

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan sumber kehidupan yang sangat penting bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Dikarenakan Negara kita Indonesia terletak pada garis khatulistiwa yang menyebabkan Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan kemarau (kering). Dan pada saat musim kemarau ada beberapa tempat masyarakat yang berpotensi kekurangan air bersih.

Penggunaan pompa pada kehidupan sehari – hari sangat penting karena digunakan untuk memindahkan fluida kerja dari satu tempat ketempat lainnya dengan metode menaikkan tekanan cairan tersebut. Maka penulis melakukan survey untuk merancang instalasi pompa yang digunakan di **PERUMAHAN PT. KELAPA SAWIT DRP**

Ada pun latar belakang perancangan ini adalah tentang kegunaan dan fungsi sebuah pompa, dimana dalam kehidupan sehari – hari manusia sangat memerlukan adanya air dan mengingat keterbatasannya beberapa perusahaan atau pabrik dalam mensuplay air bersih, sehingga di peroleh air dari sumbernya digunakan sebuah alat yaitu pompa.

Untuk merencanakan sebuah pusat air bersih, terlebih dahulu harus di tentukan lokasi dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Kemudian jumlah air yang harus dihisap dari sumber air yang sudah ditentukan. Dan dalam merencanakan penyediaan air tersebut perlu diperhitungkan keperluan perkapita perharinya.

1.2.Tujuan

Adapun tujuan dari perancangan ini adalah untuk menentukan:

- Menghitung kapasitas pompa
- Menentukan daya dan putaran pompa
- Menentukan jenis pompa
- Menentukan tinggi reservoir

1.3. Manfaat perencanaan pompa

- Dapat memahami pompa sentrifugal
- Berguna bagi pembaca dalam pengetahuan mengenai pompa
- Dapat menentukan pompa yang digunakan untuk area tertentu

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Pompa

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan, antara lain hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, elbow, sambungan (fitting), perubahan penampang, check valve, gate valve, katup, dan lain-lain.

2.2 Jenis - Jenis Pompa

Klasifikasi Pompa Bila ditinjau dari segi tekanan yang menimbulkan energi fluida maka pompa dapat diklasifikasikan dalam 2 jenis yaitu :

1. Pompa tekanan dinamis (*non positive displacement pump*)
2. Pompa tekanan statis (*positive displacement pump*)

2.3 Pompa Tekanan Dinamis

Pompa ini disebut juga dengan “ *Non Positive Displacement Pump* “ pompa tekanan dinamis terdiri dari poros, sudu - sudu impeller, rumah volut, dan saluran keluar. Energi mekanis dari luar diberikan pada poros pompa untuk memutar impeler. Akibat putaran dari impeler menyebabkan head dari fluida menjadi lebih tinggi karena mengalami percepatan.

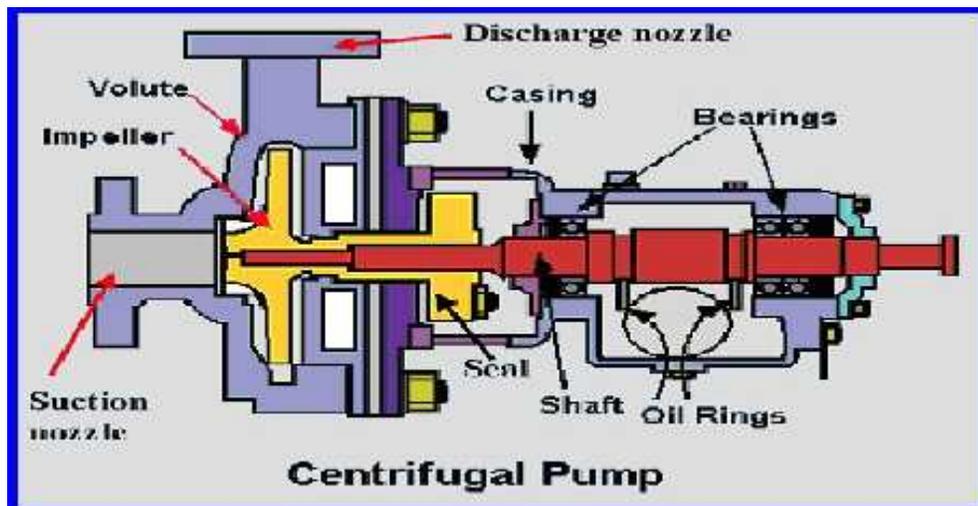
2.3.1 Pompa Sentrifugal

Salah satu jenis pompa kerja dinamis adalah pompa sentrifugal yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetik (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam casing. Adapun prinsip-prinsip dasar pompa sentrifugal ialah sebagai berikut :

- Gaya sentrifugal bekerja pada impeller untuk mendorong fluida ke sisi luar sehingga kecepatan fluida meningkat.
- Kecepatan fluida yang tinggi diubah oleh casing pompa (*volute* atau *diffuser*) menjadi tekanan atau head.

2.3.2 Bagian - Bagian Pompa Sentrifugal

Secara umum bagian – bagian pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut :



Gambar.2.1 Bagian - bagian pompa sentrifugal

2.3.3 Klasifikasi Pompa Sentrifugal

Pompa Sentrifugal dapat diklasifikasikan, berdasarkan :

1. Kapasitas :

- Kapasitas rendah : $< 20 \text{ m}^3 / \text{jam}$
- Kapasitas menengah : $20 \text{ :-} 60 \text{ m}^3 / \text{jam}$
- Kapasitas tinggi : $> 60 \text{ m}^3 / \text{jam}$

2. Tekanan *Discharge* :

- Tekanan Rendah : $< 5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
- Tekanan menengah : $5 \text{ :-} 50 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
- Tekanan tinggi : $> 50 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

3. Jumlah / Susunan Impeler dan Tingkat :

- *Single stage* : Terdiri dari satu impeler dan satu casing.
- *Multi stage* : Terdiri dari beberapa impeler yang tersusun seri dalam satu casing.

4. Posisi Poros :

- Poros tegak
- Poros mendatar

5. Jumlah *Suction* :

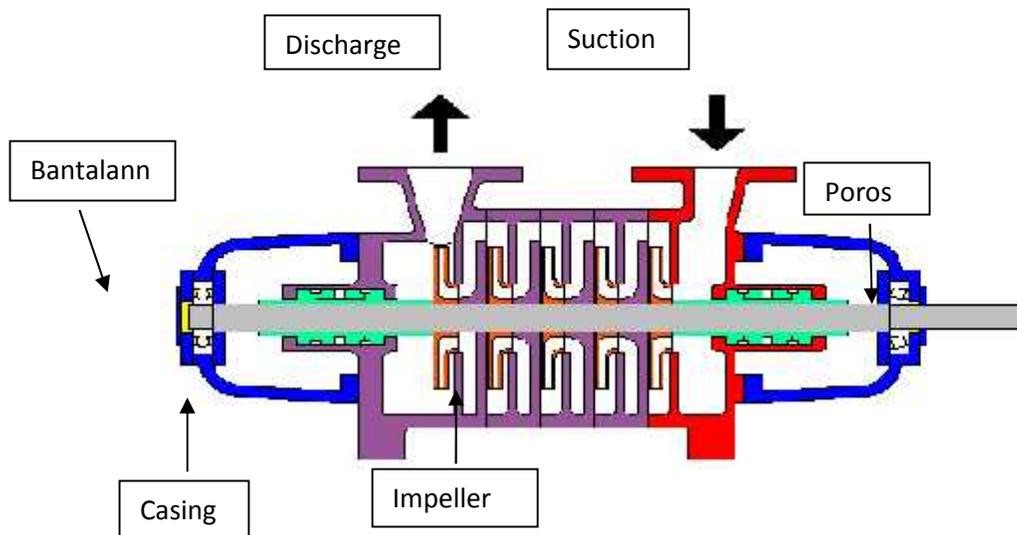
- *Single Suction*
- *Double Suction*

6. Arah aliran keluar impeller :

- *Radial flow*
- *Axial flow*
- *Mixed flow*

2.3.4 Pompa Sentrifugal Multi Stage

Pompa ini menggunakan lebih dari satu impeler yang dipasang secara seri pada satu poros. Zat cair yang keluar dari impeler tingkat pertama akan diteruskan ke impeler tingkat kedua dan seterusnya hingga tingkat terakhir. Head total pompa merupakan penjumlahan head yang dihasilkan oleh masing - masing impeler. Dengan demikian head total pompa ini relatif tinggi dibanding dengan pompa satu tingkat, namun konstruksinya lebih rumit dan lebih besar.



Gambar.2.2 Pompa sentrifugal multi stage

2.3.5 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal Multi Stage :

Pompa sentrifugal multi-stage mempunyai beberapa impeller (baling-baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller didalam zat cair. Maka zat cair yang ada didalam impeller, oleh dorongan sudu-sudu dapat berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller ke luar melalui saluran diantara sudu-sudu. Disini head tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian pula head kecepatannya menjadi lebih tinggi karena mengalami percepatan. Zat cair yang keluar melalui impeller ditampung oleh saluran berbentuk volut (spiral) dikelilingi impeller dan disalurkan keluar pompa melalui nosel. Didalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran diubah menjadi head tekanan. Jadi impeller pompa berfungsi memberikan kerja pada zat cair sehingga energy yang dikandungnya menjadi lebih besar.

2.4 Persamaan Aliran Air Pada Pompa

Dari theorem Bernoulli diperoleh:

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z = H$$

Dimana :

$$P = \text{Tekanan (N/m}^2\text{)}$$

$$\gamma = \text{Berat jenis air pada suhu } 25^\circ\text{C}$$

$$= 9778 \text{ (N/m}^3\text{) (Dari pustaka.5)}$$

$$V = \text{Kecepatan (m/det)}$$

$g = \text{Percepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m/det}^2$

$Z = \text{Head elevasi (m)}$

$\frac{P}{\rho} = \text{Head tekanan (N/m}^2)$

$\frac{V^2}{2 \cdot g} = \text{Head kecepatan (m/det)}$

Disamping head di atas, masih ada lagi head yang diketahui yaitu head losses. Head losses yaitu kerugian atau kehilangan energi yang terjadi akibat fluida yang mengalir disepanjang pipa dan mengalami gesekan yang disebabkan oleh penampang saluran pipa yang kasar, elbow, fitting. Head ini dibagi atas dua bagian yaitu :

1. Mayor Losses

Mayor losses adalah kerugian-kerugian akibat gesekan fluida dengan dinding pipa.

Mayor losses dapat dihitung dengan persamaan :

$$H_f = f \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

$H_f = \text{Kerugian tinggi-tekan fluida yang mengalir (} \textit{major losses} \text{) (m)}$

$f = \text{Suatu koefisien empiris yang tergantung pada angka Reynolds}$

(faktor gesekan)

$g = \text{Percepatan gravitasi (m/det}^2 \text{)}$

$L = \text{panjang pipa (m)}$

D = diameter pipa (m)

V = kecepatan rata – rata aliran fluida dalam pipa (m/det)

2. Minor Losses

Minor losses adalah kerugian-kerugian yang terjadi akibat *fitting* (pembelokan, katup, penyempitan, dan lain-lain).

Minor losses dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$H_L = \sum K \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

H_L = Kerugian-kerugian yang terjadi akibat fitting (*minor losses*) (m)

K = Koefisien fitting

g = Percepatan gravitasi (m/det²)

V = Kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/det)

2.5. Head Pada Instalasi Pompa

Head pada pompa terdiri dari beberapa jenis, antara lain :

a. Head suction statis (H_{ss})

Head suction statis adalah head pompa pada sisi isap, diukur dari permukaan fluida pada tangki bawah ke *center line* pompa. Bila permukaan fluida pada tangki bawah di bawah permukaan *center line* pompa, maka head diberi tanda positif (+), demikian sebaliknya.

b. Head suction dinamik (Hsd)

Head suction dinamik adalah head pompa pada sisi isap, yang merupakan penjumlahan antara *mayor losses* dan *minor losses* sepanjang sisi isap pompa.

$$Hsd = H_{fs} + H_L$$

$$Hsd = f_s \cdot \frac{L_s}{D_s} \times \frac{V_s^2}{2 \cdot g} + \sum K_s \cdot \frac{V_s^2}{2 \cdot g}$$

c. Head suction total (Hst)

Head suction total adalah head total pada sisi isap, yang merupakan penjumlahan antara *head suction static* (Hss) dengan *head suction dinamik* (Hsd).

$$Hst = Hss + Hsd$$

d. Head discharge statis (Hds)

Head discharge statis adalah head total pompa pada sisi buang, diukur dari *senter line* pompa sampai kebatas permukaan air tangki atas.

e. Head discharge dinamik (Hdd)

Head discharge dinamik adalah head pompa pada sisi buang, yang merupakan penjumlahan antara *major losses* dan *minor losses* pada sisi buang pompa.

$$H_{dd} = H_{fd} + H_{Ld}$$

$$H_{dd} = f_d \times \frac{L_d}{D} \times \frac{V^2}{2.g} + \sum K_d \times \frac{V^2}{2.g}$$

f. Head discharge total (Hdt)

Head discharge total adalah head total pompa pada sisi buang yang merupakan penjumlahan antara *head discharge statis* dengan *head discharge dinamik*.

$$H_{dt} = H_{ds} + H_{dd}$$

Bila head suction total dijumlahkan dengan head discharge total maka akan diperoleh head total pompa yaitu :

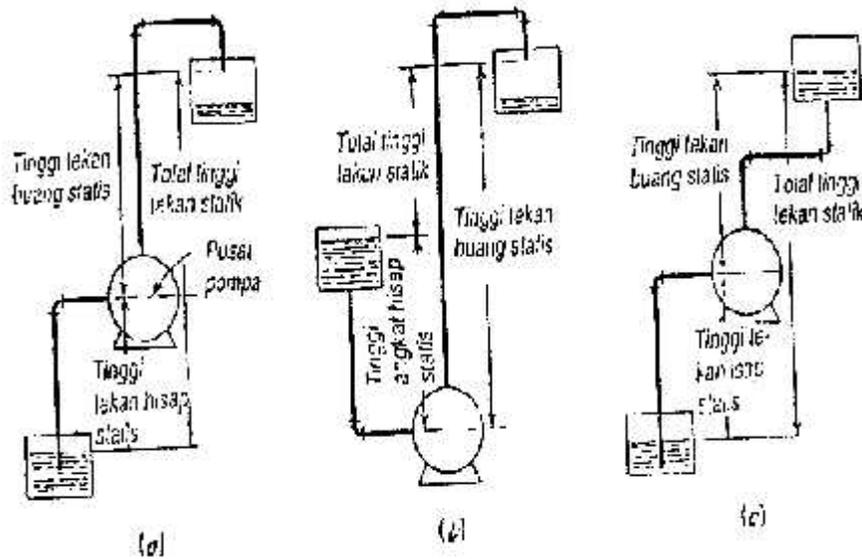
$$H_p = H_{st} + H_{dt}$$

Dimana :

H_p = Head pompa

H_{st} = Head suction total

H_{dt} = Head discharge total



Gambar 2.3. Instalasi head pompa

2.6. Putaran Spesifik

Kecepatan putaran spesifik pompa adalah merupakan fungsi dari kapasitas pompa, head, putaran rotor pada efisiensi pompa yang maksimum pada kondisi persamaan dapat ditulis sebagai berikut :

$$n_s = \frac{n \times \sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Dimana :

n_s = Putaran spesifik (rpm)

n = Putaran pompa (rpm)

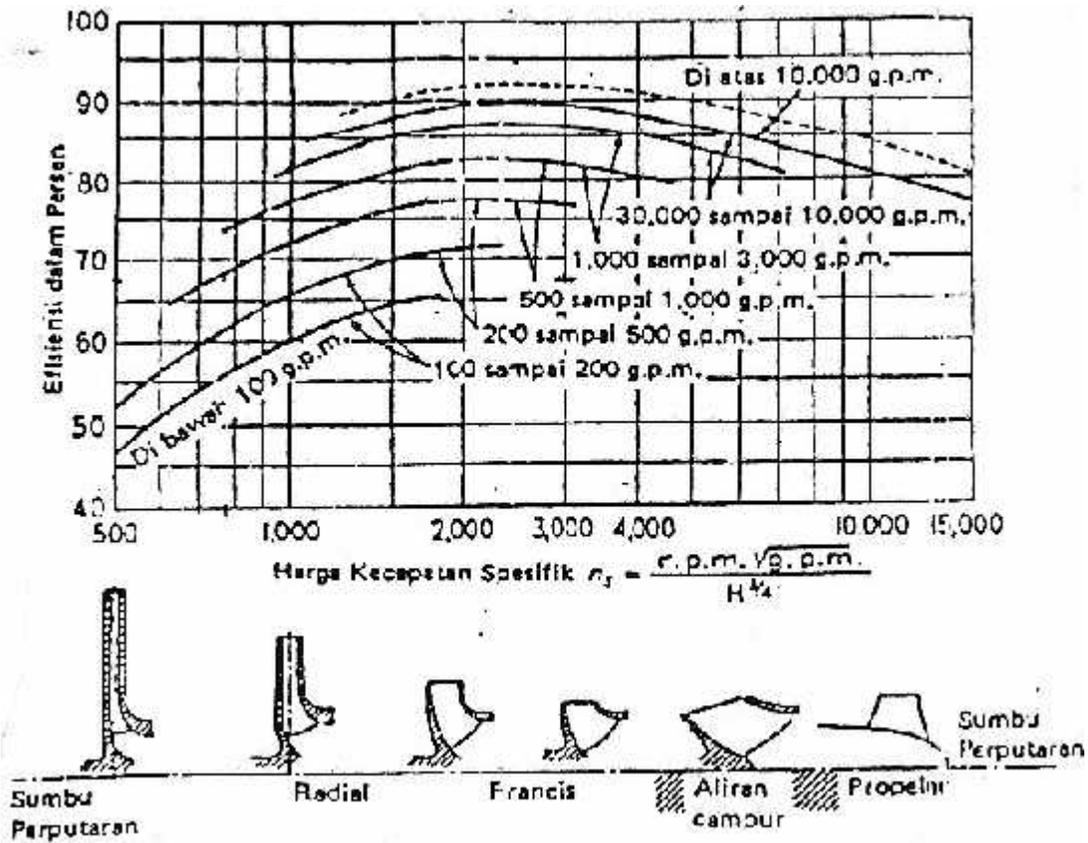
Q = Kapasitas pompa (gpm)

H = Head pompa (ft)

Untuk mengetahui jenis impeller, perlu diketahui terlebih dahulu putaran spesifik dari pompa yang akan dirancang, agar dapat dicapai efisiensi yang maksimum. Masing - masing impeller mempunyai satu daerah kecepatan spesifik yang membuat impeller dapat beroperasi dengan baik.

Tabel 2.1. Jenis - Jenis Impeler

No	Jenis impeller	Ns (British)
1.	Impeler Radial	500 s/d 1500
2.	Impeler Prancis	1500 s/d 4500
3.	Impeler Mixed	4500 s/d 8000
4.	Impeler Propeller	> 8000



Gambar 2.4. Efisiensi berdasarkan kapasitas dan putaran spesifik

2.7. Daya Pompa

Daya pompa yang dibutuhkan untuk menggerakkan sebuah pompa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$N_p = \frac{\gamma \times Q \times H}{1000 \times \eta_p}$$

Dimana :

N_p = Daya pompa (KW)

γ = Berat jenis air (N/m^3)

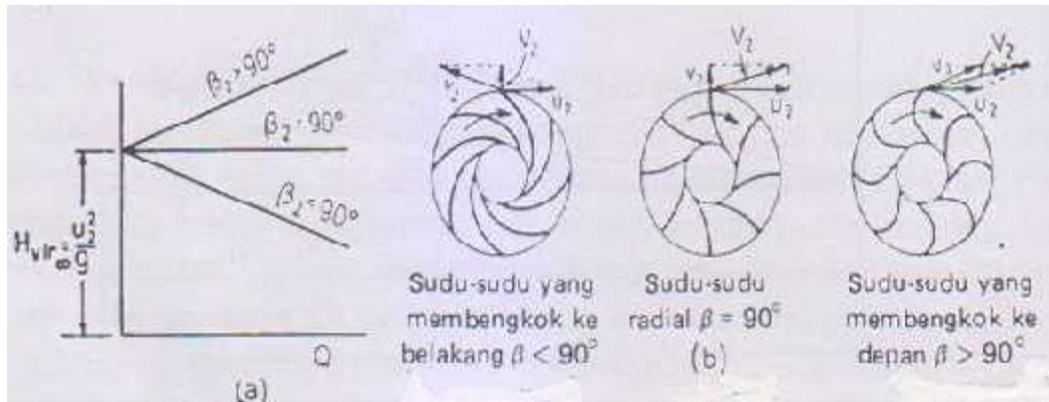
Q = Kapasitas pompa (m^3/det)

H_p = Head pompa (m)

η_p = Effisiensi pompa (%)

2.8. Pemilihan Bentuk Sudu

Pemilihan sudu sangatlah penting, karena bentuk dari sudu sangat berpengaruh terhadap tinggi tekanan (head), sudu tidak boleh dibuat terlalu panjang karena akan membuat gesekan. Factor utama yang mempengaruhi pemilihan bentuk sudu adalah sudut pada sisi keluar impeller



Gambar 2.5. Kurva - kurva kapasitas-tinggi tekan semu dan diagram kecepatan sisi keluar untuk berbagai sudu

1. $\beta < 90^\circ$: Dimana sudu - sudu membengkok kebelakang
Bentuk sudu ini seperti akan memberikan distribusi aliran yang merata pada impeller. Dimana dalam hal ini akan mengurangi hidrolis.
2. $\beta = 90^\circ$: Dimana sudu - sudu radial
Head teoritis yang dihasilkan adalah konstan untuk setiap harga kapasitas.
3. $\beta > 90^\circ$: Dimana sudu – sudu membengkok kedepan
Akan menyebabkan head teoritis naik untuk menaikkan kapasitas, akibatnya untuk perubahan teoritis dan kapasitas dibutuhkan daya yang lebih besar.

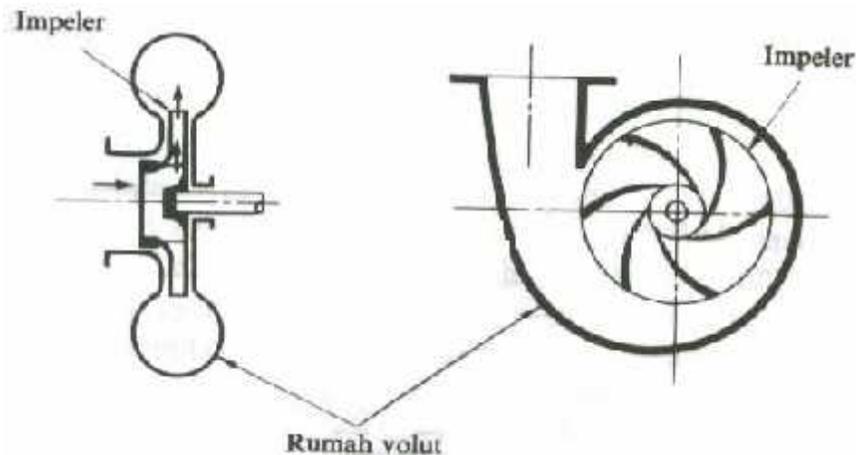
Dari ketiga bentuk sudu diatas, yang paling banyak digunakan adalah bentuk sudu yang dibengkokkan kebelakang dengan sudut pada posisi keluar impeller ($\beta < 90^\circ$), oleh karena head dan kapasitas dapat divariasikan serta efisiensi yang dihasilkan juga akan lebih besar, karena rugi – rugi hidrolis yang semakin kecil.

2.9. Rumah Pompa

Rumah pompa pada pompa sentrifugal dirancang sedemikian rupa agar energy kinetic yang dihasilkan dapat diubah menjadi energi tekanan sebelum fluida tersebut meninggalkan rumah pompa. Rumah pompa dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam :

1. Pompa Volute

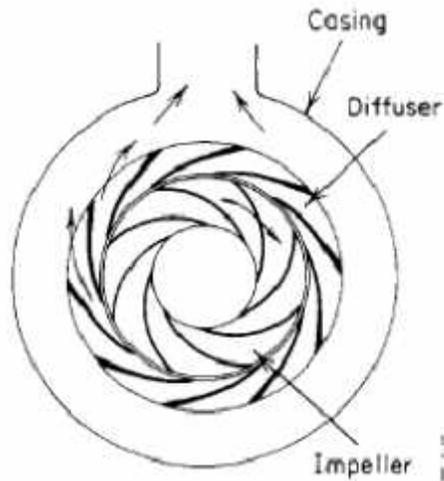
Pompa volute adalah suatu pompa sentrifugal dimana zat cair dari impeller secara langsung masuk ke rumah pompa. Gambar konstruksinya dapat dilihat pada gambar dibawah berikut.



Gambar 2.6. Gambar Pompa Volute

2. Pompa Diffuser

Pompa diffuser adalah sebuah pompa yang dilengkapi dengan suatu diffuser disekeliling luar impellernya. Kontruksi dan bagian lainnya adalah sama dengan pompa volute. Sudu – sudu diffuser berfungsi untuk memperbaiki efisiensi pompa, juga menambah kekuatan rumah pompa yang besar dan head yang tinggi.



Gambar 2.7. Pompa Diffuser

2.10. Kavitasi

Kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir karena tekanan statisnya berkurang sampai dibawah tekanan uap jenuhnya. Gelembung – gelembung uap air akan mengalir bersamaan dengan aliran fluida, hingga mencapai daerah yang mempunyai daerah yang mempunyai tekanan yang lebih tinggi. Dimana gelembung - gelembung tersebut akan mengecil secara tiba – tiba yang akan menyebabkan shock yang besar pada dinding pipa yang didekatnya.

Pengaruh kavitasi terhadap pompa adalah :

1. Rusaknya permukaan dinding pipa.
2. Terjadinya perubahan bentuk energi, yaitu dari energi kecepatan menjadi energi tekan.
3. Timbulnya gelembung uap akan memperkecil kapasitas aliran dan head dari pompa.

BAB III

PERHITUNGAN KAPASITAS POMPA

3.1 Perhitungan Kapasitas Pemakaian Air

Untuk merencanakan sebuah pengolahan air terlebih dahulu harus ditentukan jumlah konsumen yang akan dilayani. Dalam merencanakan jumlah penyediaan air perlu dihitung keperluan perkapita untuk setiap harinya. Untuk menghitung kapasitas pompa, harus didasarkan pada jumlah konsumen perhari oleh setiap penduduk, serta pemakaian pada fasilitas bangunan yang ada di Perumahan PT. KELAPA SAWIT DRP.

Pada tabel dibawah ini dapat dilihat jumlah air yang kemungkinan jumlah air yang dipakai per orang dalam waktu pemakaiannya menurut jenis gedung.

Tabel 3.1 Jumlah air yang dipakai per orang dan waktu pemakaian menurut jenis gedung. (pustaka. 4, hal. 21).

Jenis gedung	Pemakaian air per hari (L)	Waktu pemakaian air (jam)	Keterangan
Kantor.	100-200	8	Per karyawan
Rumah sakit.	250-1000	10	Per tempat tidur (pasien luar: 8 L, karyawan: 120 L, Perawat: 160 L)
Gedung bioskop dan Sandiwara.	10	3	Perawat: 160 L)
Toko, departemen store	3	8	Per pengunjung
	15	7	Per pengunjung
	30	5	(karyawan: 100 L, Karyawan
Rumah makan	160-250	8-10	Penghuni: 160 L)
Kafetaria	150-300	10	" "
Perumahan	40-50	5-6	
	100-140	8	Per penghuni
Hotel, losmen	60-140	8	
			Per tamu
Sekolah Dasar	3	15	
			Per murid
Laboratorium		20	

Pabrik			Per karyawan
Stasiun Kereta api			Per orang, per shift (pria: 80 L, wanita: 100 L) Per penumpang