

BAB 2

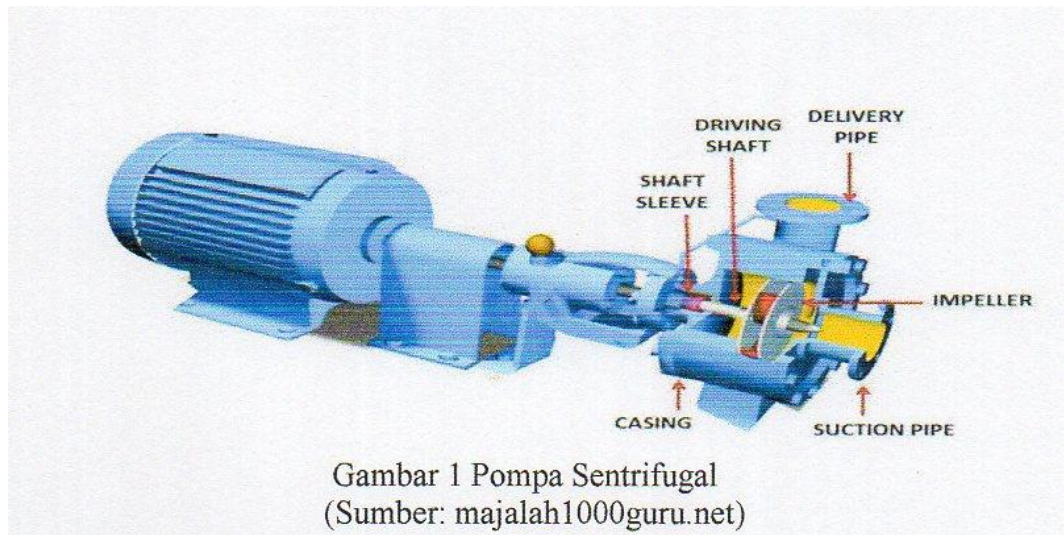
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 CARGO PUMP

Cargo Pump diatas kapal Taruna Praktek merupakan jenis pompa sentrifugal. Menurut Sularso dan Tahara (2000:4) pompa sentrifugal, daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam impeller terdesak oleh dorongan sudu-sudu yang ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair dari tengah impeller keluar melalui saluran di antara sudu-sudu. Di sini tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian pula kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeller di tampung oleh saluran berbentuk volute ini sebagian kecepatan diubah menjadi tekanan. Jadi impeller pompa berfungsi memberikan kerja pada zat cair sehingga energi yang di kandunginya menjadi lebih besar. Dari uraian di atas jelas bahwa pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan tekanan, kecepatan pada zat cair yang mengalir secara kontinyu. Kontruksi cargo pump secara garis besar dapat di golongan menjadi 3 bagian utama yaitu elemen berputar, diam dan penggerak pompa, bagian-bagian pompa sentrifugal antara lain :

- a. Elemen yang berputar : impeller dan poros
- b. Elemen yang diam : sleeve ceramic , seal, casing dan bearing
- c. Penggerak impeller : hidrolik motor

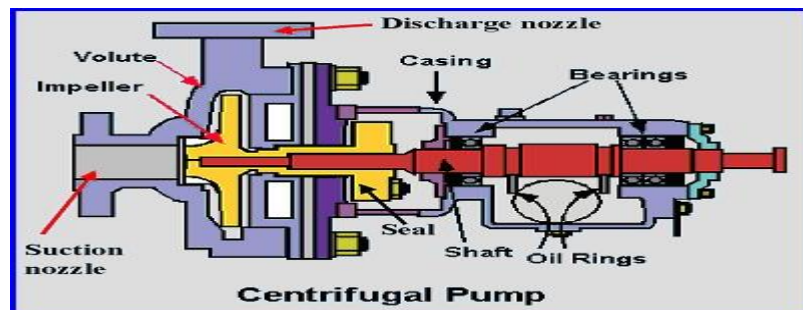
Cargo Pump di atas kapal adalah pompa yang memiliki elemen utama berupa motor penggerak dengan sudu impeller yang berputar dengan kecepatan tinggi. Salah satu jenis pompa pemindah non positif yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) fluida menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam casing.



Gambar 1 Pompa Sentrifugal
(Sumber: majalah1000guru.net)

2.2 Bagian - Bagian Pompa Sentrifugal

Secara umum bagian-bagian pompa sentrifugal dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2 Bagian - Bagian Pompa Sentrifugal.
(sumber: artikel-teknologi.com)

1. Casing
Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, di dalamnya.
2. Volute
Volute adalah bagian yang menyatu dengan casing yang memberikan arah aliran fluida dari impeller dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi tekanan.
3. Discharge
Yaitu saluran tempat keluarnya fluida yang bertekanan dari dalam pompa.
4. Suction nozzle
Yaitu saluran tempat masuknya fluida kedalam pompa.

5. Impeller

Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinyu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

6. Shaft (poros)

Poros berfungsi untuk meneruskan putaran dari penggerak selama beroperasi dari tempat kedudukan impeller dan bagian - bagian berputar lainnya.

7. Bearing

Bearing pada pompa berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar dengan baik. Bearing juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi lebih kecil.

8. Mechanical seal

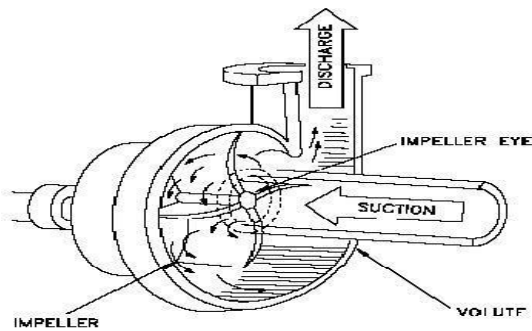
Sistem packing pada pompa adalah untuk mengontrol kebocoran fluida yang mungkin terjadi pada sisi casing pompa dengan poros pompa. Sistem sealing yang banyak digunakan pada pompa sentrifugal adalah mechanical seal dan gland packing.

9. Oil rings shaft

Oil rings shaft berfungsi sebagai perapat untuk mencegah kebocoran oli pada pompa.

2.3 Prinsip Kerja Cargo Pump

Pompa digerakkan oleh motor. Daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller yang terpasang pada poros tersebut, kemudian impeller berputar. Zat cair yang ada didalam impeller akan ikut berputar karena dorongan sudu - sudu. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller akan keluar melalui saluran diantara sudu - sudu dan meninggalkan impeller dengan kecepatan tinggi.



Gambar 3 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal.
(sumber: klikTeknik.com)

- A. Gaya sentrifugal bekerja pada impeller untuk mendorong fluida ke sisi luar sehingga kecepatan fluida meningkat.
- B. Kecepatan fluida yang tinggi diubah oleh casing pompa (volute atau diffuser) menjadi tekanan atau head. Pompa sentrifugal dapat diklarifikasikan, berdasarkan ;
- a). Kapasitas
 - Kapasitas rendah : $< 20 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Kapasitas menengah : $20 > 60 \text{ m}^3$
 - Kapasitas tinggi : $60 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - b). Tekanan Discharge
 - Tekanan rendah : $< 5 \text{ kg/cm}^2$
 - Tekanan menengah : $5 > 50 \text{ kg/cm}^2$
 - Tekanan tinggi : 50 kg/cm^2
3. Jumlah / Susunan Impeller dan Tingkat:
- a. Single stage Terdiri dari satu impeller yang tersusun seri dan satu casing
 - b. Multi stage Terdiri dari beberapa impeller yang tersusun seri dalam satu casing
 - c. Multi impeller Terdiri dari beberapa impeller yang tersusun paralel dalam satu casing
 - d. Multi impeller (multi stage) Kombinasi multi impeller dan multi stage

c) Arah aliran keluar impeller

a. Radial flow

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

b. Axial flow

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. Mixed flow

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 kapasitas lebih besar.

Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa dinamis. Pompa ini mendorong fluida dengan arah tegak lurus dari poros impeller pompa. Berbeda dengan pompa aksial dimana arah aliran fluida sejajar dengan sumbu impeller. Pompa sentrifugal salah satunya tersusun atas impeller dengan saluran masuk tepat di tengahnya. Impeller pompa sentrifugal memiliki desain yang berbeda dengan impeller pompa aksial. Impeller pompa sentrifugal akan menciptakan gaya sentrifugal untuk mendorong fluida dari sisi tengah pompa (inlet) kebagian luar impeller. Jadi, ketika impeller berputar dengan energi mekanis yang dihasilkan oleh sumber penggerak, aliran fluida akan mengarah dari inlet ke sisi luar impeller dan menuju ke dinding casing pompa. Satu bagian penting pompa sentrifugal selain impeller adalah casing pompa. Casing pompa sentrifugal memiliki desain unik seperti cangkang siput. Bentuk cangkang siput ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan

aliran fluida sementara kecepatan putaran impeller tetap tinggi. Kecepatan fluida dikonversikan oleh casing pompa menjadi tekanan sehingga fluida mencapai titik outlet pompa. Pompa sentrifugal memiliki beberapa kelebihan termasuk oprasionalnya yang halus, tekanan seragam pada debit pompa, biaya perawatan rendah, dan dapat bekerja dengan kecepatan tinggi, sehingga aplikasi lebih lanjut dapat dihubungkan langsung dengan turbin uap, motor listrik, atau sumber penggerak lainnya. Penggunaan pompa sentrifugal didunia mencapai 80% karena penggunaanya yang cocok untuk fluida dalam jumlah besar dari pada positive displacement.

2.4 Maintenance Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal perlu perawatan /pemeliharaan dasar untuk menjaga atau mempertahankan keandalan kinerja maksimum pompa. Perawatan pompa yang dilakukan secara benar, akan mampu mengurangi tingkat kerusakan pompa, serta memperpanjang umur pakai pompa (life time). Berikut ini beberapa cara perawatan pompa yang harus dilakukan secara kontinyu:

A. Routine Maintenance

Routine Maintenance Merupakan inspeksi harian terhadap peralatan yang terpasang dan dalam keadaan beroperasi. Hal ini dilakukan agar gejala-gejala kerusakan dapat segera diketahui, sehingga kerusakan dapat segera diketahui, sehingga kerusakan yang lebih fatal dapat dihindari. Kegiatan yang dilakukan pada saat melakukan *routine maintenance* adalah :

- Pemeriksaan *pressure gauge*
- Memeriksa apakah terjadi *vibrasi* yang terlalu besar.
- Pemeriksaan baut-baut pada sambungan.
- Pemeriksaan *temperature* pada saat pompa beroperasi.

B. Predictive Maintenance

Merupakan tindakan perawatan yang bersifat pengamatan terhadap objek dengan melakukan pengukuran-pengukuran tertentu dan pengecekan terhadap onderdil yang sekiranya sudah tidak layak. Kegiatan ini dilakukan untuk menentukan langkah perawatan yang dilakukan serta meningkatkan

kesiapan untuk melakukan perawatan. Kegiatan yang dilakukan saat *predictive maintenance* adalah:

- Pengecekan terhadap *temperature* pompa.
- Mengukur tingkat kebisingan pompa.
- Pengecekan *vibrasi* pada alat putar.
- Memprediksi terhadap kerusakan dari pompa tersebut.

C. *Preventive Maintenance*

Preventive Maintenance merupakan pekerjaan perawatan yang sifatnya berupa pencegahan dan dilakukan secara rutin sesuai jadwal. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan peralatan dan memperpanjang umur peralatan tersebut. Hal-hal yang dilakukan pada saat melakukan *preventive maintenance* pada pompa sentrifugal adalah sebagai berikut :

- Tambah/ ganti *Grease*.
- Periksa *line* pompa & *check valve* (ganti bila perlu)
- Periksa dan bersihkan saringan isap dari pompa.
- Ukur vibrasi sebelum dan sesudah *preventive maintenance*.
- Periksa *Alignment*/ kelurusan poros sebelum dan sesudah *preventive maintenance*.
- Periksa baut-baut pondasi.
- Bersihkan pompa dan area sekitarnya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada saat *preventive maintenance* adalah:

- Pemberian pelumas

Pemberian pelumasan pada pompa dengan mengisi sesuai dengan ukuran/kapasitas yang sudah ditentukan. Apabila mengisi pelumas pada pompa melebihi ukuran yang sudah ditentukan, akan meningkatkan temperatur dengan tidak normal.

- Awal pengoperasian

Awal pengoperasian pompa yang harus diperhatikan adalah *temperature bearing*(bantalan). Dan mengganti pelumas pada bearing minimal satu minggu dua kali dan secara berkala.

- Pemberhentian operasi pompa
Operasi berhenti jika temperatur *bearing* melebihi temperatur tekanan pompa mencapai suhu 40°C dan mencari permasalahan yang membuat temperatur pompa menjadi naik, sehingga harus berhenti beroperasi.
- Memperkuat penekanan pompa
Mengencangkan *packing* untuk menghindari kebocoran yang berkelanjutan. Apabila terjadi kebocoran kembali, ganti *packing* dan kecangkan kembali.

2.5 Gangguan – Gangguan Dan Perbaikan Pompa

Tidak menghisap atau kapasitasnya lebih rendah pompa tidak menghisap (memompa) atau kapasitasnya lebih rendah dari semestinya, mungkin yang menyebabkan ialah:

- 1) Keran isap dan tekan tertutup.
- 2) Adanya kebocoran di pembuluh isap.
- 3) Dalam pompa masih terdapat udara.
- 4) Jumlah putaran pompa dibawah ketentuan (terlalu kecil).
- 5) Putaran kipas atau lengkung sudunya salah.
- 6) Kenaikan manometrik terlalu besar.
- 7) Keausan komponen

Usaha maksimal/proaktive dalam memelihara pompa harus tetap dilakukan, namun peristiwa kerusakan tentu akan terjadi, namun dgn langkah proaktive kerusakan dapat diprediksi agar dapat direncanakan perbaikan kapan dantidak terjadi kerusakan yang lebih fatal. Typical sebab tsb adalah:

- Bocornya *seal/gland packing*
- Kapasitas menurun
- Poros bengkok atau macet
- *Bearing* rusak
- *Vibrasi* tinggi
- *Casing* bocor

Step2 dibawah ini perlu dilakukan sebelum membongkar/mengangkat pompa

- Buka data kondisi atau pengukuran terakhir dan histori2 kebelakang

- Tanyakan/diskusikan dengan Operator ,apa yang di ketahui, gejala/penyebab dan hal2 yang berkaitan dengan kerusakan pompa tsb.
- Investigasi saat jalan atau minta dijalankan (jika memungkinkan) agar bisa men diagnose kerusakan tsb dengan cara;
- Amati jika ada yang aneh,: bocor, getar, panas dll
- Dengarkan : tidak normal, bunyi, dll
- Feeling : rasakan panas sekali dll
- Bau : ada bau aneh, minyak terbakar, bau dari cairan dalam pompa
- Ukur : temperature bearing, *vibrasi* dll
- Ukur input power /listrik mesin penggerak.
- Analisa vibrasi ; misal gejala *misalignment*, bearing rusak dll
- Ukur *flow* dan *pressure*

Catatan: jika telah menemukan dan menentukan penyakitnya , tentunya tidak harus melakukan semua step tsb. diatas.

Pengecekan dan Perbaiki Pompa

Jika dalam diagnose mengharuskan pompa harus di bongkar, urutan yang perlu dilakukan ;

1. *Check alignment* pompa apakah ada keausan, atau kekurangan *grease*
 2. Bongkar pompa, *check body gasket , seat.*
 3. *Visual check impeller* dan *casing wear rings*. Juga *check impeller* dengan *casing wear ring clearence*, *check impeller, volutes* dan *balance hole* apakah buntu.
 4. *Check flush lines* dan *quench lines* apakah ada *internal corrosion* atau buntu
 5. *Visual check* kondisi dari *pressure gauge* etc.
 6. Tentukan dapat diperbaiki di site atau harus di remove ke shop/bengkel
- Jika yang diperkirakan adalah kerusakan bearing pada pompa atau motor
Check radial clearence dan float di pompa/motor
 Jalankan motor dan check untuk *abnormal noise* dan *vibration*
 Jika motor tidak baik ,angkat motor dan repair.

A. Menganalisa *Mechanical Seal*

Selama pompa sedang dalam perbaikan sangat disarankan secara seksama menganalisa/menguji setiap komponen. *Recommended procedure/check list* perlu disiapkan yang sesuai dengan pompa dan part2 se- belum pembongkaran di mulai. Sehingga dalam pembongkaran pengecekan komponen dapat langsung dilakukan dan dapat menentukan tindakan lanjutan.



Gambar 4 mechanical seal
(sumber: majalah1000guru.net)

B. INSPEKSI MELIPUTI

1. *Visual check impeller dan nut : wear/aus, erosion, corrosion atau lain2 deterioration*
2. Lepaskan mur dan periksa tegangan seal
3. Record posisi impeller terhadap frame pompa
4. Ganti mur impeller dan impeller
5. *Inspect wear ring inboard.*
6. *Check dan record throttle bushing clearance.*
7. *Check body gasket faces.*
8. *Remove stuffing box body dari frame pompa.*
9. *Check stuffing box gasket face, bore dan pilotts*
10. *Remove dan inspect semua shaft keys.*
11. *Remove sleeve, seal, sleeve gasket dan sleeve flange.*
12. *Check bearing pompa. Record end float, check keausan, erosion, corrosion, dan kelurusan.*

13. *Excessive axial end play.*

Excessive shaft movement dapat berakibat pitting, fretting atau keausan titik kontak pada shaft dan packing atau mechanical seal area. Ini dapat mengakibatkan over atau under loading pada -spring yang menghasilkan rate keausan yang tinggi dan kebocoran. Juga berakibat strain dan keausan pada bearing. Bearing yang kurang baik juga dapat menyebabkan *shaft end play* yang besar/excessive.

Untuk pengecekan hal tsb. dapat di check dengan memasang dial indicator (seperti gambar) magnet base pada frame dan jarum kontak dengan ujung/shoulder shaft. Gerakan end play dari ujung berlawanan. Total endplay yang baik untuk dapat dilanjutkan adalah antara .001 in — .004 in.

14. Shaft bengkok/bent: Bila sebuah pompa shaftnya bengkok atau mis alignment, umur bearing, umur *mechanical seal* dan merusak performance . Shaft bengkok juga menyebabkan *vibrasi* dan kerusakan coupling. Untuk mengecek kondisi ini pasanglah dua dial indicator (seperti gambar) . Putarlah dan catat penunjukan dial “*run out*”nya. Jika run out lebih besar dari .002 in. maka shaft harus di luruskan

Shaft harus di check di beberapa titik/tempat.

15. Check semua pilots fits untuk *concentricity*. Juga check *radial movement shaft* : *Excessive radial shaft movement* akan mempercepat kerusakan seal dan *shaft, whip, deflect* dan *vibrasi*. Type movement ini disebabkan oleh pemasangan bearing yang tidak fit di bearing-housing atau kemungkinan shaft longgar terhadap inner race dari bearing. Bila bearing bore longgar/over size bisa akibat dari *corrosio, aus/wear* atau tidak sempurna saat machining. Untuk mengecek kondisi ini kita dapat menggunakan dial indikator. Dial ditempatkan pada Od dan dekat dengan shaft, shaft diangkat dan dial dapat menunjukkan -Berapa besar movement. Bila total movement melebihi .003 in. , maka bearing dan bearing fits harus di check dan perlu repair