

MESIN FLUIDA

(POMPA DAN KOMPRESOR)



Oleh:

Drs. CARSONI, S.T., M.T.
NIP: 195712061983031002

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
2017

PRAKATA

Dalam dunia pendidikan, buku/diktat Pompa dan Kompresor dirasakan masih dibutuhkan. Untuk itulah pembuatan diktat ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam menyelesaikan studinya.

Isi diktat ini meliputi pembahasan yang mencakup pokok-pokok kuliah Pompa dan Kompresor yang terdiri dari Pompa Sentrifugal, Pompa Torak, Kompresor Torak serta Kompresor Sentrifugal.

Penulis menyadari masih banyak kekurangannya, untuk itu mengharapkan saran serta kritiknya demi perbaikan diktat ini.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah bersedia membantu dalam pembuatan diktat ini.

Semarang,

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Prinsi-prinsip Aliran Fluida	1
1.1.1. Specific Weight, Density dan Specific Gravity	1
1.1.2. Aliran	2
1.1.3. Viskositas	2
1.1.4. Angka Reynolds	3
1.1.5. Persamaan Kontinuitas	3
1.1.6. Head (Tinggi Tekan)	4
1.1.7. Hukum Bernoulli	5
BAB II. POMPA	
2.1. Klasifikasi Pompa	7
2.1.1. Pompa Dinamik	7
2.1.2. Pompa Perpindahan	23
BAB III KOMPRESOR.	
3.1. Klasifikasi Kompresor.....	27
3.1.1. Kompresor Torak	28
3.1.2. Kompresor Rotary	31
DAFTAR PUSTAKA	33

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Prinsip-prinsip Aliran Fluida.

1.1.1. Specific weight, density dan specific gravity.

Specific weight (γ) suatu zat adalah berat dari suatu unit volume dan dinyatakan dengan:

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (\text{kg}/\text{m}^3)$$

G = berat fluida

V = volume fluida

Specific weight gas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikenal dengan "Equation of State", yaitu:

$$p \cdot v = R \cdot T$$

p = tekanan absolut gas (kg/m^2)

v = specific volume gas (m^3/kg)

T = temperatur absolut gas $(^{\circ}\text{K})$

R = 0,2870 = konstanta gas $(\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{K})$

Specific weight untuk gas: $\gamma = \frac{1}{v} \quad (\text{kg}/\text{m}^3)$

Density (ρ) atau mass density adalah massa zat per satuan volume, karena itu melibatkan gravitasi.

$$\rho = \frac{\gamma}{g}$$

$$\text{Untuk air: } \rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{1000}{9,81} = 102 \frac{\text{kg} \cdot \text{sec}^2}{\text{m}^4}$$

Specific gravity dari suatu zat padat atau cair adalah perbandingan berat suatu volume tertentu zat padat atau cairan terhadap volume yang sama dari air murni pada temperatur 4° C. Karena suatu perbandingan, maka Specific gravity tidak mempunyai satuan. Apabila dipakai untuk gas, specific gravity adalah perbandingan dari berat gas dengan suatu volume tertentu terhadap volume yang sama dari udara yang mempunyai tekanan dan temperatur yang sama.

1.1.2. Aliran.

Jika kecepatan aliran fluida melalui suatu pipa adalah rendah, partikel-partikel bergerak dalam lapisan yang sejajar dan kecepatan pada setiap titik adalah konstan dalam besaran dan arahnya. Jenis aliran ini disebut laminar.

Apabila kecepatan alirannya tinggi, gerakan partikel tidak steady tetapi berbeda-beda baik dalam besaran maupun arahnya pada setiap titik. Jenis aliran ini dinamakan turbulent, dan selalu terjadi pada pompa dan kompresor.

1.1.3. Viskositas(μ).

Viskositas adalah ukuran dari tahanan aliran fluida, atau dapat juga didefinisikan sebagai perbandingan tegangan geser antara lapisan fluida yang didekatnya terhadap laju perubahan kecepatan yang tegak lurus terhadap arah gerakan.

$$\mu = \frac{\tau}{\frac{\delta v}{\delta y}}$$

τ = gaya atau tegangan geser

v = kecepatan fluida

y = jarak tegak lurus terhadap aliran fluida

μ = viskositas absolut

Unit untuk viskositas diukur dalam satuan gram massa per centimeter second atau $\text{kg}\cdot\text{sec}/\text{m}^2$

$$1 \text{ poise} = \frac{1}{9,81} \text{ kg}\cdot\text{sec}/\text{m}^2$$

Biasanya lebih sering digunakan satuan viskositas kinematik (ν), yaitu viskositas absolut dibagi dengan massa densitas.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\mu \cdot g}{\gamma} \quad (\text{Cm}^2/\text{sec} \text{ atau Stokes})$$

1.1.4. Angka Reynolds.

Adalah suatu hal yang diperlukan untuk dapat membandingkan aliran fluida pada kondisi kecepatan, kekentalan, densitas dan ukuran laluan yang berbeda untuk saluran (channel) yang bentuknya sama. Telah diketahui bahwa tahanan terhadap aliran fluida, atau sesuatu yang bergerak didalam fluida adalah suatu fungsi tanpa dimensi dan disebut **Angka Reynolds (N_R)**.

$$N_R = \frac{\gamma \cdot v \cdot d}{\mu \cdot g} = \frac{\rho \cdot g \cdot v \cdot d}{\mu \cdot g}$$

$$N_R = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

γ = berat spesifik fluida; μ = viskositas absolut fluida

v = kecepatan fluida; ν = viskositas kinematik fluida

d = dimensi laluan (misalnya diameter)

1.1.5. Persamaan Kontinuitas.

Setelah kondisi steady tercapai, maka berat fluida per satuan waktu yang mengalir pada setiap titik adalah konstan. Berat fluida per satuan waktu sebanding dengan $\gamma \cdot A \cdot v$, dengan v adalah kecepatan rata-rata melalui penampang A .

Untuk dua penampang a dan b:

$$\gamma_a \cdot A_a \cdot v_a = \gamma_b \cdot A_b \cdot v_b$$

Untuk setiap penampang berlaku:

$$\gamma \cdot A \cdot v = \text{konstan} = \text{berat aliran} \quad (\text{kg/sec})$$

Persamaan ini dikenal sebagai persamaan kontinuitas dan sangat berguna dalam perhitungan aliran fluida.

Untuk cairan seperti air, γ adalah konstan sehingga persamaannya $Q = A \cdot v$

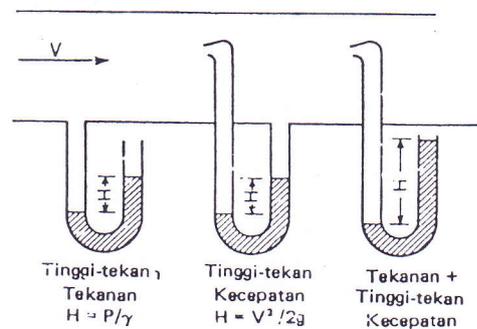
Apabila luas penampang pipa mengecil, maka kecepatan akan bertambah, sedangkan jika luas penampang membesar maka kecepatannya akan berkurang.

1.1.6. Head (tinggi tekan).

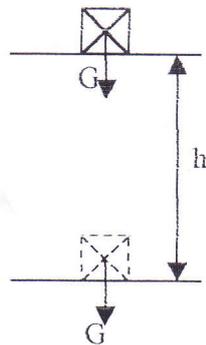
Dalam mekanika fluida telah dikenal tiga macam bentuk head yaitu:

- Potensial atau actual head
- Kinetic atau velocity head
- Pressure head

Untuk jelasnya lihat gambar dibawah ini.



Gb.1.2. Metode pengukuran berbagai bentuk head.

1.1.7. Hukum Bernoulli.

$$E_{\text{potensial}} = G \cdot h$$

$$E_p = \gamma \cdot \text{Volume} \cdot h$$

$$E_p = \rho \cdot g \cdot \text{Vol} \cdot h$$

$$E_p = p \cdot \text{Vol.}$$

Gb.1.3. Energi potensial dan kinetik

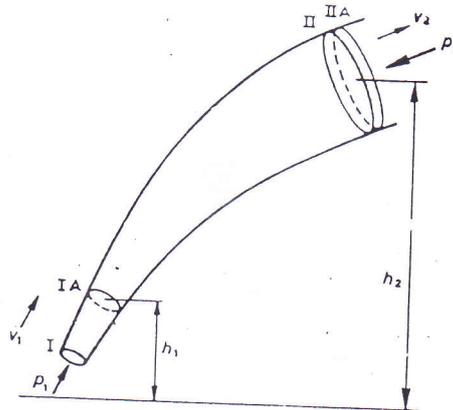
$$E_{\text{kinetik}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \text{Volume} \cdot v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \frac{G}{g} \cdot v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{v^2}{g}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot G \cdot h$$



Gb.1.4. Bukti hukum Bernoulli

$$p \cdot \text{Vol.} = E_p + E_k$$

$$p \cdot \text{Vol} = \text{Vol} \cdot \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \rho \cdot \text{Vol} \cdot v^2$$

$$(p_1 - p_2) \cdot \text{Vol} = \text{Vol} \cdot \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \rho \cdot \text{Vol} \cdot v^2$$

$$E_{\text{energi II}} = E_{pII} + E_{kII}$$

$$E_{\text{energi II}} = \Delta \text{Vol} \cdot \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot \Delta \text{Vol} \cdot v_2^2$$

$$E_{\text{energi I}} = E_{pI} + E_{kI}$$

$$E_{\text{energi I}} = \Delta \text{Vol} \cdot \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot \Delta \text{Vol} \cdot v_1^2$$

Oleh karena perpindahan itu, energi zat cair bertambah:

$$E_{II} - E_I = \left(\Delta Vol. \rho. g. h_2 + \frac{1}{2} \rho. \Delta Vol. v_2^2 \right) - \left(\Delta Vol. \rho. g. h_1 + \frac{1}{2} \rho. \Delta Vol. v_1^2 \right)$$

Pertambahan energi itu sama dengan pertambahan energi karena beda tekanan dari luar pipa p_1 dan p_2 pada $\Delta Vol.$

$$(p_1 - p_2) \Delta Vol = \left(\Delta Vol. \rho. g. h_2 + \frac{1}{2} \rho. \Delta Vol. v_2^2 \right) - \left(\Delta Vol. \rho. g. h_1 + \frac{1}{2} \rho. \Delta Vol. v_1^2 \right)$$

$$(p_1 - p_2) = \left(\rho. g. h_2 + \frac{1}{2} \rho. v_2^2 \right) - \left(\rho. g. h_1 + \frac{1}{2} \rho. v_1^2 \right)$$

$$p_1 + \rho. g. h_1 + \frac{1}{2} \rho. v_1^2 = p_2 + \rho. g. h_2 + \frac{1}{2} \rho. v_2^2$$

$$\frac{p_1}{\gamma} + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + h_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\frac{P}{\gamma} = \text{tinggi tekanan}$$

$$h = \text{tinggi tempat}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \text{tinggi kecepatan}$$

Ketiganya mempunyai dimensi yang sama yaitu satuan panjang.

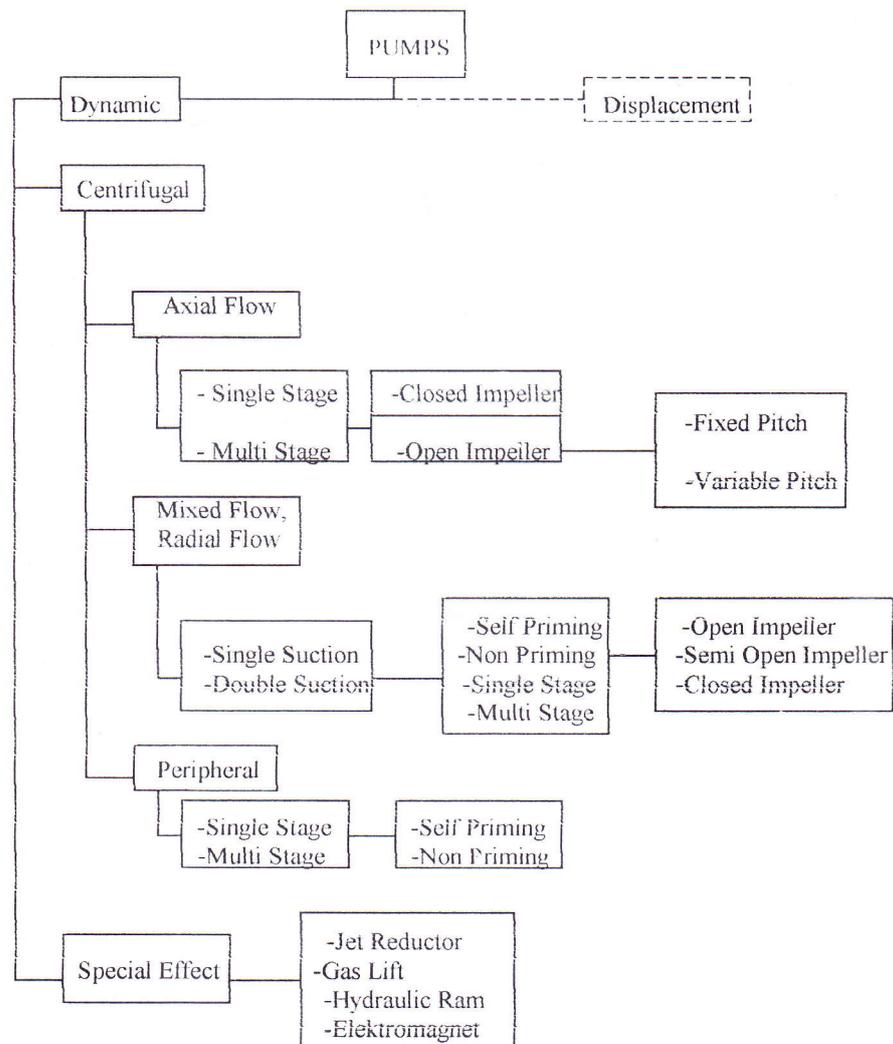
Dari persamaan diatas terlihat bahwa didalam suatu pipa dimana zat cair mengalir secara stasioner, maka jumlah tekanan dalam tiap titik adalah sama besar.

BAB II POMPA

2.1. Klasifikasi Pompa.

Secara skematik kalsifikasi pompa dibedakan menjadi dua yaitu:

2.1.1. **Pompa dinamik (dynamik).** Energi secara kontinu ditambahkan untuk menaikkan kecepatan fluida didalam pompa yang akhirnya akan terjadi penurunan kecepatan pada bagian keluar pompa yang mengakibatkan kenaikan tekanan.



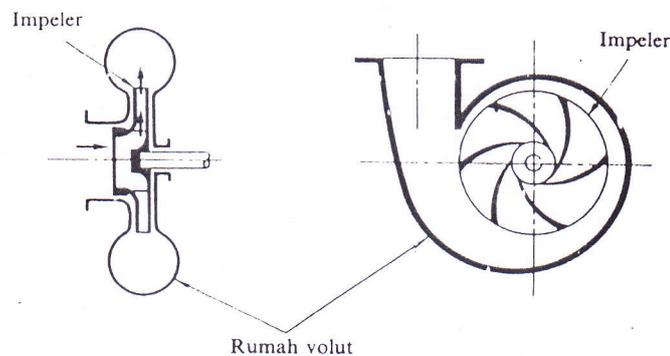
Gb.2.1. Klasifikasi pompa dinamik

Salah satu jenis dari pompa dinamik adalah adalah pompa sentrifugal dan banyak dipakai untuk memompa fluida cair.

Pompa Sentrifugal.

Adalah suatu pompa yang memindahkan cairan dengan gaya sentrifugal.

Energi mekanik masuk kedalam pompa melalui poros pompa yang selanjutnya bekerja pada cairan yang masuk pada impeller dan akan mengakibatkan kenaikan energi tekanan pada cairan yang keluar dari pompa. Cairan masuk kedalam pompa dalam arah aksial dan meninggalkan impeller pompa dalam arah radial.



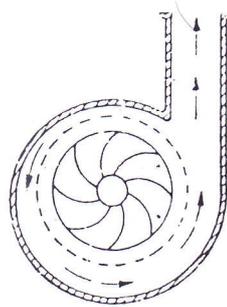
Gb.2.2. Pompa Sentrifugal

Tipe Rumah Pompa.

Rumah pompa sentrifugal ada tiga tipe yaitu:

a. Volute casing

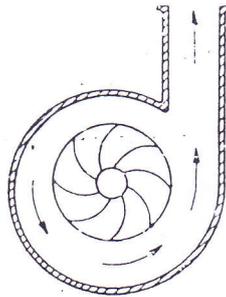
Pada tipe ini luas penampang casing bertambah besar sedikit demi sedikit sesuai dengan arah aliran, yang mengakibatkan penurunan kecepatan dan akan menaikkan tekanan cairan, pada tipe ini ada kerugian akibat pusaran cairan.



Gb.2.3. Volute Casing

b. Vortex Casing.

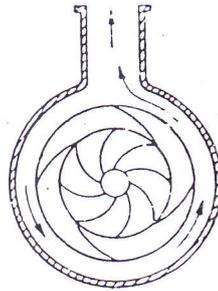
Bentuk casing ini merupakan perbaikan dari bentuk volute casing. Casing dirancang dengan suatu kombinasi antara volute casing dengan circular chamber. Pada tipe ini kerugian akibat pusaran dapat dikurangi sehingga efisiensi pompa dapat ditingkatkan.



Gb.2.4. Vortex Casing

c. Volute Casing dengan Guide Blade.

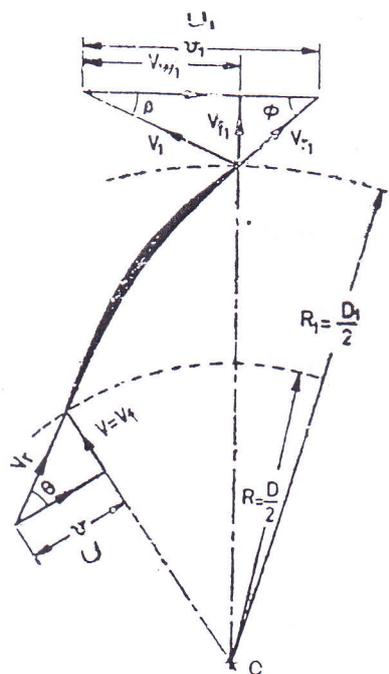
Pada tipe ini dibuat suatu guide blade di sekeliling sudu. Guide blade ini disusun dengan sudut tertentu dengan maksud untuk mengurangi kejutan pada aliran cairan melalui casing. Susunan guide blade ini disebut juga diffuser.



Gb.2.5. Volute Casing With Guide Blade

Kerja Pompa Sentrifugal.

Kerja yang dilakukan atau daya yang diperlukan oleh pompa dapat diketahui dengan cara menggambar segitiga kecepatan pada sisi masuk dan pada sisi keluar sudu pompa. Lihat gambar berikut ini:



Gb.2.6. Segitiga kecepatan pompa sentrifugal

Keterangan.

V = kecepatan absolut air masuk sudu

D = Diameter sudu pada sisi masuk

U = Kecepatan tangensial sudu pada sisi masuk. Biasa disebut juga kecepatan keliling (peripheral velocity) pada sisi masuk

V_r = Kecepatan relatif air terhadap roda sudu pada sisi masuk

V_f = Kecepatan aliran pada sisi masuk

$V_1, D_1, U_1, V_{r1}, V_{f1}$ = besaran yang berlaku pada sisi keluar.

N = Kecepatan sudu dalam r.p.m.

θ = Sudut sudu pada sisi masuk

β = Sudut pada saat air meninggalkan impeller

ϕ = Sudut sudu pada sisi keluar

Karena memasuki sudu dalam arah radial, maka kecepatan pusaran air pada sisi masuk $V_w = 0$, sehingga moment of momentum pada sisi masuk = 0.

$$\text{Moment of momentum pada sisi keluar} = \frac{W}{g}(V_{w1} \cdot R_1) = \text{Torsi}$$

Kerja pompa setiap detik = Torsi x kecepatan sudut

$$\text{Kerja pompa setiap detik} = \frac{W}{g}(V_{w1} \cdot R_1) \times \omega$$

$$\text{Kerja pompa setiap detik} = \frac{W}{g}(V_{w1} \cdot U_1)$$

$$\text{Kerja pompa setiap detik setiap kg cairan} = \frac{V_{w1} \cdot U_1}{g}$$

Dalam satuan S I, kerja yang dilakukan per kg cairan = $V_{w1} \cdot U_1$ (N.m)