

Drs. Rakhmat Yusuf, MT

# Hidrolika dan Mekanika Fluida

## Hidrolika dan Mekanika Fluida

Hidrolika dan Mekanika Fluida



Jurusan Pendidikan Teknik Sipil – Diploma III

Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

Universitas Pendidikan Indonesia

2010

MK : Hidraulika dan Mekanika Fluida

Dosen : Drs. Rakmat Yusuf, MT.

---

## HUKUM NEWTON II

Semua gerak yang ada di alam dapat dijelaskan dengan hukum Newton II :

Laju perubahan momentum {massa (M) x kecepatan (V)} adalah berbanding langsung dengan gaya yang bekerja dan dalam arah yang sama dengan gaya tersebut

$$F = \frac{d(M \cdot V)}{dt}$$

Bila M konstan, maka gaya akan sebanding dengan perkalian antara massa dan laju perubahan kecepatan (V), yaitu percepatan (a) :

$$F = M \cdot \frac{dV}{dt}$$

$$F = m \cdot a$$

### Dimensi dan satuan

Dimensi : besaran terukur yang menunjukkan karakteristik suatu objek, seperti : massa, panjang, waktu, temperature, dan sebagainya.

Satuan : suatu standar untuk mengukur dimensi, misalnya:

Massa : kg

Panjang : meter (m)

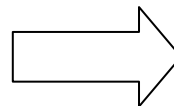
Waktu : detik (det)

Untuk satuan SI (Système International d'Unite) :

Massa : kilogram massa (kgm)

Panjang : meter (m)

Waktu : detik (d)



Satuan MKS

$F = m \cdot a \rightarrow$  kilogram gaya (kilogram force, kgf)

Sistem MKS, Satuan Massa adalah kilogram massa (kgm) dan satuan gaya adalah kilogram gaya (kgf). Kedua satuan tersebut mempunyai relasi :

$$\text{Kgf} = g \cdot \text{kgm} \dots\dots\dots 1$$

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

$g$  tergantung pada letak benda di muka bumi, maka benda akan berbeda dari satu tempat ke tempat lain.

Dalam system SI, satuan massa adalah kilogram sedang satuan gaya adalah Newton (N). satu Newton adalah gaya yang bekerja pada benda dengan massa 1 kg dan menimbulkan percepatan 1 m/det<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} 1 \text{ N (newton)} &= M (1\text{kg}) \times a (1\text{m/det}^2) \\ 1 \text{ N} &= 1 \text{ kg} \cdot 1\text{m/det}^2 \dots\dots\dots 2 \end{aligned}$$

Dalam satuan MKS, satuan massa adalah kgm, sedang dalam satuan SI adalah kg.

Persamaan (1) dapat ditulis:

$$\text{Kgm} = 1/g \cdot \text{kgf} \dots\dots\dots 3$$

Bila  $g = 9,81 \text{ m/det}^2$ , maka persamaan 3 dapat ditulis:

$$\begin{aligned} \text{Kgm} &= 1/9,81 \cdot \text{Kgf} \cdot \text{d}^2/\text{m}, \text{ atau} \\ \text{Kgf} \cdot \text{d}^2/\text{m} &= 9,81 \cdot \text{kgm} \dots\dots\dots 4 \end{aligned}$$

Karena nilai massa untuk satuan SI (kg) dan satuan MKS (kgm) adalah sama, maka persamaan 3 dapat didistribusikan kedalam persamaan 2, sehingga:

$$\begin{aligned} N &= \frac{1}{g(m/d^2)} \cdot \text{kgf} \cdot 1\text{m}/d^2 \\ N &= \frac{1}{g} \cdot \text{kgf} \rightarrow \text{atau} \cdot \text{kgf} = g \cdot N \dots\dots\dots 5 \end{aligned}$$

persamaan 5 memberikan konversi satuan gaya antara system satuan MKS dan SI]

Dimensi pokok dalam SI dan BG

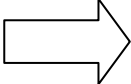
Dimensi Pokok	Satuan SI	Satuan BG	Faktor Konversi
Massa	Kilogram (kg)	Slug	1 Slug = 14,5939 kg
Panjang	Meter (m)	Kaki (ft)	1 ft = 0,3048 m
Waktu	Sekon (s)	Sekon (s)	1 s = 1 s
suhu	Kelvin (k)	Rankine ( <sup>0</sup> R)	1 k = 1,8 <sup>0</sup> R

## Dimensi Turunan dalam Mekanika Fluida

Dimensi Pokok	Satuan SI	Satuan BG	Faktor Konversi
Luas [ $L^2$ ]	$m^2$	$ft^2$	$1m^2 = 10,764ft^2$
Volume [ $L^3$ ]	$m^3$	$ft^3$	$1m^3 = 35,315ft^3$
Kecepatan [ $LT^{-1}$ ]	$m/s$	$ft/s$	$1ft/s=0,3048 m/s$
Percepatan [ $LT^{-2}$ ]	$m/s^2$	$ft/s^2$	$1ft/s^2=0,3048 m/s^2$
Tekanan atau Tegangan [ $ML^{-1} \cdot T^{-2}$ ]	$Pa = N/m^2$	$lbf/ft^2$	$1lbf/ft^2=47,88 Pa$
Kecepatan sudut [ $T^{-1}$ ]	$S^{-1}$	$S^{-1}$	$1 S^{-1} = 1 S^{-1}$
Energi, Kalor, Usaha [ $ML^{-2} \cdot T^{-2}$ ]	$J = N \cdot m$	$ft \cdot Lbf$	$1 ft \cdot Lbf = 1,3558 J$
Daya [ $ML^{-2} \cdot T^{-3}$ ]	$W = J/s$	$ft \cdot Lbf/s$	$1 ft \cdot Lbf/s = 1,3558 W$
Kerapatan [ $ML^{-3}$ ]	$Kg/m^3$	$Slug/ft^3$	$1 Slug/ft^3 = 515,4 kg /m^3$
Kekentalan [ $ML^{-1} \cdot T^{-1}$ ]	$Kg/m \cdot s$	$Slug/ft \cdot s$	$1 Slug/ft^s = 47,88 kg /m^s$
Debit [ $L^3 \cdot T^{-1}$ ]	$m^3/s$	$ft^3/s$	$1 m^3/s = 3,5315 E+1 ft^3/s$ $= 3,5315 E+4 gal/men$

## SIFAT-SIFAT ZAT CAIR

Fluida = zat yang bisa mengalir, mempunyai partikel yang mudah bergerak dan berubah bentuk tanpa pemisahan massa

Fluida  - Zat cair  
- Gas

Sifat serupa Zat cair dan gas

1. Tidak melawan perubahan bentuk
2. Tidak mengadakan reaksi terhadap gaya geser

Perbedaan Zat cair dan gas

1. Zat cair mempunyai permukaan bebas dan massa Z.c. hanya akan mengisi volume yang diperlukan dalam suatu ruangan ; gas tidak mempunyai permukaan bebas dan massanya mengisi seluruh ruangan
2. Zat cair tak termampatkan, gas bisa dimampatkan

Sifat – sifat penting zat cair (air) :

- a. Mempunyai permukaan bebas horizontal yang berhubungan dengan atmosfer
- b. Mempunyai rapat massa dan berat jenis
- c. Tidak termampatkan (incompressible)
- d. Mempunyai viskositas
- e. Mempunyai kohesi, adhesi dan tegangan permukaan

### 1. Rapat massa, Berat jenis dan Rapat Relatif

Rapat massa,  $\rho$  = massa zat cair tiap satuan volume pada temperatur dan tekanan tertentu

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Dalam sistem satuan SI,  $M = \text{kg}$ ,  $V = \text{m}^3$ , maka  $\rho = \text{kg/m}^3 \rightarrow$  pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  dan tekanan atmosfer standar, rapat massa air,  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Berat jenis,  $\gamma$  berat benda tiap satuan volume pada temperature dan tekanan tertentu

Berat suatu benda = massa x percepatan gravitasi

Hubungan  $\gamma - \rho$  :

$$\gamma = \rho \cdot g$$

$$\begin{array}{lll} \gamma = \text{berat jenis,} & \text{N/m}^3 & \text{---SI} \\ & \text{Kgf/ m}^3 & \text{---MKS} \\ \rho = \text{rapat massa,} & \text{Kg/ m}^3 & \text{---SI} \\ & \text{Kgm/ m}^3 & \text{---MKS} \end{array}$$

$g$  = Percepatan gravitasi,  $\text{m/d}^2$

berat jenis air pada  $4^0\text{c}$  dan tekanan atmosfer adalah  $9,81 \text{ kN/m}^3$  atau  $1000 \text{ kgf/m}^3$  atau  $1 \text{ ton/ m}^3$

jika permasalahan menggunakan system satuan SI, maka semua hitungan memakai rapat massa  $\rho$ ,  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

MKS  $\rightarrow$  berat jenis  $\gamma$ ,  $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1\text{t/m}^3$

Rapat relative = perbandingan antara rapat massa suatu zat dan rapat massa air  
Karena  $\gamma = \rho$  maka rapat relative dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara berat jenis suatu zat cair dan berat jenis air

$$S = \frac{\rho_{\text{zatcair}}}{\rho_{\text{cair}}} = \frac{\gamma_{\text{zatcair}}}{\rho_{\text{cair}}}$$

### Contoh 1

Satu liter minyak mempunyai berat  $0,70\text{kgf}$ . Hitung  $\gamma$ ,  $\rho$  dan  $S$ .

Penyelesaian:

Soal  $\rightarrow$  system MKS

Volume minyak,  $V = 1 \text{ liter} = 0,001 \text{ m}^3$

Berat minyak,  $w = 0,70 \text{ kgf}$

$$\text{Berat jenis, } \gamma = \frac{W}{V} = \frac{0,70}{0,001} = 700 \text{ kgf/m}^3$$

$$\text{Rapat massa, } \rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{700}{9,81} = 71,36 \text{ kgf.d}^2/\text{m}^4$$

$1 \text{ kgf.d}^2/\text{m} = 9,81 \text{ kgm}$ , maka  $\rho = 71,36 \times 9,81 = 700 \text{ kgm/m}^3$

$$S = \frac{\gamma_m}{\gamma_a} = \frac{700}{1000} = 0,7$$

### Contoh 2

Satu liter minyak mempunyai berat  $7,02 \text{ N}$ . hitung  $\gamma$ ,  $\rho$  dan  $S$ .

Penyelesaian :

Soal  $\rightarrow$  system satuan SI

$V = 1\text{l} = 0,001\text{m}^3$

$W = 7,02 \text{ N}$

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{7,02}{0,001} = 7020 \text{ N/m}^3 \rightarrow 1\text{N} = 1\text{kgm/det}^2$$

$$\gamma = \rho \cdot g \rightarrow \rho = \frac{\gamma}{g} = 9,81 = 715,6 \text{ kg/m}^3$$

$$S = \frac{\rho m}{\rho a} = \frac{715,6}{1000} = 0,7156$$

## 2. Kemampuan Zat Cair

Kemampuan zat cair = perubahan (pengecilan) volume karena adanya perubahan (penambahan) tekanan, yang ditunjukkan oleh perbandingan antara perubahan tekanan dan volume terhadap volume awal.

Dikenal sebagai modulus elastisitas

$$K = -\frac{dp}{\frac{dV}{V}}$$

Kemampatan zat cair pada suhu 5<sup>0</sup>c, K = 2060 MN/m<sup>2</sup>, nilai K untuk zat cair sangat besar, sehingga perubahan volume karena perubahan tekanan sangat kecil → diabaikan (zat cair tak termampatkan) ←

Bila perubahan tekanan >> anggapan   Tidak berlaku

Misal : pada penutupan katub turbin PLTA secara mendadak mengakibatkan perubahan (kenaikan) tekanan yang besar.

### Contoh 2

Modulus elastisitas air adalah K = 2,24.10<sup>9</sup> N/m<sup>2</sup>. Berapakah perubahan volume dari 1m<sup>2</sup> air bila terjadi pertambahan tekanan sebesar 20 bar (1 bar = 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup>)

$$K = -\frac{dp}{\frac{dV}{V}} = -\frac{\Delta p}{\frac{\Delta V}{V}} \Rightarrow K = \frac{1}{V} = -\frac{\Delta p}{\Delta V}$$

$$\Delta V = \frac{V \cdot \Delta p}{K} = -\frac{1 \cdot 20 \cdot 10^5}{2,24 \cdot 10^9} = -0,00089 \text{ m}^3 \rightarrow (-) \text{ pengurangan volume}$$

## 3. Kekentalan Zat Cair