

Bab 7 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Konsep tekanan tanah aktif dan pasif sangat penting untuk masalah-masalah stabilitas tanah, pemasangan batang batang penguat pada galian, desain dinding penahan tanah, dan pembentukan tahanan tarik dengan memakai berbagai jenis peralatan angkur.

Permasalahan di sini hanyalah semata mata untuk menentukan faktor keamanan terhadap keruntuhan yang disebabkan oleh gaya lateral. Pemecahan diperoleh dengan membandingkan nilai gaya-gaya (kumpulan gaya-gaya yang bekerja).

Gaya I adalah gaya yang cenderung menghancurkan

Gaya II adalah gaya yang cenderung mencegah keruntuhan.

Gaya penghancur di sini misalnya gaya-gaya lateral yang bekerja horisontal atau mendatar biasanya menyebabkan bangunan guling.

Gaya penghambat misalnya berat dari bangunan / struktur gaya berat dari bangunan ini arah bekerjanya vertikal sehingga dapat menghambat gaya-gaya lateral atau gaya yang bekerja horisontal.

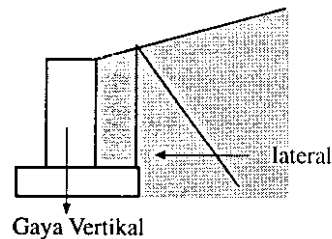
Perhitungan-perhitungan seperti tersebut di atas sering disebut perhitungan kestabilan (*Stability Computation.*)

1. TEKANAN TANAH AKTIF (DENGAN KOHESI NOL, $C = 0$)

Suatu dinding penahan tanah dalam keseimbangan menahan tekanan tanah horisontal tekanan ini dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tanah K_a Jadi bila berat suatu tanah sampai kedalaman H maka tekanan tanahnya adalah γH dengan γ adalah berat volume tanah. dan arah dari tekanan tersebut adalah arahnya vertikal ke atas. Sedangkan untuk mendapatkan tekanan horisontal maka K_a adalah konstanta yang fungsinya mengubah tekanan vertikal tersebut menjadi tekanan horisontal.

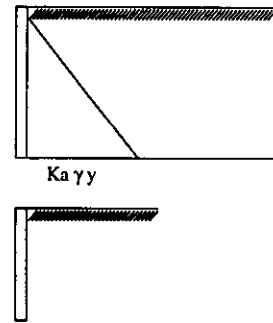
Oleh karena itu tekanan horisontal dapat dituliskan sebagai

$$P_a = K_a \gamma H \quad N/M$$



Dimana harga K_a untuk tanah datar adalah: $K_a = \frac{1 - \sin Q}{1 + \sin Q} = \tan^2 \left(45 - \frac{Q}{2} \right)$

Untuk tanah miring $K_a = \left(\frac{\cos Q}{1 + \sqrt{\frac{\sin Q \sin (Q - \delta)}{\cos \delta}}} \right)^2$



Q = sudut geser tanah
 δ = kemiringan tanah

2. TEKAMAN TANAH AKTIF BERKOHESI

Kohesi adalah lekatan antara butir butir tanah, sehingga kohesi mempunyai pengaruh mengurangi tekanan aktif tanah sebesar $2c\sqrt{K_a}$

$$P_a = K_a \gamma H - 2c\sqrt{K_a}$$

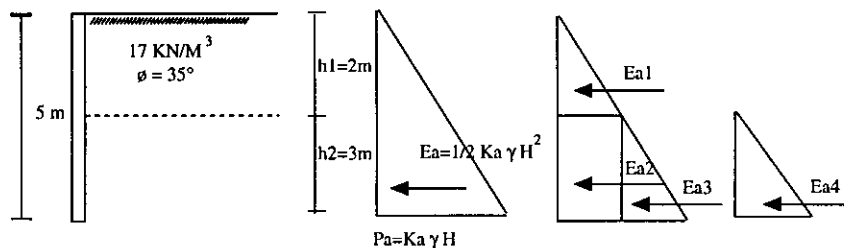
dimana c = Kohesi dalam N/m^2

Contoh:

Hitunglah gaya dorong aktif total pada dinding vertikal setinggi 5 meter yang menahan tanah berpasir dengan berat isi 17 KN/M^3 $\phi=35^\circ$ dengan permukaan horisontal dan muka air didasar dinding

Hitung gaya dorong aktif bila air tanah naik 3 meter dan berat isi pasir 20 KN/M^3 .

jawab:



a. $K_a = \frac{1 - \sin 35}{1 + \sin 35} = 0.27$

$$P_a = K_a \gamma H$$

$$= 0.27 \cdot 17 \cdot 5$$

$$= 22.9 \text{ KN/M}^2$$

$$E_a = 22.9 \cdot H \cdot 0.5$$

$$= 57.5 \text{ KN/M}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } E_{a1} &= \frac{1}{2} K_a \gamma h^2 \\
 &= \frac{1}{2} 0.27 \cdot 17.22 \\
 &= 9.2 \text{ KN/M} \\
 E_{a2} &= K_a \gamma h^2 \\
 &= 0.27 \cdot 17.23 \\
 &= 27.6 \text{ KN/M} \\
 E_{a3} &= \frac{1}{2} K_a \gamma' H_2^2 \\
 &= \frac{1}{2} 0.27 (20-9.8) 3^2 \\
 &= 12.4 \text{ KN/M} \\
 E_{a4} &= \frac{1}{2} \gamma_w H^2 \\
 &= \frac{1}{2} 9.8 3^2 \\
 &= 44.1 \text{ KN/M}
 \end{aligned}$$

3. TEKANAN TANAH PASIF

Dalam hal tertentu suatu dinding penahan tanah dapat terdorong ke arah tanah yang di tahan. Dan arah dari tekanan pasif ini berlawanan dengan arah tekanan aktif. K_p adalah koefisien tekanan pasif yang besarnya

Untuk tanah datar

$$K_p = \frac{1 - \sin Q}{1 + \sin Q} = \tan^2 \left(45 - \frac{Q}{2} \right)$$

Maka tahanan pasif suatu tanah datar tanpa kohesi ($c = 0$)

$$P_p = K_p \gamma H$$

Tahanan pasif suatu tanah datar dengan kohesi

$$P_p = K_p \gamma H - 2c \sqrt{K_p}$$

Untuk Tanah Miring

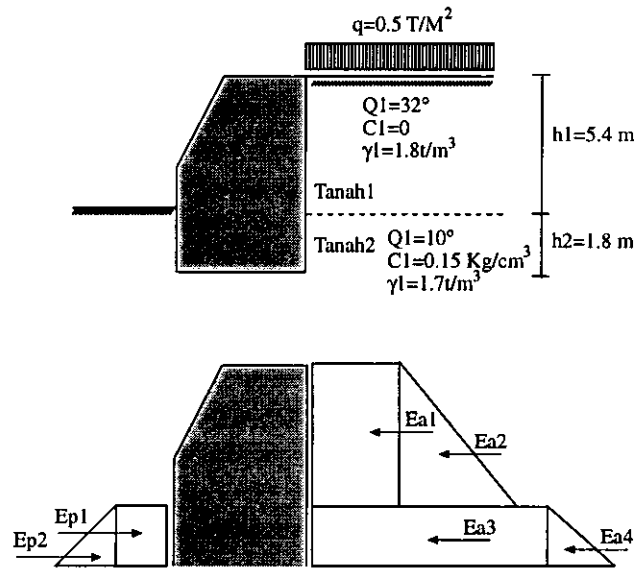
$$K_p = \left(\frac{\cos Q}{1 + \sqrt{\frac{\sin Q \sin (Q + \delta)}{\cos \delta}}} \right)^2$$

Maka Tekanan tanah pasif tanpa kohesi $P_p = K_p \gamma H$

Tekanan tanah pasif dengan kohesi $P_p = K_p \gamma H - 2c \sqrt{K_p}$

Contoh soal:

Dinding penahan seperti gambar disamping tertanam di tanah sampai kedalaman 1.8 m dan menahan tanah setinggi 5.4 m. Bila kondisi tanah seperti tersebut dalam gambar, maka hitunglah tekanan tanah yang bekerja pada dinding tersebut dan gambarkan grafiknya.



Jawab:

$$Ka_1 = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45 + \frac{32}{2} \right) = 0.3072$$

$$Ka_2 = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = 0.704$$

$$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = 1.42$$

$$C_2 = 0.15 \text{ kg/cm}^2 = 1.5 \text{ T/m}^2$$

$$\begin{aligned} Ea_1 &= q Ka_1 H \\ &= 0.5 \times 0.3072 \times 5.4 \\ &= 0.829 \text{ T/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ea_2 &= \frac{1}{2} \gamma_1 Ka_1 H_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 1.8 \times 0.31 (5.4)^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ea_3 &= ((q + h_1 \gamma_1) Ka_2 H_2) - 2c \sqrt{Ka_2} (H_2) \\
 &= ((0.554 \times 1.8) 0.704 \times 1.8) - 2 \times 1.5 \sqrt{0.704} (1.8) \\
 &= 0.842 \text{ T/M}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ea_4 &= \frac{1}{2} \gamma_1 Ka_2 H_1^2 \\
 &= \frac{1}{2} \times 1.7 \times 0.704 \times (1.8)^2 \\
 &= 1.939 \text{ T/M}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ep_1 &= 2c_2 \sqrt{Kp} H_2 \\
 &= 2 \times 1.5 \sqrt{1.42} 1.8 \\
 &= 6.39 \text{ T/M}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ea_2 &= \frac{1}{2} H_2^2 \gamma_2 Kp \\
 &= \frac{1}{2} \times (1.8)^2 \times 1.7 \times 1.42 \\
 &= 3.91 \text{ T/M}
 \end{aligned}$$

$$\Sigma Ea = 19.25 \text{ T/M}$$

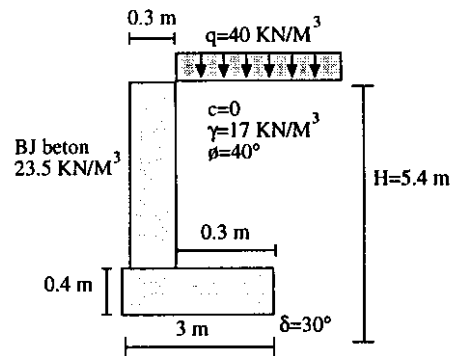
$$\Sigma Ep = 10.345 \text{ T/M}$$

Contoh Soal

Diketahui dinding penahan tanah seperti pada gambar hitunglah faktor keamanan terhadap guling ($f_s \geq 1.5$) dan tekanan maksimum dan minimum pada tanah.

$$\begin{aligned}
 Ea_1 &= Ka q H \\
 &= 0.22 \times 40 \times 5.4 \\
 &= 47.5 \text{ KN/M} \\
 Ea_2 &= \frac{1}{2} \gamma_1 Ka H^2 \\
 &= \frac{1}{2} \times 17 \times 0.22 \times (5.4)^2 \\
 &= 54.6 \text{ KN/M}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat beton} &= 5 \times 0.3 \times 23.5 \\
 &= 35.3 \text{ KN/M} \\
 \text{Berat badan dasar} &= 3 \times 0.4 \times 23.5 \\
 &= 28.2 \text{ KN/M} \\
 \text{Berat tanah diatas badan dasar} &= 5 \times 1.75 \times 17 \\
 &= 148.8 \text{ KN/M}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
\text{Beban merata } q &= 40 \times 1.75 \\
&= 70 \text{ KN/M} \\
\text{Jadi} \\
\text{Gaya gaya horisontal total (Rh)} &= 47.5 + 54.6 \\
&= 102.1 \text{ KN/M} \\
\text{Gaya-gaya vertikal (Rv)} &= 35.3 + 28.2 + 148.8 + 70 \\
&= 282.3 \text{ KN/M} \\
\text{Momen momen yang terjadi:} \\
\text{Akibat } Ea_1 &= 47.5 \times \frac{5.4}{2} = 128.2 \text{ KNM} \\
&Ea_2 &= 54.6 \times \frac{5.4}{3} = 98.3 \text{ KNM} \\
\text{Akibat badan pondasi} &= 35.3 \times \left(1.75 + \frac{0.3}{2}\right) = 67 \text{ KNM} \\
\text{Akibat badan dasar} &= 28.2 \times \left(\frac{3}{2}\right) = 42.3 \text{ KNM} \\
\text{Akibat tanah} &= 148 \times \left(\frac{1.75}{2}\right) = 130.2 \text{ KNM} \\
\text{Akibat beban } q &= 70 \times \left(\frac{1.75}{2}\right) = 61.5 \text{ KNM}
\end{aligned}$$

Untuk mencari faktor aman terhadap guling pada pondasi tersebut maka langkah pertama adalah menentukan gaya yang bekerja pada dinding. Sehingga diperoleh komponen-komponen horisontal dan vertikal (Rh dan Rv) dan gaya resultan R yang bekerja pada dinding.

Posisi R ditentukan dengan membagi jumlah aljabar momen-momen dari semua gaya terhadap sembarang titik pada dasar dinding dengan komponen vertikal (Rv). Komponen R harus bekerja pada sepertiga bagian tengah dasar dinding, dan eksentrisitas (e) dari resultan pada dasar dinding tak boleh lebih besar dari B/6. Dimana B adalah lebar dasar dinding. Maka tekanan maksimum dan minimum pada dasar dinding adalah sebagai berikut.

$$P = \frac{Rv}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$P_{\min} = \frac{Rv}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

Maka untuk soal diatas

$$e = \frac{B}{2} \frac{M_{\text{Total}}}{Rv} - \frac{B}{2} = \frac{527}{282.3} - 1.5 = 1.86 - 1.5 = 0.36 \text{ m}$$

Maka tekanan maksimum dan minimum pada tanah

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{Rv}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) = \frac{282.3}{3} \left(1 \pm \frac{6 \times 0.36}{3} \right) \\
 &= 94 (1 \pm 0.72) \\
 &= 162 \text{ KN/M}^2 \text{ (maks) dan } 26 \text{ KN/M}^2 \text{ (min)}
 \end{aligned}$$

Fs adalah faktor aman yang besarnya $\frac{Rv \tan \delta}{Rh}$

dimana δ adalah sudut friksi antara dasar dinding dan lapisan bawah tanah.

Maka faktor aman didapat $Fs = \frac{Rv \tan \delta}{Rh} = \frac{282.3 \tan 30}{102.1} = 1.6$ yang berarti lebih besar dari

yang disyaratkan (1.5).

