

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. 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 memasukkan air sebagai bahan *ballast*, pompa *ballast* memiliki peranan penting guna memperlancar suatu kegiatan kapal, baik ketika sedang melakukan bongkar maupun muat disinilah peranan pompa *ballast* dibutuhkan sebagai sarana untuk mengisi dan membuang air laut yang berada pada tangki *ballast*. Sistem pompa *ballast* adalah kegiatan mengisi air *ballast* ke dalam tangki, dapat dilakukan dengan pompa *ballast*, dapat juga dengan *gravity* atau mengalirkan air laut ke dalam tangki *ballast* yang kosong, karena permukaan air laut lebih tinggi dari pada dasar tangki saat kapal masih penuh muatan, dilakukan bersamaan pembongkaran muatan. (“*Kamus Istilah Tanker*”, Capt. SUWARDI, M. Mar, Edisi III, Jakarta, 2013).

Menurut Austin H. Crurch, 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 dikandung dengan satuan bobot *fluida* pada kondisi yang sama. Tingkat tekanan ada tiga bentuk yang saling dipertukarkan, antara lain:

##### 1. Tekanan Aktual

Berdasarkan pada ketinggian *fluida* diatas bidang datar. Jadi, suatu kolom air setinggi 2 kali mengandung jumlah energi yang disebabkan posisi *fluida* tersebut mempunyai tingkat tekanan.

##### 2. Tekanan Kinetik

Tekanan kinetik adalah suatu ukuran energi kinetik yang terkandung suatu satuan bobot *fluida* yang disebabkan oleh kecepatan dan dinyatakan oleh persamaan energi kinetik, energi ini dapat dihitung oleh tabung dari manometer dihubungkan dengan pipa dengan pipa aliran dengan 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 persamaanya, jika sebuah *manometer* terhubung dengan sudut tegak lurus aliran, maka *fluida* didalam tabung akan naik hingga level yang sama.

## 2.2. Komponen - Komponen Sistem *Ballast*

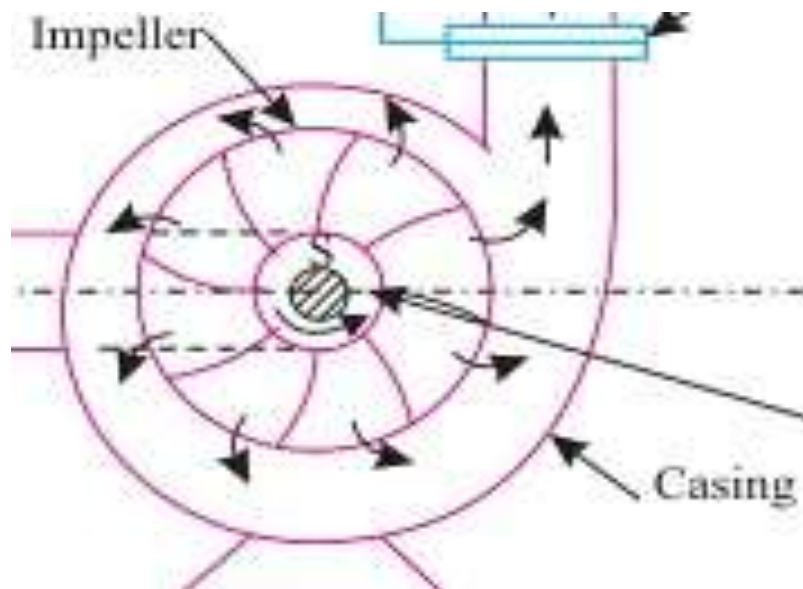
Untuk menunjang performa kerja pompa *ballast* tentunya ada komponen-komponen yang mendukung didalamnya. Pada dasarnya komponen yang digunakan kurang lebihnya sama dengan jenis pompa lainnya. Pompa *ballast* terdapat berbagai komponen untuk menunjang kinerja pompa *ballast*, hal ini perlu diperhatikan demi kelancaran dan kinerja pompa berjalan maksimal. ("*Pompa*", Uki Wiharyanto, PT. Pertamina, 2008). Berikut komponen-komponen di dalam pompa *ballast* antara lain :

### a. *Casing*

Menurut Uki Wiharyanto, komponen utama pertama dari pompa *centrifugal* adalah *casing* pompa, *casing* pompa *centrifugal* di desain 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 kedalam pompa, menuju ke *outlet* pompa, *volute casing* didesain membentuk corong, berfungsi untuk mengkonversikan energi kinetik menjadi tekanan dengan cara menurunkan kecepatan dan menaikkan tekanan, hal ini membantu menyeimbangkan tekanan hidrolik pada *shaft* pompa.



Gambar 1. *Casing Pompa Centrifugal*  
 Sumber: MT. Bintang Mas – HSB I, *Pompa Ballast*



Gambar 2. *Diagram Casing Centrifugal*  
 Sumber: “*Pompa*”, Uki Wiharyanto, PT. Pertamina, 2008.

## 2. *Impeller*

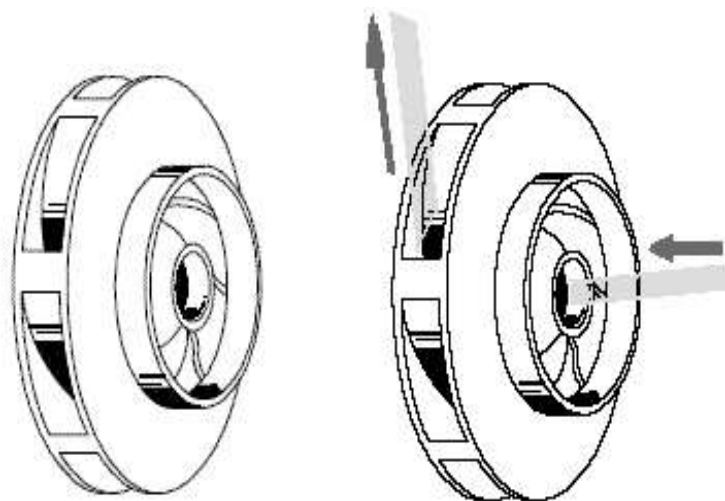
Menurut Uki Wiharyanto, *Impeller* adalah bagian yang berputar dari pompa *Centrifugal* berfungsi mentransfer energi dari pompa *Centrifugal*, yang dipompa dengan jalan mengakselerasinya dari tengah *impeller* ke luar

sisi *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 kurva karakteristik pompa tersebut. Ada berbagai macam *desain impeller* pompa *Centrifugal*, antara lain tipe tertutup dan terbuka, *tipe radial*, *mix flow*, *tipe single flow* dan *tipe non-clonging*, *tipe single stage*, dan *tipe multi stage*.



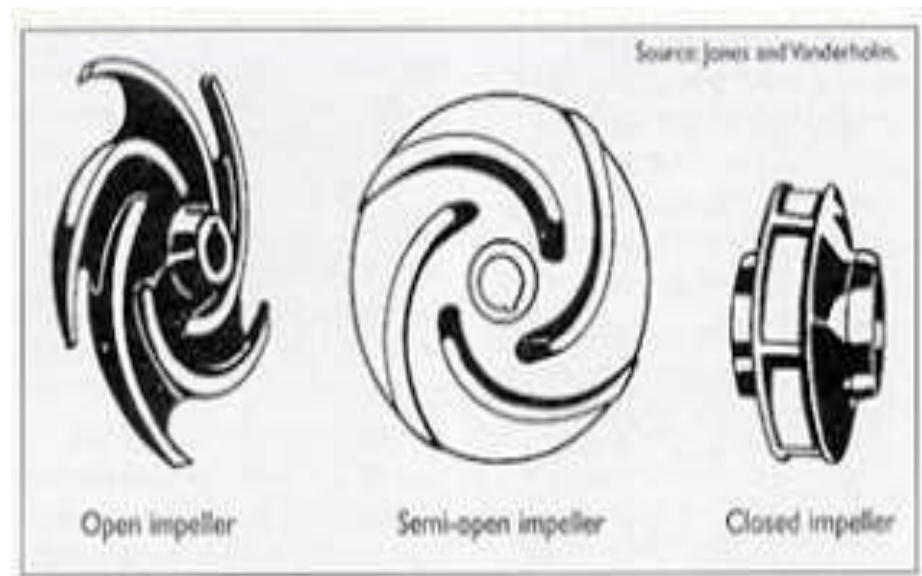
Gambar 3. *Impeller*

Sumber : MT. Bintang Mas HSB – I, Pompa *Ballast*



Gambar 4. Aliran *Impeller*

Sumber: : “*Pompa*”, Uki Wiharyanto, PT. Pertamina, 2008.



Gambar 5. Jenis - jenis *Impeller*  
 Sumber: “*Pompa*”, Uki Wiharyanto, PT. Pertamina, 2008.

### 3. Poros (*Shaft*)

Menurut Uki wiharyanto, poros pompa adalah bagian pompa yang mentransmisikan putaran dari sumber gerak, seperti motor listrik ke pompa. Yang perlu kita perhatikan adalah pada sebuah pompa *centrifugal* yang berkerja pada titik *efisiensi* terbaiknya, maka gaya *bending* porosnya akan secara sempurna tersalurkan keseluruhan bagian *impeller* pompa.



Gambar 6. *Shaft* Pompa *Centrifugal*  
 Sumber : MT. Bintang Mas - HSB I, Pompa *Ballast*

#### 4. *Bearing*

Menurut Uki wiharyanto, *Bearing* pada pompa berfungsi menahan *constarin* posisi *rotor* relatif terhadap *stator* sesuai dengan jenis *bearing* yang digunakan. *Bearing* yang digunakan pada pompa yaitu jurnal bearing 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 *stator* pompa.



Gambar 7. *Bearing*

Sumber: *Instruction Manual Book Centrifugal pump*, 1991

#### 5. *Coupling*

Menurut Uki wiharyanto, *Coupling* berfungsi menghubungkan dua *shaft*, dimana yang satu adalah poros penggerak dan lainnya adalah poros yang di gerakkan. *Coupling* yang 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*, *elastrometik coupling* dan *disc coupling*.



Gambar 8. *Coupling*  
Sumber: MT.Bintang Mas HSB - I, Pompa *Ballast*

#### 6. *Packing*

Menurut Uki wiharyanto, *Packing* pompa ballast berfungsi mengontrol kebocoran *fluida* yang mungkin terjadi pada sisi pembatasan antara pada bagian pompa yang bergerak “poros” dengan *stator*. Sistem *sealing* banyak digunakan pada pompa *centrifugal* adalah *mechanical seal* dan *gland packing*.



Gambar 9. *Packing*  
Sumber: MT. Bintang Mas – HSB I

### 2.3. Kelengkapan Pompa *Ballast*

Menurut Capt. Suwardi, 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 adalah sebagai berikut:

#### 1. *Valve*

Menurut Capt. Suwardi, *valve* adalah katup pipa-pipa muat dan bongkar. Biasanya untuk membuka dan menutup dengan cara memutar *fly wheel*, atau secara *electro 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: *Butterfly valve*, *gate valve*, dan *globe valve*. *Sea chest valve* yang digunakan tipe *globe*, membuka dan menutupnya dengan manual.



Gambar 10. *Valve*

Sumber: MT. Bintang Mas HSB - I



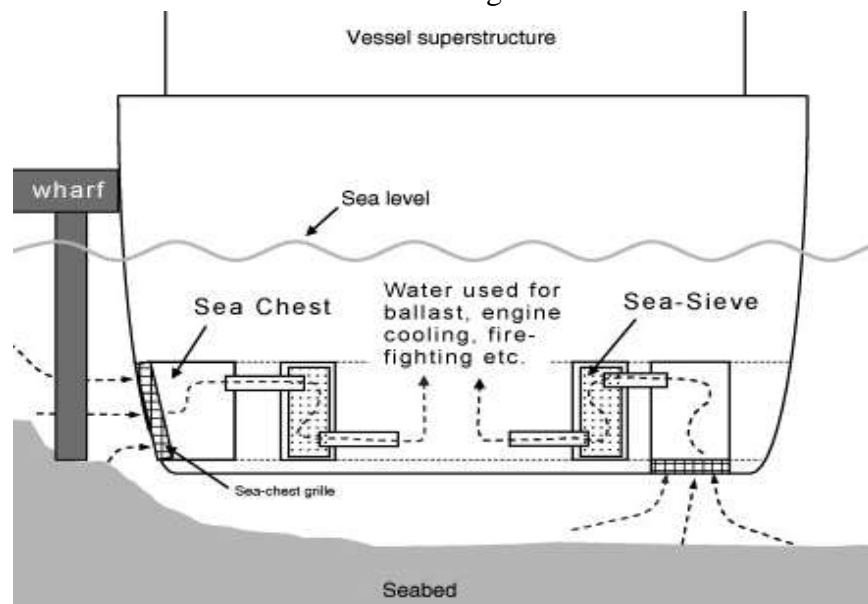
## 2. *Sea Chest*

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



Gambar 11. *Sea Chest*

Sumber: MT.Bintang Mas HSB – I



Gambar 12. *Diagram Sea Chest*

Sumber: **H.General D. Mc George**, General Engineering Knowledge, Marine Engineering Series, Stand Maritime, London 1981.

### 3. *Filter*

Menurut Capt. Suwardi, *Filter* adalah alat untuk menyaring kotoran-kotoran, demi menjaga sistem pada pompa *ballast* agar tetap bersih dan terjaga dari kotoran, langkah ini dilakukan agar tidak menimbulkan kerusakan yang di akibatkan oleh kotoran - kotoran yang masuk kedalam sistem.

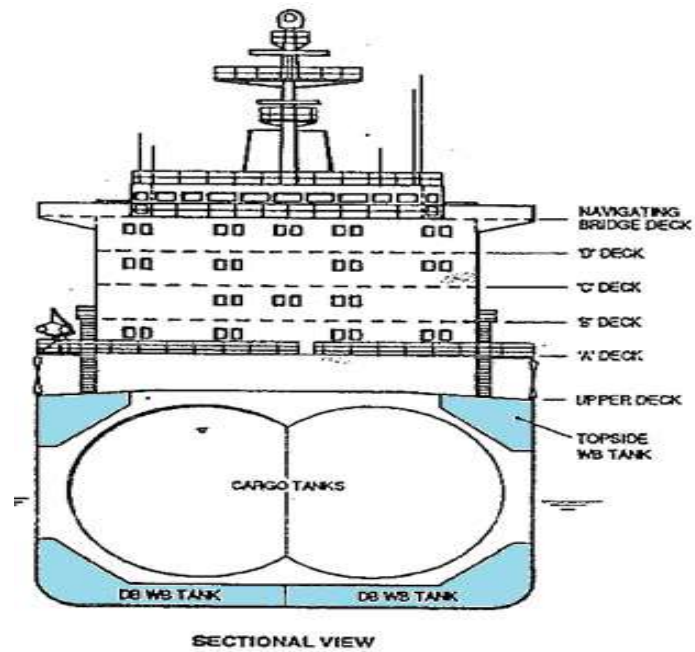


Gambar 13. *Filter*

Sumber: MT. Bintang Mas – HSB I

### 4. Tangki *Ballast*

Menurut Capt. Suwardi, Tangki *Ballast* adalah untuk menampung air dan menjaga kestabilan kapal baik saat berlayar maupun 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 tanks*, dan *side ballast tanks* berguna untuk memperoleh sarat yang tepat.



Gambar 14. Tangki *Ballast*

Sumber: *Marine Bioinvasions Fact Sheet: Ballast Water Treatment Options*, 2008, 30 Juni

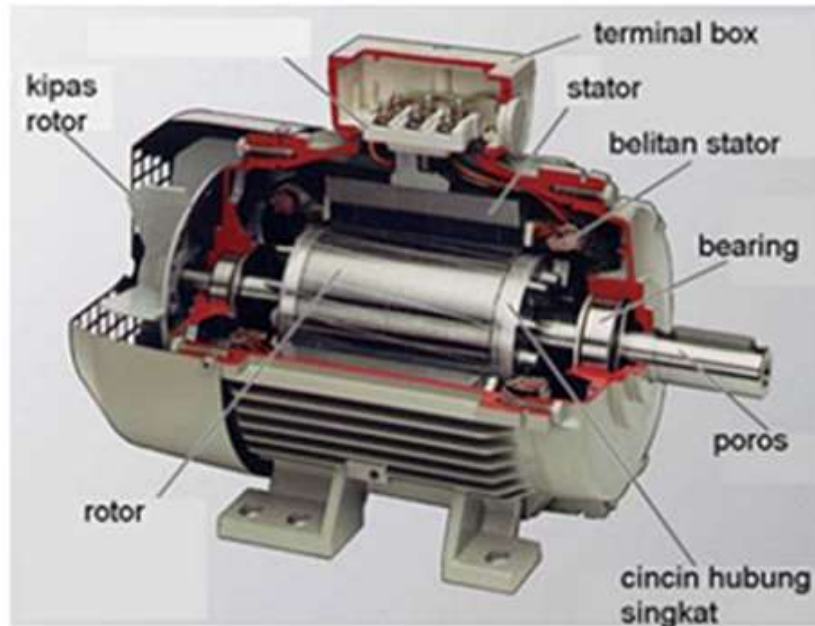
### 5. *Electromotor*

Menurut Capt. Suwardi *Electromotor* adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, alat berfungsi menggerakkan pompa.



Gambar 15. *Electromotor*

Sumber: MT. Bintang Mas HSB - I, Pompa *Ballast*



Gambar 16. Bagian - Bagian *Electromotor*

Sumber : *H.General D. Mc George, General Engineering Knowledge, Marine Engineering Series, Stand Maritime, London 1981*

#### 6. Jalur Pompa *Ballast*

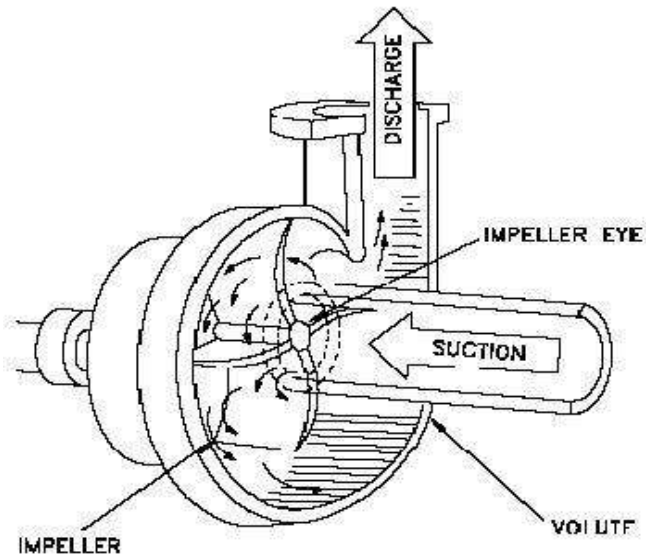
Jalur pompa *ballast* adalah jalur yang menghubungkan pipa ketangki air *ballast* atau tangki *double bottom* serta mengetahui cara sistem pengisapan pompa *ballast* tersebut :

- 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 di lengkapi dengan sisi isap pada bagian luar tangki. Panjang tangki air *ballast* lebih dari 40 meter, dapat melakukan sisi isap tambahan untuk memenuhi bagian dari tangki depan.
- c. Pipa yang melalui tangki pipa air *ballast* tidak boleh lewat instalasi, tangki minyak lumas, tangki air baku, tangki bahan bakar, dan tangki air minum.

#### 2.4. Proses Kerja dari Pompa *Ballast*

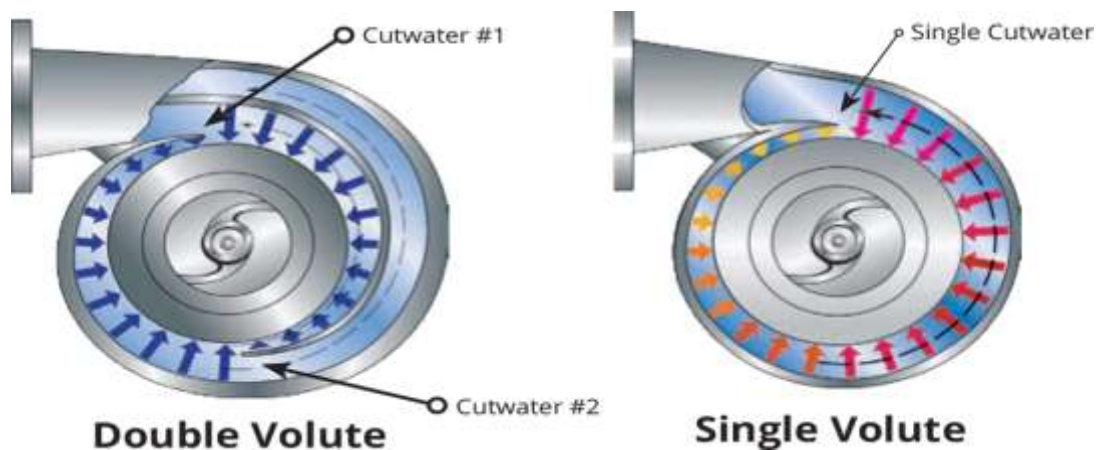
Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap *fluida*. Pada sisi hisap elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan *fluida* yang dihisap, akibatnya *fluida* akan mengalir ke ruang. Elemen pompa *fluida* ini akan didorong atau diberikan tekanan sehingga *fluida* akan mengalir ke dalam saluran tekan melalui lubang tekan, proses kerja ini akan berlangsung terus selama pompa beroperasi. Pompa *Centrifugal* secara prinsip terdiri dari casing pompa dan *impeller* yang terpasang pada poros putar pompa (sumber: “*Aliran fluida*”, Indar Kustiningsih ST. MT, Banten 2008).

Menurut Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, casing pompa berfungsi sebagai pelindung, batas tekan dan juga terdiri dari saluran-saluran yang untuk masukan *suction* dan keluaran *discharge*. Casing ini memiliki *vent* dan *drain* yang berguna untuk melepas udara atau gas yang terjebak dalam casing selain untuk juga berguna perawatannya. Gambar ilustrasi di bawah ini merupakan diagram sederhana daripada pompa *centrifugal* yang menunjukkan lokasi dari *suction* pompa, *impeller*, *volute* dan *discharge*. Casing pompa *centrifugal* menuntun aliran suatu cairan dari saluran *suction* menuju mata *impeller*, *Vanes* daripada *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 casing yaitu *volute*, *volute* ini merupakan *area* atau saluran melengkung yang semakin lama semakin membesar ukurannya, dan seperti halnya *diffusor*, *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 17. Diagram Pompa *Centrifugal*  
 Sumber: :“*Aliran fluida*”, Indar Kustiningsih ST. MT, Banten 2008.

Pompa *Centrifugal* juga bisa dibuat dengan dua *volute*. Pompa semacam ini biasa disebut *double volute pumps*, dimana *discharge* nya berbeda posisi 180°. Untuk aplikasinya bisa meminimaliskan gaya radial yang mengenai poros dan bantalan sehubungan dengan ketidakseimbangan tekanan di sekitar *impeller*. Perbandingan antara *single* dan *double volute centrifugal* bisa dilihat di bawah ini:



Gambar 18. *Single dan Double Volute Centrifugal*  
 Sumber: *Pure Ballast Technical Data*,  
 2008, 26 Juni.

## 2.5. Gambaran Umum Obyek Penulisan

Objek dalam penulisan karya tulis ini yaitu sistem perawatan dan perbaikan pompa *ballast* di Kapal MT. BINTANG MAS – HSB I, PT. Anugerah Santan Samudera JAKARTA, perusahaan tersebut berdiri sejak 2005. Kapal tersebut adalah kapal *tanker* satu-satunya milik PT. Anugerah Santan Samudera, kapal tersebut memuat *Crude Palm Oil*. Mesin yang digunakan adalah diesel AKASAKA A.37, memiliki 6 silinder, tenaga putaran mesin 2600 HP , 237 RPM ,*speed* maksimum 12 knot. Mesin AKASAKA memiliki *starting system* menggunakan angin, serta menggunakan sistem pendinginan tertutup. Tempat pembuatan kapal di *Mitsui Ichihara Engineering & Ship Building – Ichihara, Japan*. Pompa *ballast* di kapal berperan sebagai pengaturan keseimbangan kapal demi keselamatan dan kelancaran pelayaran. Pengisian dan pembuangan air tangki *ballast* menggunakan pompa *ballast*. Pembuangan air tangki *ballast* saat melakukan bongkar muat di pelabuhan. Pengisian air tangki *ballast* dilakukan saat kapal tidak memiliki muatan atau muatan kosong. Pengisian air *ballast* perlu diperhatikan *volume* air dalam tangki agar tidak meluap jika air dalam tangki penuh.