukup lebar juga dilengkapi dengan sisi isap pada bagian luar tangki. Panjang tangki air *ballast* lebih dari empat puluh meter, dapat melakukan sisi isap, tambahan untuk memenuhi bagian dari tangki depan.
- c. Pipa yang melalui tangki pipa air *ballast* tidak boleh lewat instalansi, tangki minyak pelumas, tangki air baku, tangki bahan bakar, dan tangki air minum.

## 7. Sistem Perpipaan

Bilamana tangki air ballast akan digunakan khususnya sebagai pengering palka, tanki tersebut juga dihubungkan ke sistim bilga. Katup harus dapat dikendalikan dari atas geladak cuaca (*freeboard deck*) Bilamana fore peak secara langsung berhubungan dengan suatu ruang yang dapat dilalui secara tetap ( mis. Ruang *bow thruster*) yang terpisah dari ruang kargo, katup ini dapat dipasang secara langsung pada collision bulkhead di bawah ruang ini tanpa peralatan tambahan untuk pengaturannya.



Gambar 20. Sistem Pipa Ballast

Sumber: <http://www.maritimeworld.web.id/>

#### 8. Jumlah dan Jenis Katup serta Fitting

Untuk katup dan fitting pada pipa hisap sistem ballast, fitting jenis Elbow 90o, katup jenis Butterfly, dan way valve. Sedangkan untuk pipa discharge sistem ballast, fitting jenis Elbow 90o, katup butterfly, strainer katup jenis SDNRV, dan 3 way valve.

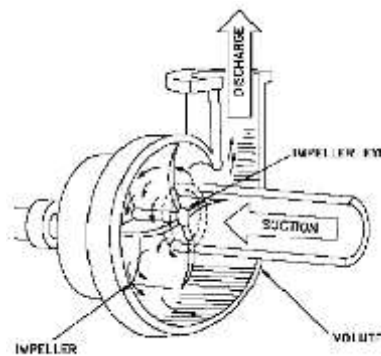
#### 1.4. Proses Kerja Dari Pompa *Ballast*

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan langsung secara terus menerus.

Prinsip kerja pompa adalah mengisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Pada sisi hisap elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan bawah pompadengan permukaan fluida yang dihisap, akibatnya fluida akan mengalir ke ruang. Elemen pompa fluida ini akan didorong atau diberikan tekanan sehingga fluida akan mengalir kedalam saluran tekan melalui lubang tekan, proses kerja ini akan berlangsung terus selama pompa beroperasi. Pompa *centrifugal* secara prinsip terdiri dari *cassing* pompa dan *impeller* yang terpasang pada poros putar pompa. (Indar Kustiningsih, 2008).

Menurut Ir. Sularso, Haruo Tahara (2000), *cassing* pompa berfungsi sebagai pelindung, batas tekan dan juga terdiri dari saluran-saluran yang untuk masukan *suction* dan keluaran *discharge*. *Cassing* ini memiliki *vent* dan *drain* yang berguna melepas udara atau gas yang terjebak.

Gambar ilustrasi di bawah ini merupakan diagram sederhana dari *centrifugal* yang menunjukkan lokasi dari *suction* pompa, *impeller* yang berputar meneruskan dan memberikan gaya putar *centrifugal* kepada cairan ini sehingga cairan bergerak menuju keluar *impeller* dengan kecepatan tinggi. Cairan tersebut kemudian sampai dan berkumpul pada bagian terluar *cassing* yaitu *volute*, *volute* ini merupakan area atau saluran pelengkung yang semakin lama semakin membesar ukurannya, dan seperti halnya *diffuser*, *volute* berperan besar dalam hal peningkatan tekanan cairan saat keluar dari pompa, merubah energi kecepatan menjadi tekanan. Setelah itu *liquid* keluar dari pompa melalui saluran *discharge*.



Gambar 21. Diagram Pompa *Centrifugal*

Sumber: <http://www.maritimeworld.web.id/2014/04/apa-yang-dimaksud-dengan-pompa-centrifugal.htm>