

FLUIDA DINAMIS

A. Pengertian Fluida Dinamis

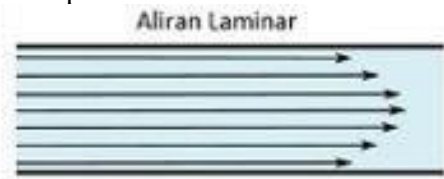
Fluida Dinamis adalah fluida yang bergerak, dengan ciri-ciri sebagai berikut: Fluida dianggap tidak kompresibel. Fluida dianggap bergerak tanpa gesekan walaupun ada gerakan materi (tidak mempunyai kekentalan). Aliran fluida adalah aliran stasioner, yaitu kecepatan dan arah gerak partikel fluida melalui suatu titik tertentu selalu tetap. Tak tergantung waktu (tunak) artinya kecepatannya konstan pada titik tertentu dan membentuk aliran laminar.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Jenis aliran fluida dibedakan menjadi 2 jenis

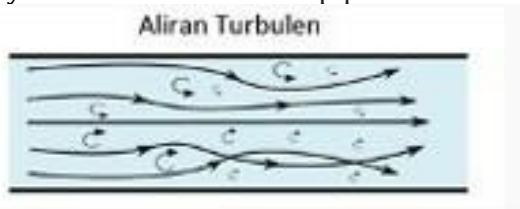
a. Aliran laminar

yaitu aliran fluida dalam pipa sejajar dengan dinding pipa tanpa adanya komponen radial.



b. Aliran turbulen

yaitu aliran fluida dalam pipa tidak beraturan/tidak sejajar dengan pipa.



1. Debit Fluida

Pada fluida yang bergerak memiliki besaran yang dinamakan debit. Debit adalah laju aliran air. Besarnya debit menyatakan banyaknya volume air yang mengalir setiap detik.

keterangan

Q = Debit (m³/s)

V = volume (m³)

t = waktu (s)

Contoh Soal

Sebuah bak mandi akan diisi dengan sebuah air mulai pukul 07.20 Wib.s/d pukul 07.50 Wib. Jika debit air 10 liter/menit, maka berapa liter kah volume air yang ada dalam bak mandi tersebut ?

Pembahasan

Diketahui :

$t = 30 \text{ menit}$ $\longrightarrow 07.50 \text{ WIB} - 07.20 \text{ WIB}$

$Q = 10 \text{ liter/menit}$

Ditanyakan, $V = \dots ?$

Jawab

Rumus Debit

$Q = \frac{V}{t}$ \longrightarrow pindah ruas kiri V

$V = Q \cdot t = 10 \text{ liter}$

$\text{er/menit} \cdot 30$

menit

$= 300 \text{ liter}$

2. Azas Kontinuitas

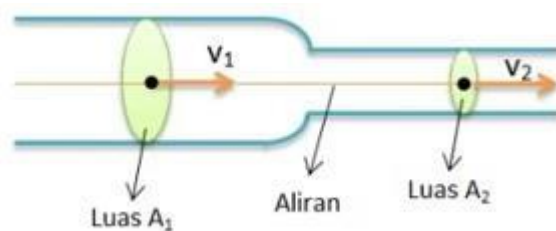
Amati gambar berikut!



Pada saat kita menyiram tanaman dengan menggunakan selang dan jarak tanaman jauh dari ujung selang maka yang kita lakukan adalah memencet ujung selang supaya luas permukaan ujung selang menjadi semakin kecil. Akibatnya kecepatan air yang memancar semakin besar. disebabkan debit air yang masuk harus sama dengan debit air yang keluar.

Azas Kontinuitas

fluida yang tak termampatkan dan mengalir dalam keadaan tunak, maka laju aliran volume di setiap waktu sama besar



Bila aliran fluida melewati pipa yang berbeda penampangnya maka fluida akan mengalami desakan perubahan luas penampangnya yang dilewatinya. Asumsikan bahwa fluida tidak kompresibel, maka dalam selang waktu yang sama jumlah fluida yang mengalir melalui penampang harus sama dengan jumlah fluida yang mengalir melalui penampang.

Volume fluida pada penampang A_1 sama dengan volume fluida penampang A_2 , maka debit fluida di penampang A_1 sama dengan debit fluida di penampang A_2 .

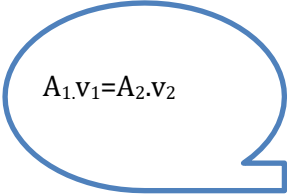
$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 \\ \frac{V_1}{t_1} &= \frac{V_2}{t_2} \\ \frac{A_1 l_1}{t_1} &= \frac{A_2 l_2}{t_2} \\ A_1 \cdot V_1 &= A_2 \cdot V_2 \end{aligned}$$

Jika

l_1 = panjang pipa yang dilewati fluida saat penampangnya A_1

l_2 = panjang pipayang dilewati fluida saat
 penampangnya $A_2 v_1$ = kecepatan aliran fluida di
 penampang 1 (m/s)
 v_2 = kecepatan aliran fluida dipenampang 2 (m/s).
 A_1 = luas penampang 1
 A_2 = luas penampang 2

Persamaan diatas dikenal dengan **Persamaan Kontinuitas**.



$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Contoh Soal

Sebuah pipa dengan luas penampang 616 cm^2 di pasang keran pada ujungnya dengan jari-jari keran $3,5 \text{ cm}$. Jika besar kecepatan aliran air dalam pipa $0,5 \text{ m/s}$, maka dalam waktu 5 menit, berapakah volume air yang keluar dari keran ?

Pembahasan

Diketahui

$$A_1 = 616 \text{ cm}^2 = 616 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$v_1 = 0,5 \text{ m/s}$$

$$R_2 = 3,5 \text{ cm} = 0,035 \text{ m}$$

$$t = 5 \text{ menit} = 300 \text{ detik}$$

Ditanya

$$V_2 = \dots ?$$

$$Q_1 = Q_2$$

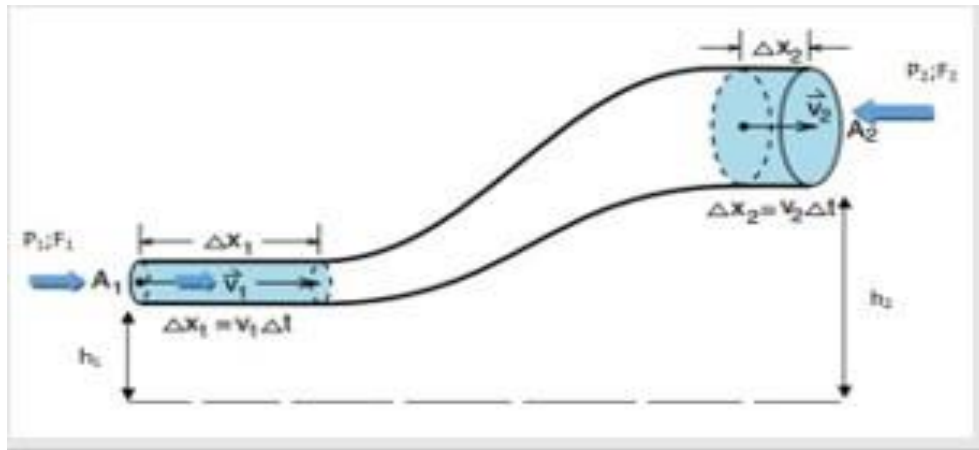
$$A_1 \cdot v_1 = \frac{V_2}{t_2}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= A_1 \cdot v_1 \cdot t_2 \\
 &= 616 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 300 \\
 &= 924 \cdot 10^{-2} \\
 &= 9,24 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Azas Bernaulli

Secara lengkap, Hukum Bernoulli menyatakan bahwa jumlah tekanan, energi kinetik per satuan volume, dan energi potensial per satuan volume memiliki nilai yang sama di setiap titik sepanjang aliran fluida ideal.

Perhatikan Gambar berikut!



Kita ketahui bahwa kelajuan fluida paling besar terjadi pada pipa yang sempit, sesuai dengan azas kontinuitas yang telah kita pelajari sebelumnya. bagaimanakah dengan tekanannya?

$$W_{\text{total}} = \Delta E_k$$

$$W_1 - W_2 + W_3 = E_{k2} - E_{k1}$$

dimana W_3 adalah kerja yang dilakukan oleh gravitasi.

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + mg(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

nilai W_2 negatif, disebabkan gaya yang dialami fluida oleh P_2 berlawanan arah terhadap laju fluida.

$$P_1 \cdot A_2 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + mgh_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + \rho \cdot A_1 \cdot l_1 g h_1 - \rho \cdot A_1 \cdot l_2 g h_2 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2 \cdot l_2 v_2^2 - \frac{1}{2} \rho \cdot A_1 \cdot l_1 v_1^2$$

dengan asumsi bahwa volume fluida yang dipindahkan oleh W_1 dan W_2 adalah sama, maka $A_1 \cdot l_1 = A_2 \cdot l_2$. Persamaan diatas selanjutnya dibagi oleh $A_1 \cdot l_1$ sehingga didapatkan persamaan

$$P_1 - P_2 + \rho g h_1 - \rho g h_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Persamaan diatas dikenal dengan persamaan Bernoulli. Persamaan Bernoulli dapat dinyatakan juga dengan

$$P + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konstan}$$

P adalah tekanan (Pascal)

ρ adalah massa jenis

fluida (kg/m^3) v adalah kecepatan

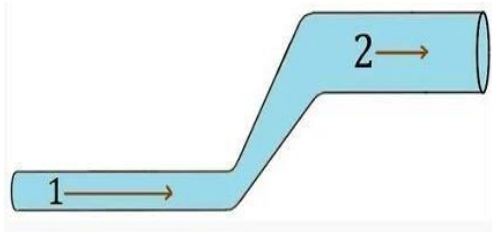
fluida (m/s)

g adalah percepatan gravitasi ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

h adalah ketinggian (m)

Penerapan Azas Bernoulli diantaranya terjadi pada, tangki air yang berlubang, gaya angkat pada sayap pesawat terbang, pipa venturi, tabung pitot dan lain sebagainya. Hal ini akan dibahas pada pertemuan selanjutnya

Contoh soal



Air dialirkan melalui pipa seperti pada gambar di atas. Besar kecepatan air pada titik 1, 3 m/s dan tekanannya $P_1 = 12300 \text{ Pa}$. Pada titik 2, pipa memiliki ketinggian $1,2$ meter lebih tinggi dari titik 1 dan besar kecepatan air $0,75 \text{ m/s}$. Dengan menggunakan hukum Bernoulli tentukan besar tekanan pada titik 2 !

Pembahasan

Diketahui:

$V_1 = 3 \text{ m/s}$

$V_2 = 0,75 \text{ m/s}$

$h_2 = 1,2 \text{ m}$

$P_1 = 12.300 \text{ Pa}$

Ditanyakan, $P_2 = \dots ?$

$\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

Jawab

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$\begin{aligned}
 & \xrightarrow{h_1=0, \text{ sehingga } pgh_1=0} P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 - \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \rho g h_2 \\
 & = 12.300 + \frac{1}{2} 1000 \cdot 3^2 - \frac{1}{2} 1000 \cdot 0,75^2 - 1000 \cdot 9,81 \cdot 2 \\
 & = 4.080 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

Latihan Soal

1. Air mengalir dari pipa yang berjari jari 3 cm dan keluar melalui sebuah keran yang berjari jari 1 cm. Jika kecepatan air keluar keran 3 m/s. berapakah kecepatan air dalam pipa?

Pembahasan:

Diketahui

$$R_1 = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$R_2 = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/s}$$

Ditanyakan

$$V_1 = \dots ?$$

Jawab

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$V_1 = \frac{A_2}{A_1} V_2 \text{ karena } A = \pi r^2, \text{ maka}$$

$$V_1 = \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^2 V_2$$

$$= \left(\frac{0,01}{0,03} \right)^2 \cdot 3$$

$$= 0,33 \text{ m/s}$$