

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Umum Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal dan instalasi pompa (sistem pentipaan, katup, dan lain-lain) adalah merupakan 2 buah sistem yang sama dan saling mempengaruhi. Dari garis pada diagram $h-q$ pompa sentrifugal, yang sebagai garis karakteristik pompa atau juga garis peredaman (hasil pengaturan pembukaan katup) yang diketahui ketergantungan kenaikan h terhadap kapasitas q .

Untuk mengatur kapasitas q dari suatu instalasi pompa adalah sebagai berikut Perubahan karakteristik instalasi melalui (pengaturan pembukaan katup) karakteristik diubah dengan memalui atau menggunakan katup yang dipasang di dalam sistem pipa saluran dengan meningkatkan besarnya kerugian arus aliran fluida maka akan mengakibatkan perubahan dari karakteristik instalasi sehingga didapatkan titik potong yang baru dengan karakteristik pompa, gambar diatas pengaturan atau pencekikan (dengan cara memperbesar atau memperkecil pembukaan katup) ini mudah dilaksanakan, tetapi karena caranya dengan memperbesar kerugian arus aliran fluida akibatnya biaya bekerjanya adalah tinggi. Di dalam titik perencanaan dengan petunjuk notasi besarnya daya untuk alat penggerak adalah,

$$P_{\text{yang perlu}} = V_L \cdot \rho \cdot g \cdot H_{B1} / \eta \dots \dots \dots (2.1)$$

Dalam hal ini H statik + tahanan pipa. Dengan kecilnya pembekuan katup pengecilan berakibat kapasitas fluida didalam saluran tekanan berkurang menjadi V_3 maka :

$$P_{\text{yang perlu } 3} = V_3 \cdot \rho \cdot g \cdot (H_{B3} + H_{V3}) / \eta \dots \dots \dots (2.2)$$

Sewaktu keadaan tidak tetap (H_{statik} yang kecil) $P_{\text{yang perlu } 3}$ akan dapat lebih besar dari $P_{\text{yang perlu } 1}$, bila diperhatikan dari sisi instalasi pada suatu kapasitas dari sisi instalasi pada suatu kapasitas V_3 tinggi kenaikan yang dibutuhkan hanya V_3 . Tambahan H_{V3} adalah disebabkan oleh pengecilan pembukaan katup pengecil yang merupakan bentuk dari energi yang tidak berguna.

Pengaturan dengan katup (throttle) terutama pada pompa radial harus hati-hati menggunakannya, karena meningkat keadaan hidrauliknya seperti yang ditunjukkan oleh gambar karakteristik pompa, bahwa pengaturan dengan sistem pengaturan katup adalah yang paling cepat untuk diijinkan guna dipakai, tetapi hal ini terutama berlaku bila penyimpangan kapasitas yang dibutuhkan kapasitas nominalnya hanya berlangsung dalam waktu yang singkat, dan bila daya yang dibutuhkan mesin penggerak pompa pada kapasitas yang lebih kecil menjadi makin turun (kurang dan tidak bertambah naik).

2.1.1 Jenis Pompa sentrifugal

- Pompa jenis rumah keong

Pada jenis ini impeller membuang cairan dalam rumah spiral yang berangsur-angsur berkembang, ini dibuat sedemikian rupa untuk mengurangi kecepatan dapat diubah menjadi tekanan statis. Rumah keong ini akan menyeimbangkan

radial pada poros pompa sehingga beban akan saling meniadakan, dengan demikian akan mengurangi pembebanan poros dan resultant lenturan.

- Pompa jenis difuser

Pada jenis ini baling-baling pengarah tetap akan mengelilingi runner atau impeller. Laluan-laluan yang berangsur-angsur mengembang ini akan mengubah arah cairan dan mengkonversikannya menjadi tinggi tekan tekanan (*pressure head*).

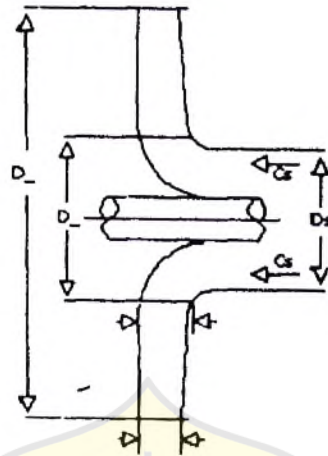
- Pompa jenis turbin

Pompa ini juga dikenal dengan pompa vorteks, peri - peri, dan regeneratif, cairan pada jenis ini di pusar oleh baling-baling impeller dengan kecepatan yang tinggi selama hampir dalam satu putaran didalam saluran yang berbentuk cincin (annular), tempat impeller tadi berputar. Energi ditambahkan kecairan kedalam bentuk impuls. Jadi pompa turbin menambah energi pada cairan dalam sejumlah impuls.

- Jenis aliran campuran dan aliran aksial

Pompa aliran campur menghasilkan tinggi tekan (head) sebagian oleh pengangkatan (lift) baling-baling pada cairan. Diameter sisi buang baling-baling ini lebih besar dari sisi masuknya. Pompa aliran aksial menghasilkan tinggi tekan oleh propeler atau oleh aksi pengangkatan (lift) baling-baling pada cairan. Diameter baling-baling pada sisi hisap sama dengan pada sisi buang. Pompa propeler merupakan jenis pompa aliran aksial.

2.2 Cara Kerja Pompa Sentrifugal



Gambar 2.2 Bagian Dalam Pompa Setrifugal

Berdasarkan gambar dapat dijelaskan cara kerja pompa sentrifugal sebagai berikut Fluida masuk melalui saluran hisap D_s kemudian dalam arah aliran Asial mengalir masuk kedalam impeller dengan kecepatan terbatas C_s Sudut pompa dimulai dari D_1 lebar sudutnya b_1 . Kecepatan mutlak mengalirnya fluida C_1 dan luas penampang yang dilalui aliran fluida =

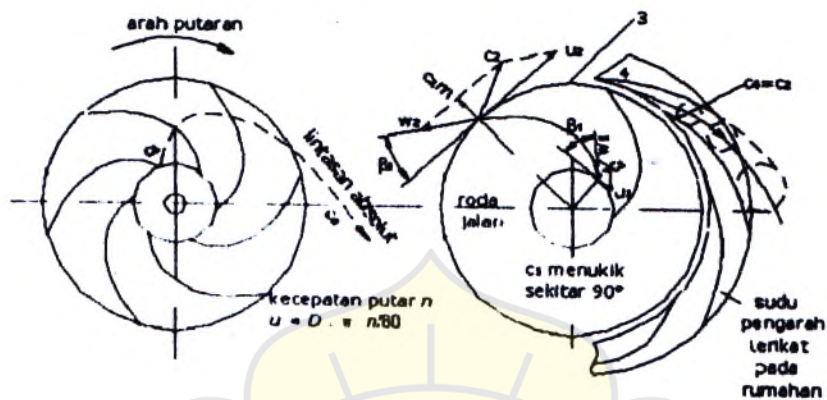
$$b_1 = \frac{Q}{D_1 \cdot \pi \cdot C_1}$$

$D_1 \times \pi \times b_1$ maka menurut persamaan kontinuitas didapat :

Dimana : b_1 = lebar sudut (m) Q = kapasitas aliran (m^3/det) D_1 = diameter masuk sudut pompa (m) C_1 = kecepatan mutlak aliran fluida masuk sudut impeller (m/det)

Dengan adanya sudut penampang yang dilewati fluida menjadi semakin sempit dan dengan demikian kecepatan fluida mengalir masuk naik sekitar 10 %

2.3 Segitiga Aliran Kecepatan Fluida



Gambar 2.3 Segitiga Aliran Kecepatan Fluida

Pada titik 1 dari gambar 2.3 diperoleh kecepatan aliran fluida masuk C_1 yang arahnya tegak lurus U_1 di dapat dari :

$$U_1 = \frac{D_1 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Dimana : n = kecepatan putaran impeller dalam rpm

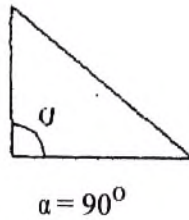
D_1 = diameter masuk sudut pompa (m)

Keterangan gambar : α

W_1 = kecepatan relative aliran fluida pada sisi masuk

B_1 = sudut masuk aliran fluida

Lihat gambar segitiga berikut :



Gambar 2.4 Segitiga kecepatan aliran fluida masuk impeller

Dari titik 1 (pada gambar 2.4) fluida mengalir ke bagian belakang dari sudut impeller yang melengkung, supaya mendapatkan paenghantaran dan pengaliran yang baik maka jumlah sudut impeller harus tertentu, karena adanya gaya centrifugal pada sudu impeller.

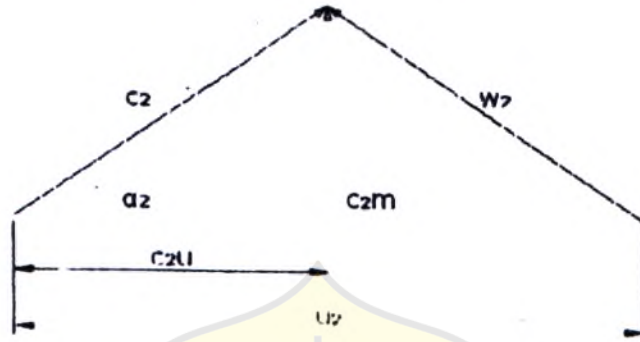
Jadi akibat dari berputarnya impeller dengan kecepatan U dan bentuk sudut impeller yang sedemikian rupa didapat kecepatan relative aliran fluida dibagian masuk sudu impeller W_1 , dan saluran keluar W_2 . Besarnya kecepatan W didapat dari persamaan kontinuitas. Diameter impeller dibagian keluar D_2 dan pada bagian masuk D_1 Lebar sudu b_2 hanya sedikit lebih kecil dari pada dibagian masuk b_1 , sehingga pada umumnya W_2 lebih kecil dari W_1 . Pada titik 2 dari gambar 2.3 fluida mempunyai kecepatan keluar mutlak C_2 . Kecepatan keliling impeller pada sisi keluar U_2 adalah :

$$U_2 = \frac{D_2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

dimana : W_2 = kecepatan relative aliran fluida pada sisi keluar impeller

β_2 = sudut keluar aliran fluida Untuk pompa sentrifugal sudut impeller yang

berguna adalah $15^\circ - 30^\circ$ maksimum sampai 50° .



Gambar 2.5 Segitiga kecepatan aliran fluida keluar impeller

Jika pompa dibuat bertingkat, sesudah keluar dari sudut fluida melalui ruang 3 tanpa sudut dan sampai didalam sudut pengarah dengan kecepatan aliran fluida C_4 . Tapi bila konstruksi pompa dibuat sederhana dimana fluida yang keluar dari impeller langsung masuk kedalam rumah pompa, maka kecepatan mutlak aliran fluida keluar C_2 harus diarahkan sedemikian rupa, perpindahan fluida dari impeller ke rumah pompa sedapat mungkin bisa bebas tanpa tumbukan.

2.4 Persamaan Utama Pada Mesin Arus Aliran Fluida (Persamaan Euler)

Perpindahan energi didalam sudut impeller adalah dari momen puntir yang bekerja pada poros diteruskan sedemikian rupa oleh sudut impeller sehingga menimbulkan kecepatan absolute fluida C_{2u} dan C_{1u} (sudu impeller bekerja sebagai tuas untuk meneruskan momen puntir poros dan menimbulkan arus kecepatan fluida). Menurut kaidah impuls, pada umumnya momen puntir diantara sisi bagian luar dan sisi bagian masuk

$$M = m_r \cdot \frac{dCu}{dt}$$

Dimana : m = massa fluida (cairan)

r = panjang tuas yang bekerja (m)

$$\frac{dCu}{dt} = \text{besarnya perubahan komponen tangensial dari kecepatan}$$

absolute fluida terhadap perubahan waktu.

Langkah demi langkah pada waktu melalui impeller

dimana : $M = m/t \times ((r_2 \times C_2u) - (r_1 \times C_1u))$

$$= m/t \times ((r_2 \times C_2u) - (r_1 \times C_1u))$$

Dimana : M = momen puntir (kg / mm)

M = massa fluida (cairan)

$r_1 = r_2$ = panjang tuas yang bekerja (m)

$C_1u = C_2u$ = kecepatan absolute komponen tangensial (m/det) momen puntir ini akan mendapat daya sesuai dengan daya yang diberikan poros $P = M \times \omega$,

dimana ω = adalah kecepatan sudut.

$$P = m \times (r_2 \times C_2u - r_1 \times C_1u)$$

Dimana : P = daya yang diperoleh poros

Dan dengan $r \times \omega = U$ = kecepatan keliling, persamaan di atas disederhanakan kepersamaan utama Euler.

$$P = ((U_2 \times C_2u) - (U_1 \times C_1u)) - \text{kerja spesitik}$$

Dimana : U_1 = kecepatan tangensial aliran fluida masuk (m/det)

U_2 = kecepatan tangensial aliran fluida keluar(m/det) Kerja spesifik Y (dalam satuan SI adalah Nm/kg) adalah kerja mekanis dari poros yang dipindahkan fluida, kerja tersebut menghisap dan memompakan masa fluida cair.

2.5 Hubungan Tinggi Kenaikan H dengan Kerja Spesifik Y

Antara tinggi kenaikan H (m) dengan kerja spesifik Y ada hubungannya yaitu $Y = g \times H$ Dimana g percepatan gravitasi (m/det) H tinggi kenaikan (m) Y = kerja spesifik Keterangan Dari persamaan Ueler ini didapat pengertian bahwa kecepatan dari suatu fluida yang dipompakan tidak diperhitungkan. Dengan demikian tinggi kenaikan pompa tidak tergantung kepada macammnya fluida yang dipompakan. Persamaan ini berlaku untuk semua jenis fluida. Persamaan ini juga berlaku untuk kompresor dan ventilator.

Bila kecepatan aliran fluida masuk C_1 diarahkan menjadi tegak lurus maka $C_1 u = 0$

$$H = \frac{U_2 \times C_2 U}{g}$$

Dimana : H = tinggi kenaikan (m)

g = percepatan gravitasi (m/det)

U_2 = kecepatan tangensial aliran fluida masuk

$C_2 u$ = kecepatan absolute komponen tangensial (m/det)

2.6 Kecepatan Spesifik

Kecepatan spesifik adalah suatu istilah yang dipakai untuk memberikan klasifikasi impeller yang berdasarkan prestasi proporsinya tanpa memperhatikan ukuran aktual kecepatannya dimana impeller-impeller itu beroperasi karena kecepatan spesifik itu adalah merupakan proporsi impeller. Kecepatan dan impeller adalah konstan terhadap hal sederetan impeller-impeller yang mempunyai sudut-sudut dan proporsi yang sama atau untuk salah satu porsi impeller yang beroperasi pada sembarang kecepatan. Kecepatan spesifik didefinisikan sebagai kecepatan dalam putaran per menit, dimana suatu porsi impeller akan beroperasi secara bersamaan, umumnya apabila diperkecil akan dapat memberikan kapasitas teruji (rating) sebesar satu Gpm pada tinggitekan total sebesar 1 ft. Kecepatan speifikdiberi symbol (N_s) yang dinyatakan dengan :

$$N_s = n \cdot \sqrt{QH}^{3/4} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana : n = putaran pompa (rpm)

Q = kapasitas pompa (Gpm)

H = Head pompa (ft) Sedangkan menurut M. Khetagur of Marini Auxialiary and System bahwa kecepatan spesifik itu adalah dihitung menggunakan rumus : $N_s = 51,65 \times n \sqrt{Q}$

Dimana : n = putaran pompa (rpm)

Q = kapasitas pompa (Gpm)

H = Head pompa (ft) 51,65 = konstanta

Kecepatan spesifik untuk setiap jenis impeller :

- Low speed impeller : $N_{si} = 40 \text{ s/d } 80$

- Moderate speed impeller : Nsi - 80 s/d 150
- High speed impeller : Nsi = 150 s/d 300
- Mixed flow impeller : Nsi = 300 s/d 600
- Axial flow : Nsi = 600 s/d 2000

2.6.1 Head Total Pompa Sentrifugal

Head total adalah ketinggian yang dapat dicapai oleh fluida oleh pemompaan yaitu :

$$H = H_d - H_s + V_d^2 - V_s^2 \dots \dots \dots (2.4)$$

2.6.2 Effisiensi Pompa

Perbandingan daya hidraulik terhadap bhp disebut sebagai gross effisiensi pompa, yaitu : $Gross\ effisiensi = \frac{Q\gamma H}{bhp}$

2.6.3 Kurva Performance dan Hukum Affintas

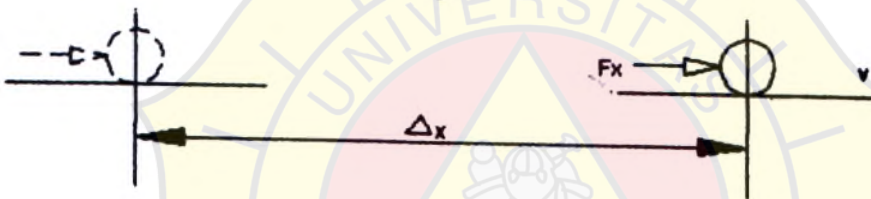
Variasi head dengan kapasitas pada putaran pompa merupakan satu karakteristik pompa. Karakteristik yang lengkap dari pompa sentrifugal juga mencakup effisiensi dan bhp. Head, kapasitas, dan bhp pompa bervariasi terhadap putaran merupakan fitur dari kurva karakteristik pompa sentrifugal. Variasi ini mengikuti aturan-aturan hukum affintas pompa sentrifugal.

- Pada saat putaran berubah kapasitas berbanding lurus terhadap putaran.
- Variasi head merupakan perbandingan pangkat dua putaran.
- *Bhp* berbanding pangkat tiga pada putaran.

$$Q_1 = n_1 : H_1 = n_1^3 : (bhp)_1 = n_1 \cdot 3Q_2 n H n^2 (bhp)_2 n^3 \dots \dots \dots (2.5)$$

2.6.4 Brake Horse Power (bhp)

Dalam dunia teknik mesin kita tidak akan terlepas dari daya yang dihasilkan ataupun yang dibutuhkan oleh suatu peralatan atau mesin. Daya dalam definisinya adalah kerja per satuan waktu. Daya dalam satuannya yang sering digunakan adalah dalam kilowatt (KW) dan horse power (HP), merupakan besaran turunan yang dapat ditentukan dengan menggunakan alat ukur daya. Jika suatu gaya diberikan suatu partikel yang bergerak Δx sepanjang lintasannya, dengan F_x adalah besaran komponen gaya yang menyinggung lintasan, maka usaha yang diberikan $\Delta w = F_x \Delta x$, dan daya rata-rata adalah :



Gambar 2. Gaya yang diberikan pada suatu partikel sepanjang lintasan

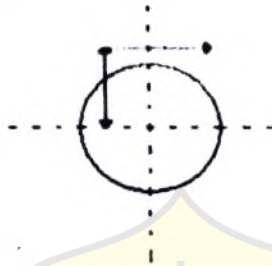
$$\text{Daya : } P = F_x \cdot V$$

$$\text{Daya sesaat : } P = F_x \cdot V$$

Setiap gaya tertentu tidak lain adalah salah satu aspek interaksi bersamaan (mutualinteraction). Antara dua buah benda. Sudah dibuktikan kalau suatu benda melakukan gaya kepada benda yang lain maka benda kedua itu selalu melakukan gaya pula kepada benda pertama, yang sama besarnya dengan arah berlawanan, dan mempunyai garis kerja yang sama.

2.6.5 Momen Torsi

Besar dan efek yang ditimbulkan oleh suatu gaya pada suatu benda bergantung pada suatu letak garis kerja gaya itu, jadi pada gambar 2.10. menyebabkan putaran pada suatu benda



Gambar 2. Momen Torsi

Garis kerja gaya dapat diperinci dengan menentukan jarak tegak lurus antara sebuah titian patokan dengan garis kerja gaya tersebut. Jarak tegak lurus dari titik ini ke garis kerja suatu gaya disebut lengan momen dari gaya tersebut terhadap sumbu. Hasil kali gaya terhadap lengan momen disebut momen gaya itu terhadap sumbu atau juga disebut gaya putar (torque).

Momen Torsi : $M_t = F_x \cdot r$ (2.6)

: $F_x = M_t / r$ (2.7)

Kecepatan keliling : $V = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n$ (2.8)

Daya : $P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \cdot M_t$ (2.9)

2.7 Mesia Fluida

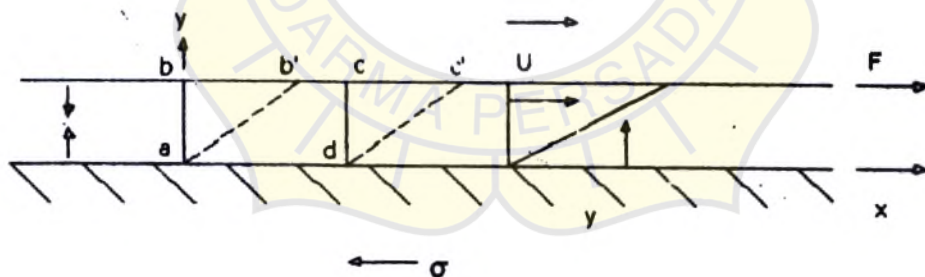
Mesin fluida adalah mesin yang berfungsi untuk merubah energi mekanik menjadi energi potensial dan sebaliknya, merubah energi mekanik dalam bentuk fluida, dimana fluida yang dimaksud adalah air, uap, dan gas. Berdasarkan pengertian diatas maka secara umum mesin-mesin fluida dapat digolongkan dalam dua golongan yaitu :

1. Golongan mesin mesin kerja, yaitu berfungsi untuk merubah energi mekanis menjadi energi fluida, contohnya : pompa, blower, compressor dan lain-lain.
2. Golongan mesin-mesin tenaga yang berfungsi untuk merubah energi fluida menjadi energi mekanis seperti : turbin air, turbin uap, kincir angin, dan lain-lain.

Pada pompa lingkup penggunaan pompa sangat luas dengan berbagai kebutuhan terhadap kapasitas dan tinggi kenaikan yang berbeda - beda, kadang-kadang pompa harus dibuat secara khusus sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan terhadap kapasitas pompa yang diperlukan, tinggi kenaikan, dan bahan (fluida) yang akan dipompa, serta terdapat juga persyaratan khusus dari mana pompa tersebut akan dipasang, dan kemungkinan pemilihan mesin penggerak pompa dan dari masalah perawatan pompa tersebut.

Definisi Fluida :

Fluida adalah zat cair yang berubah bentuk secara kontiniu (terus menerus) bila terkena tegangan geser, berapa pun kecilnya tegangan geser tersebut. Gaya geser adalah komponen yang menyinggung permukaan dan gaya yang dibagi dengan luas permukaan tersebut adalah tegangan geser rata-rata pada permukaan itu. Tegangan geser pada suatu permukaan titik adalah nilai batas perbandingan gaya geser terhadap gaya luar hingga menjadi titik tersebut. Pada gambar 2.1 suatu zat ditempatkan diantara dua plat sejajar dengan jarak yang sedemikian luas sehingga pada keadaan tepi plat dapat diabaikan. Plat bawah dengan terpasang tetap, pada suatu gaya (F) diterapkan pada plat atas yang mengarahkan tegangan geser F/A pada zat apa pun yang terdapat diantara plat- plat itu. Adalah luas plat diatas, bila gaya F menyebabkan plat atas bergerak dengan suatu kecepatan (bukan nol) yang steady, walaupun F kecil kita dapat menyimpulkan bahwa zat diantara kedua plat tersebut adalah fluida.



Gambar 2.1.Perubahan bentuk oleh penerapan gaya geser yang konstan.

Fluida yang langsung bersentuhan dengan batas benda mempunyai kecepatan yang sama pada batas yang tidak terdapat gelinciran (slip). Hal ini merupakan hasil eksperimen yang telah di kaji pada percobaan-percobaan yang

tidak terhitung jumlahnya dengan mempergunakan berbagai jenis fluida dan bahan. Fluida adalah luas a, b, c, d mengalir ke posisi yang harus terhadap plat dan kecepatan U, berubah secara seragam dari nol pada plat yang diam (stasioner) sampai U, pada plat atas. Pada percobaan-percobaan tersebut menunjukkan bahwa dengan besaran-besaran lainnya dipertahankan dengan konstan, F berbanding lurus dengan a serta U dan berbanding terbalik dengan tebal t dalam bentuk persamaan. Disini adalah faktor kesebandingan dan pengaruh fluida yang bersangkutan tercakup didalamnya jika tegangan geser : $\sigma = F/A$ Pada perbandingan U/t adalah kecepatan sudut garis a, b atau laju perubahan bentuk berkurangnya b, a, d. Kecepatan sudut tersebut juga dapat ditulis du/dy, karena baik u/t ataupun du/dy adalah lebih umum. Karena hal ini berlaku pada situasi-situasi dimana kecepatan sudut serta tegangan geser berubah dengan y. Gradien kecepatan du/dy juga dapat dibayangkan sebagai lapisan yang bergerak relative terhadap lapisan yang berdekatan, dalam bentuk differensialnya : adalah merupakan hubungan antara tegangan geser dan laju perubahan bentuk-bentuk sudut aliran fluida satu dimensi, faktor keseimbangan μ disebut viskositas.

Pompa Seperti telah dijelaskan terdahulu, pompa adalah mesin fluida yang digunakan untuk mengalirkan fluida inkompresible (tidak mampu mampam) dari suatu tempat ketempat yang lain, dari suatu tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi atau dari tekanan yang rendah ke tekanan yang lebih tinggi. Dalam hal ini pembahasan pompa tidak terlepas dari pembahasan pipa isap (suction pipe) dan pipa tekan (discharge) yang secara keseluruhan juga tentang pemompaan (*pumping system*).

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

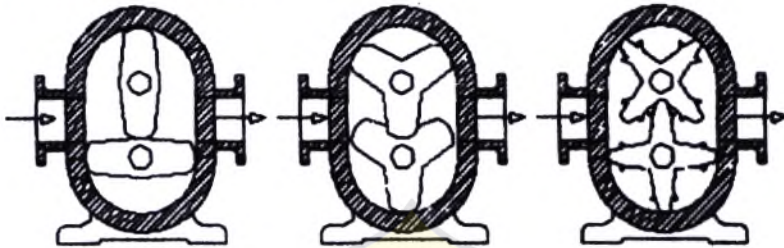
1. Pompa tekanan statis

Pompa Tekanan Statis Pompa ini disebut juga "positive displacement" dimana head yang terjadi akibat tekanan yang diberikan terhadap fluida dengan cara energi yang diberikan pada bagian utama peralatan pompa menekan langsung fluida yang di pompakan. Jenis pompa yang termasuk dalam golongan statis adalah

a. Pompa putar (Rotary Pump)

Pompa rotary terdiri dari rumah pompa yang diam dan mempunyai roda gigi, baling-baling, piston, nok (cam), segmen, sekrup da lain sebagainya yang beroperasi dalam ruang bebas (clearance) yang sempit. Sebagai ganti cairan pada pompa sentrifugal, pompa rotary akan menerapkan cairan, mendorongnya melalui rumah pompa yang tertutup, hampir sama dengan piston pompa torak. Akan tetapi tidak seperti pompa torak, pompa rotary mengeluarkan cairan dengan aliran yang lancar (smooth). Sering dianggap pompa untuk cairan kental, pompa rotary bukan terbatas pada bagian ini saja. Pompa ini akan mengalirkan hampir setiap cairan yang tidak mengandung bahan-bahan padat atraktif dan keras. Susunan penggerak pompa rotari untuk desain aneka poros (multishaft) terdiri dari dua jenis. Elemen pemompa pada poros yang digerakkan dapat menggerakkan elemen pasangannya pada poros yang bebas akan tetapi, bila bahan-bahan abrasive yang ada dalam cairan itu dapat menyebabkan keausan yang berlebihan atau

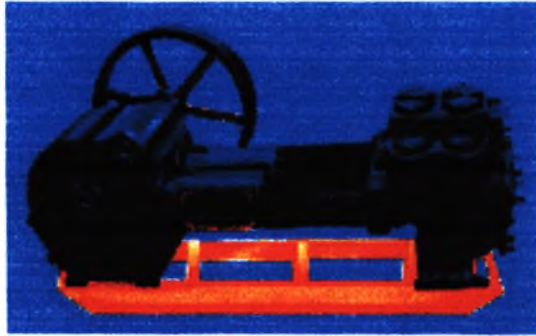
bila elemen pemompa itu fleksible, roda gigi pengatur waktu (timing gear) akan menggerakkan poros yang bebas tadi. Ini akan memungkinkan elemen-elemen pemompa beroperasi dalam ruang bebas yang sempit tanpa terjadinya persentuhan yang keras.



Gambar 2.2 Pompa Putar

b. Pompa bolak-balik (Reciprocating Pump)

Pompa bolak-balik mempunyai bagian utama berupa torak atau diafragma yang bergerak bolak-balik di dalam selinder untuk dapat mengalirkan fluida. Pompa ini dilengkapi dengan katup-katup, dimana fluida bertekanan rendah di hisap melalui katup hisap ke ruang selinder, kemudian ditekan oleh torak atau diafragma hingga tekanan statisnya naik dan sanggup mengalirkan fluida keluar melalui katup tekan. Pompa bolak-balik memiliki langkah-langkah kerja, pada langkah hisap maka terjadi kevakuman di dalam ruang silinder katup hisap terbuka maka cairan masuk ke ruang silinder, pada saat langkah tekan katup hisap tertutup dan katup keluar terbuka, sehingga fluida terdesak dan tekanan menjadi naik, kemudian aliran keluar melalui saluran keluar. Proses tersebut berlangsung terus-menerus selama pompa bekerja.



Gambar 2.3 Pompa Bolak Balik

2. Pompa tekanan dinamis

Pompa ini disebut juga dengan "Non Positive Displacement Pump" pompa tekanan dinamis terdiri dari poros, sudut sudut impeller, rymah volut, dan saluran keluar. Energi mekanis dari luar diberikan pada poros pompa untuk memutar impeller. Akibat putaran dari inpeler menyebabkan head dari fluida menjadi lebih tinggi karena mengalami percepatan. Ditinjau dari arah aliran yang mengalir melalui sudut -sudut gerak, maka pompa tekanan dinamis digolongkan atas tiga bagian, yaitu :

a. Pompa aliran radial

Arah aliran dalam sudu gerak pada pompa aliran radial terletak pada bidang yang tegak lurus terhadap 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.



Gambar 2.4 Pompa Aliran Radial

b. Pompa aliran aksial

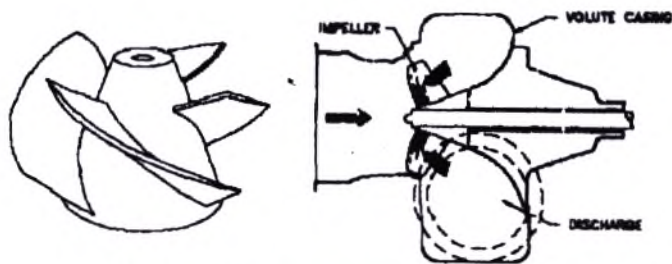
Arah aliran dalam sudut gerak pada pompa aliran aksial terletak pada bidang yang sejajar dengan sumbu poros dan head yang timbul akibat dari besarnya gaya angkat dari sudut-sudut gerakannya. Pompa aliran aksial mempunyai head yang lebih rendah tetapi kapasitasnya lebih besar.



Gambar 2.5 Pompa Aliran Aksial

c. Pompa aliran campuran

Pada pompa ini fluida yang masuk sejajar dengan sumbu poros dan keluar sudut dengan arah miring (merupakan perpaduan dari pompa aliran radial dan pompa aliran aksial). Pompa ini mempunyai head yang lebih rendah namun mempunyai kapasitas lebih besar.



Gambar 2.6 Pompa Aliran Campuran

Jadi prinsip kerja dari pompa tekan dinamis adalah dengan mengubah energi mekanis dari poros menjadi energi fluida, dan energi inilah yang menyebabkan pertambahan head tekanan, head kecepatan, dan head potensial pada fluida yang mengalir secara kontiniu.

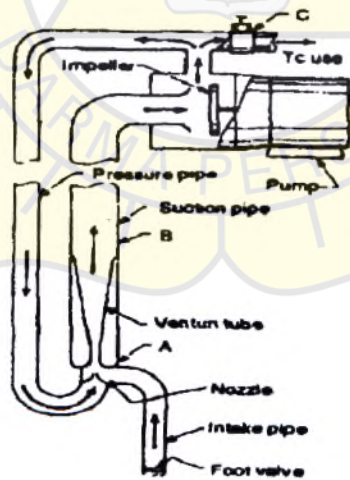
Pada pompa tekanan dinamis terjadinya aliran fluida adalah akibat dari kenaikan tekanan di dalam fluida bukan akibat pergeseran volume impeller pemindahannya seperti yang terjadi pada pompa tekanan statis. Pada pompa tekanan dinamis dijumpai poros putar dengan kurungan sudut disekelilingnya, dan melalui sudut - sudut inilah fluida mengalir secara kontiniu. Secara umum pompa tekanan dinamis dapat digolongkan atas :

- **Pompa efek khusus** merupakan salah satu jenis pompa tekanan dinamis, dimana tekanan di dalam fluida terjadi secara spesifik.
- **Pompa elektro magnetik** menggunakan prinsip elektro magnetik untuk memindahkan fluidanya. Sehingga yang biasa dipindahkan adalah cairan metal. Pompa jenis ini banyak digunakan dalam instalasi nuklir. Kelebihan pompa jenis ini dapat memompakan fluida panas dan tidak mempunyai bagian yang bergerak sehingga tidak terlalu ribing.



Gambar 2.7 Pompa Elektromagnetik

- Pompa zet umumnya dikombinasikan bekerja bersama sama dengan pompa sentrifugal. Karena dengan kombinasi ini diperoleh beberapa keuntungan, baik dari segi mekanis maupun hidrolis. Keuntungan mekanis adalah tidak ada bagian yang bergerak dalam sumur dimanapompa ini biasa digunakan.



Gambar 2.8 Pompa Zet

2.8 Kavitasasi Pompa

Sebagai pendekatan pompa, orang umumnya mengandaikan bahwa bila tekanan mutlak dalam suatu titik dalam zat cair mencapai tekanan uap untuk temperatur bersangkutan, rongga-rongga dan gelembung-gelembung akan terbentuk, rongga-rongga ini akan mengandung uap fluida gas bebas. Gejala pembentukan rongga dan pecahnya rongga itu disebut dengan kapasitas yang sudah membahayakan akan mengurangi untuk kerja pompa atau menambah rugi-rugi mekanik dan menjadi berisik, meningkatkan getaran dan mengkorosikan logam dari impeller. Akan ada sebagian titik dalam zat cair didalam pompa dimana tekanan minimum umumnya di daerah sparasi aliran dan begitu tekanan sekeliling berkurang, tekanan uap akan tercapai dan kavitasasi dimulai dititik tersebut. Sehubungan dengan kondisi ini akan terjadi mutlak yang tetap dibagian muka masukan pompa untuk debit tertentu melalui pompa itu :

1. Faktor penyebab kavitasasi

- Tekanan hisap (H_s) terlalu tinggi
- Penampang pipa (poros impeller) terlalu kecil
- Adanya getaran dan lekukan pada pipa hisap
- Kecepatan putaran impeller lebih besar dari kecepatan aliran fluida
- Temperatur fluida yang terlalu tinggi

2. Pengaruh kapitasi

- Terjadinya crosi dan korosi pada bagian dimana kapitasi terjadi sehingga elemen-elemen pompa menjadi rusak
- Perubahan energi kecepatan menjadi energi tekan oleh sudut-sudut menjadi kurang sempurna dan akibatnya efisiensi akan turun
- Terjadi gesekan pada sudut-sudut impeller

3. Pencegahan kapitasi

Untuk menghindari terjadinya kavitasi pada pompa maka dengan mengusahakan agar kecepatan aliran air masuk impeller sedikit besar dari pada kecepatan padasi hisap. Seperti telah kita ketahui bahwa gesekan yang terjadi sebanding dengan harga kecepatan pangkat dua, berarti kecepatan aliran air terjadi semakin kecil maka diameter dari eye of impeller akan menjadi tidak sempurna. Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas maka harga kecepatan aliran masuk impeller diambil sedikit lebih besar dari pada kecepatan aliran air pada sisi hisap, dan masih berada dalam batasan yang diizinkan. Dalam perencanaan instalasi pompa, hal-hal berikut ini harus diperhitungkan untuk menghindari kapitasi :

1. Ketinggian letak pompa terhadap permukaan zat cair yang dihisap harus dibuat serendah atau sedekat mungkin agar head hisap statis menjadi rendah.
2. Pipa suction pompa harus dibuat sependek mungkin jika terpaksa dipakai pipa hisap yang panjang, sebaiknya diambil pipa yang diameternya satu nomor lebih besar untuk mengurangi kerugian gesek.

3. Tidak dibenarkan sama sekali untuk memperkecil laju aliran dengan menghambat aliran sisi hisap.
4. Jika pompa mempunyai head total yang berlebihan maka pompa akan bekerja dengan kapasitas aliran yang berlebihan pula sehingga kemungkinan akan terjadinya kapitasi menjadi lebih besar karena itu head total pompa harus ditentukan sedemikian hingga sesuai dengan yang diperlukan pada kondisi operasi yang sesungguhnya.

Tiga kelas pompa yang digunakan sekarang ini adalah sentrifugal, rotari (rotary) dan torak (reciprocating). Istilah ini hanya berlaku pada mekanika fluida, bukan pada design pompa itu sendiri. Hal ini penting, sebab banyak pompa dibuat dan dijual untuk keperluan khusus, hanya dengan melitiat detail design terbaik saja, sehingga masalah yang berdasarkan kepada kelas dan jenis menjadi terlupakan. Masing-masing kelas selanjutnya dibagi lagi menjadi sejumlah jenis yang berbeda. Misalnya yang termasuk klasifikasi pompa rotari adalah pompa kam (cam), sekrup, roda gigi, dan sebagainya. Masing-masing merupakan jenis yang khusus dan pompa rotary. Untuk maju ke langkah yang berikutnya, dapat diperhatikan bahwa pompa bahan bakar yang banyak dipakai sekarang ini. Pompa jenis ini merupakan jenis rotari tiga sekrup yang tersedia dengan rotor-rotor yang terbuat dari berbagai bahan yang berbeda dengan empat cara penyeimbangan dorongan aksial. The hydraulic Institute menyarankan bahwa klasifikasi standar hanya dianggap berlaku untuk satu jenis saja, yang selanjutnya terserah kepada pembuat untuk membuat detail yang akan dikembangkan dan telah distandardisasi untuk pompa tersebut. Jadi, dalam memilih sebuah pompa, sering diperkikan

ketelitian membandingkan detail demi detail sejumlah pompa. Dalam mengklasifikasikan standar pompa centrifugal misalnya, The Hydraulic Institute membaginya berdasarkan tingkatan (satu tingkat atau dua tingkat), jenis rumah pompa/casing (rumah keong, lingkaran, atau difuser), kedudukan (poros horizontal atau vertikal), hisapan (tunggal atau ganda).

Bila kita tinjau berdasarkan bahannya, konstruksi The Hydraulic Institute memakai penandaan sebagai berikut :

1. Sebagian brons
2. Serba brons
3. Brons dengan komposisi khusus
4. Serba besi
5. Sebagian baja tahan karat
6. Serba tahan karat.

Pompa yang bahannya sebagian brons mempunyai rumah yang terbuat dari besicor, impeller, rumah cincin (casing ring) dan selongsong (bila dipakai) dari brons. Pada pompa serba brons setiap bagian yang berhubungan langsung dengan cairan terbuat dari brons sesuai standar pembuatan pompa. Demikian juga dengan penandaan (3) kecuali bagian yang terbuat dari komposisi brons yang sesuai dengan penggunaan pompa tersebut. Pompa serba besi mempunyai bagian yang terbuat dari logam besi yang berhubungan langsung dengan cairan yang dipompakan. Pada pompa yang terbuat dari sebagian bahan tahan karat, rumah pompa dibuat dari bahan yang sesuai untuk keperluannya, sementara impeller, cincin impeller, dan selongsong poros (bila dipakai) terbuat dari baja tahankorosi

yang sesuai dengan cairan yang akan dipompakan. Pada pompa serba bajatahan karat, bagian- bagian yang berhubungan langsung dengan cairan terbuat dari baja tahan korosi yang sesuai dengan penggunaannya, sementara poros adalah dan baja bahan korosi yang tingkatannya sama dengan bahan bagian-bagian pompa selebihnya.

