

GAYA HIDROSTATIK PADA BIDANG DATAR

Perancang struktur hidrolik → menghitung gaya hidrostatik pada bidang datar

Gambar

h = kedalaman sembarang luasan dA dengan tekanan

$$P = P_A + \rho \cdot g \cdot h$$

ξ = koordinat pembantu dibawah zat cair

gaya hidrostatik total pada satu sisi pelat tersebut, adalah :

$$F = \int P \cdot dA = \int (P_A + \rho \cdot g \cdot h) \cdot dA = P_A A + \rho \cdot g \int h \cdot dA \dots\dots\dots 1$$

$$h = \xi \cdot \sin \theta, \text{ jarak miring dari titik berat ke permukaan adalah } \xi_{CG} = \frac{1}{A} \int \xi \cdot dA$$

karena θ tetap sepanjang plat, maka persamaan 1 menjadi

$$F = P_A A + \rho \cdot g \cdot h \cdot \sin \theta \int \xi dA = P_A A + \rho \cdot g \cdot \sin \theta \cdot A \cdot \xi_{CG} \dots\dots\dots 2$$

$$\begin{aligned} \xi_{CG} \cdot \sin \theta = h_{CG} \rightarrow F &= P_A A + \rho \cdot g \cdot h_{CG} \cdot A \\ &= (P_A + \rho \cdot g \cdot h_{CG}) \cdot A = P_{CG} \cdot A \dots\dots\dots 3 \end{aligned}$$

∴ gaya pada satu sisi sembarang bidang datar yang terbenam didalam zat cair yang serba sama, sama dengan tekanan dalam pada titik beaat plat itu kali luasnya, tidak tergantung pada bentuk pelat dan sudut kemiringannya.

F bejerja pada titik pusat tekanan CP pada pelat, untuk mengimbangi komponen momen lentur dari tegangan untuk mencari koordinat CP (X_{CP} , Y_{CP}), jumlahkan momen-momen gaya unsure pada A terhadap titik berat, dan menyamakan dengan momen gaya sultan F.

Menghitung Y_{CP}

$$F Y_{CP} = \int y \cdot p \cdot dA = \int y (P_A + \rho \cdot g \cdot \xi \sin \theta) dA = -\rho \cdot g \sin \theta \int y \xi dA$$

$$\text{Suku } \int p a \cdot y \cdot dA = 0 \dots\dots\dots 4$$

$$\xi = \xi_{CG} - y$$

$$F Y_{CP} = \rho \cdot g \sin\theta (\xi_{CG} \int y dA - \int y^2 dA) = -\rho \cdot g \cdot \sin\theta \cdot I_{xx} \dots\dots\dots 5$$

I_{xx} = momen inersia luasan pelat terhadap sumbu x.

Subtitusikan nilai F,

$$Y_{CP} = -\rho \cdot g \cdot \sin\theta \cdot \frac{I_{xx}}{P_{CG} \cdot A} \dots\dots\dots 6$$

Menghitung X_{CP} :

$$\begin{aligned} F X_{CP} &= \int X \cdot P \cdot dA = \int X [Pa + \rho \cdot g \cdot (\xi_{CG} - y) \sin\theta] \cdot dA \\ &= -\rho \cdot g \cdot \sin\theta \cdot \int xy \cdot dA = -\rho \cdot g \cdot \sin\theta \cdot I_{xy} \dots\dots\dots 7 \end{aligned}$$

I_{xy} = hasil kali inersia pada pelat

$$X_{CP} = -\rho \cdot g \sin\theta \cdot \frac{I_{xy}}{P_{CG} \cdot A} \dots\dots\dots 8$$

Luasan dan momen inersia beberapa tampang

Gambar

Rumus pengukuran tekanan

P_a diabaikan dalam beberapa kasus, tekanan bekerja pada kedua sisi pelat (pintu air, bendungan, dinding kapal dsb)

Pusat tekanan pada pelat tidak tergantung pada berat jenis (γ)

$$P_{CG} = \rho \cdot g \cdot h_{CG}$$

$$F = \rho \cdot g \cdot h_{CG} \cdot A, Y_{CG} = -\frac{I_{xx} \cdot \sin \theta}{h_{CG} \cdot A}; X_{CG} = -\frac{I_{xy} \cdot \sin \theta}{h_{CG} \cdot A}$$

Contoh

Sebuah pintu air lebar 1,5 m berengsel pada B dan bertumpu pada sebuah dinding yang rata di A. hitunglah

- Gaya pada pintu air karena tekanan air alut
- Gaya mendatar P yang dikerjakan dinding itu di A
- Rekasi pada engsel B

Gambar

- Panjang pintu air A-B

$$\sqrt{2^2 + 2,5^2} = 3,2m$$

Titik berat terletak $\frac{1}{2} \cdot 3,2 = 1,6$ m diatas titik B

Kedalaman $h_{CG} = 4,5 - \frac{1}{2} \cdot 2$

$$h_{CG} = 3,5 \text{ m}$$

$$\theta = \arctg \frac{2}{2,5} = 38,7^\circ$$

Luas pintu air, $A = 1,5 \times 3,2 = 4,8 \text{ m}^2$

Gaya hidrostatis pada pintu air :

$$F = P_{CG} \cdot A = \rho \cdot g \cdot h_{CG} \cdot A = 1025 \cdot 9,81 \cdot 3,5 \cdot 4,8$$

$$F = 168928,2N$$

- menghitung P di A

cari pusat tekanan F

Gambar

Pintu air berbentuk persegi

$$I_{XY} = 0$$

$$I_{XX} = bl^3/12 = 1,5 \cdot (3,2)^3/12 \\ = 4,096m^4$$

$$\text{Jarak } l \text{ dari CG ke CP : } l = -Y_{CP} = + \frac{I_{XX} \cdot \sin \theta}{h_{CG} \cdot A}$$

$$l = \frac{4,096 \cdot \sin 38,7^\circ}{3,5 \cdot 4,8} = 0,152m$$

Jarak dari B ke titik tangkap gaya $F = 3,2 - 1,6 - 0,152 = 1,448 \text{ m}$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow PL \cdot \sin \theta - F \cdot 1,448 = 0 \rightarrow P = \frac{F \cdot 1,448}{L \cdot \sin \theta} \\ = 122256,55 \text{ N}$$

c. reaksi pada engsel B (B_x dan B_z)

$$\sum H = 0 \rightarrow B_x + F \sin \theta - P = 0$$

$$B_x = P - F \sin \theta = 122256,55 - 168928,2 \sin 38,7^\circ$$

$$B_x = 16635,43 \text{ N}$$

atau $\sum V = 0 \rightarrow B_z - F \cdot \cos \theta = 0$

$$B_z = 168928,2 \cos 38,7^\circ = 131836,7 \text{ N}$$