

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Dinding Penahan Tanah

Retaining wall adalah konstruksi yang memiliki fungsi menahan kemiringan tanah. Tanah yang dipertahankan dapat secara aktif mendorong struktur yang cenderung terbalik atau akan dipindahkan. Bentuk perencanaan yang sesuai dengan konstruksi *retaining wall* adalah yang dapat menahan tanah agar tidak longsor, tekanan lateral aktif dan pasif, serta beban-beban yang terdapat pada dinding penahan itu sendiri ataupun yang ada disekitar dinding penahan tanah, (Hardiyatmo, 2014).

2.2. Fungsi Dinding Penahan Tanah

- a. Untuk menahan tekanan tanah aktif dan pasif
- b. Untuk menahan tekanan air yang ada disekeliling bangunan
- c. Untuk mencegah tanah yang runtuh

2.3. Kegunaan Dinding Penahan Tanah

Aplikasi untuk menggunakan dinding penahan tanah meliputi:

- a. Jalan di lereng hingga jalan kereta api.
- b. Peninggian jalan atau rel kereta api.
- c. Penurunan jalan atau rel kereta api.
- d. Dinding penahan adalah batas kanal.
- e. Dinding untuk menahan atau mengurangi banjir yang terjadi di sungai.

- f. Dinding yang digunakan untuk menahan jembatan. Pengisi tanah ini disebut pendekatan pengisian dan dinding penahan disebut *buffer*.
- g. Dinding yang ada pada sekitar bangunan.
- h. Dinding untuk menyimpan bahan-bahan seperti pasir, bijih besi, dan lainnya.



Gambar 2.1. Kegunaan Dinding Penahan Tanah

2.4. Jenis-jenis Dinding Penahan Tanah

Terdapat beberapa klarifikasi berdasarkan cara untuk mencapai kestabilan, yaitu dinding gravitasi, dinding kantilever, dan dinding kontravort. Beberapa jenis dinding penahan tanah meliputi:

2.4.1. Dinding Gravitasi (*Gravity Wall*)

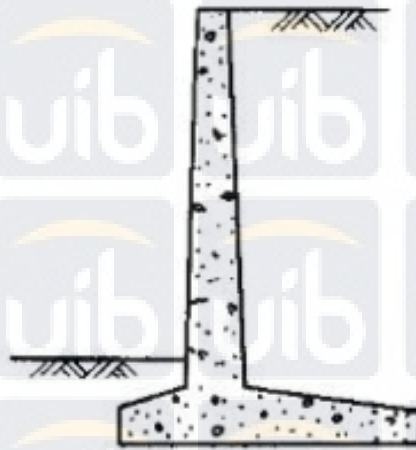
Bahannya adalah beton murni (tanpa tulangan) atau batu kali ini biasanya memiliki ketinggian kurang lebih 4 meter. Dinding penahan tipe gravitasi ini mempunyai fungsi, yaitu tahan terhadap tekanan tanah dengan beratnya sendiri. Dinding penahan tipe gravitasi ini juga banyak digunakan dalam konstruksi dikarenakan bentuknya yang sederhana dan pelaksanaannya yang mudah, (Hardiyatmo, 2014).



Gambar 2.2. Dinding Gravitasi (*Gravity Wall*)

2.4.2. Dinding Kantilever (*Cantilever Wall*)

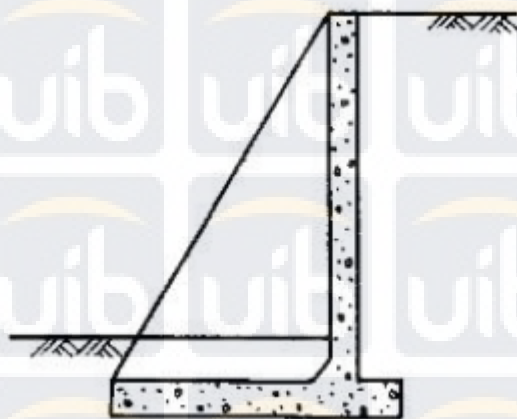
Bahannya adalah beton yang memiliki tulang lantai dan dinding vertikal. Masing-masing bertindak sebagai pelat dan balok penopang atau balok kantilever. Kestabilan konstruksi dapat dilihat dari berat bangunan dan berat tanah yang ada. Ada 3 bagian struktur yang berfungsi sebagai *cantilevers*, yaitu dinding yang vertikal (*stem*), ujung jari kaki dan tumit telapak. Ketinggian dinding kantilever kurang lebih 6-7 meter, (Hardiyatmo, 2014).



Gambar 2.3. Dinding Kantilever (*Cantilever Wall*)

2.4.3. Dinding Kontrafort (*Contrafort Wall*)

Dinding kontrafort adalah dinding penahan tanah dimana dinding dan tumit vertikal digabungkan. Pengikat tarikan dinding vertikal merupakan fungsi dari kontrafort dan diletakkan pada bagian tiang dengan jarak tertentu. Ketinggian dinding kontur lebih dari 7 meter sehingga lebih ekonomis, (*Hardiyatmo, 2014*).



Gambar 2.4. Dinding Kontrafort (*Contrafort wall*)

2.5. Konsep Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan survei lapangan dan mempertimbangkan kesulitan dalam implementasi, berikut konsep perencanaan dinding penahan tanah:

- a. Sebuah aliran air sungai tidak mengganggu lebar Daerah Aliran Sungai (DAS) yang basah
- b. Fungsi dinding penahan tanah yang dapat menahan sungai yang curam hingga dapat melindungi terhadap rembesan air.
- c. Agar dapat menahan tekanan tanah dan beban tekanan air yang bekerja di dinding penahan
- d. Untuk menjaga lingkungan yang lembab, kering, dan basah dalam jangka waktu yang panjang.
- e. Gaya aksial dan lateral serta tekanan tanah dan air yang aktif, dimiliki oleh dinding penahan tanah lateral.

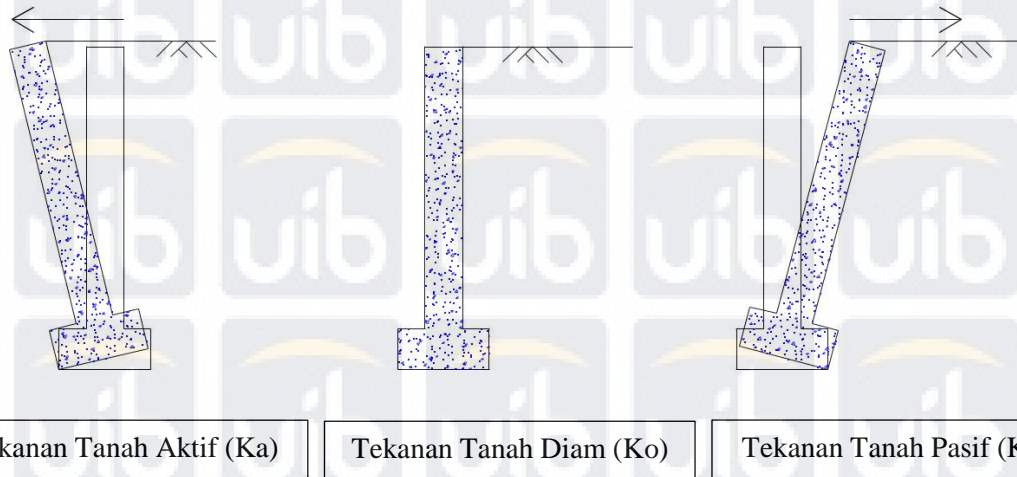
2.6. Tekanan Tanah Lateral

Berdasarkan sumber Hardiyatmo, 2002, terjadinya dorongan belakang karena adanya tekanan tanah lateral. Tanah lateral yang besar sangat penting untuk penempatan dinding penahan dan perilaku tanah.

Tekanan di balik *retaining wall* diperkirakan cukup sulit karena ada begitu banyak variabel. Rinciannya termasuk jenis bahan di bawah fondasi, kandungan air dan kepadatan, jenis bahan stok, bahan muatan di atas tanah, dan lainnya.

Tekanan dianggap tidak ada apabila *retaining wall* dibuat untuk batuan padat. Tekanan berpengaruh pada dinding apabila *retaining wall* dibuat untuk menghasilkan tekanan udara.

Ada 3 macam dinding penahan tanah lateral, yaitu:



Gambar 2.5. Tekanan Tanah Berdasarkan Arah Pergerakan Dinding

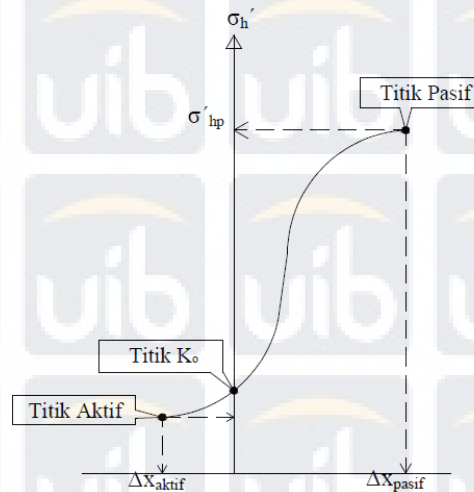
Yang mempengaruhi jumlah perpindahan *retaining wall* adalah ketinggian dinding. Akibat tekanan tanah yang bekerja oleh perpindahan, korelasi tinggi dinding hingga jenis tanah, dapat digambarkan melalui tabel berikut:

Table 2.1. Hubungan Jenis Tanah, Tinggi, dan Perpindahan Untuk Tekanan Aktif

Jenis Tanah	x Aktif
Pasir Lepas	0,002 H – 0,004 H
Lempung Lunak	0,02 H – 0,05 H
Pasir Padat	0,001 H – 0,002 H
Lempung Keras	0,01 H – 0,02 H

Tabel 2.2. Hubungan Jenis Tanah, Tinggi, dan Perpindahan Untuk Tekanan Pasif

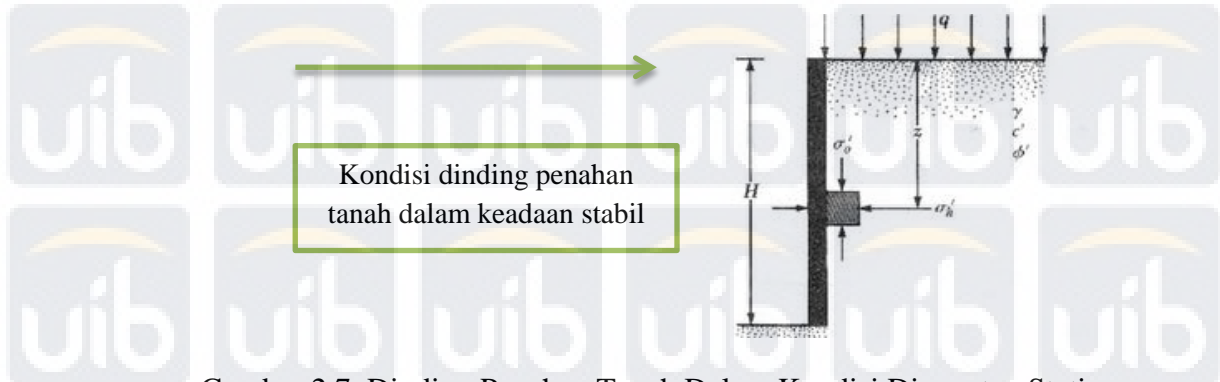
Jenis Pasir	x Pasif
Pasir Lepas	0,01 H
Lempung Lunak	0,05 H
Pasir Padat	0,005 H
Lempung Keras	0,01 H



Gambar 2.6. Grafik Arah Perpindahan Dinding Terhadap Tekanan yang Bekerja

2.6.1. Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam atau Statis

Maksudnya adalah keadaan tanah konsolidasi karena tekanan vertikal serta beratnya sendiri yang menyebabkan keadaan seimbang. Adanya perubahan bentuk lateral oleh tanah disekitarnya. Akibat tidak adanya perpindahan, maka tidak ada pula tegangan geser horizontal dan vertikal. Kondisi tanah inilah yang disebut dengan kondisi diam atau seimbang, (*Hardiyatmo, 2002*).



Gambar 2.7. Dinding Penahan Tanah Dalam Kondisi Diam atau Statis

Nilai z kedalaman tekanan lateral, yaitu:

$$\sigma_h = K_o \sigma'_o + u$$

Dimana:

K_o = Keadaan statis atau diam untuk koefisien tekanan tanah

σ'_o = Tekanan yang efektif

u = Tekanan untuk air pori

Menurut Jaky (1944), hubungan K_o dengan tanah terkonsolidasi normal:

$$K_o = 1 - \sin \phi'$$

Dimana:

ϕ' = Keadaan kering untuk sudut gesek puncak

Menurut Brooker dan Irelandia (1965), koefisien tekanan tanah pada saat

keadaan statis dengan tanah lempung terkonsolidasi normal sebagai:

$$K_o = 0,95 - \sin \phi'$$

$$K_o = 0,4 + 0,007 (PI) \longrightarrow PI \text{ antara } 0 - 40$$

$$K_o = 0,64 + 0,001 (PI) \longrightarrow PI \text{ antara } 40 - 80$$

Dimana:

PI = *Plastic Index*

Kelebihan kekuatan pada tanah lempung:

$$K_o \text{ (overconsolidated)} = K_o \text{ (normally consolidated)} \sqrt{\text{OCR}}$$

Dimana:

OCR = *Over Consolidation Ratio*

Tabel 2.3. Nilai Tipikal K_o

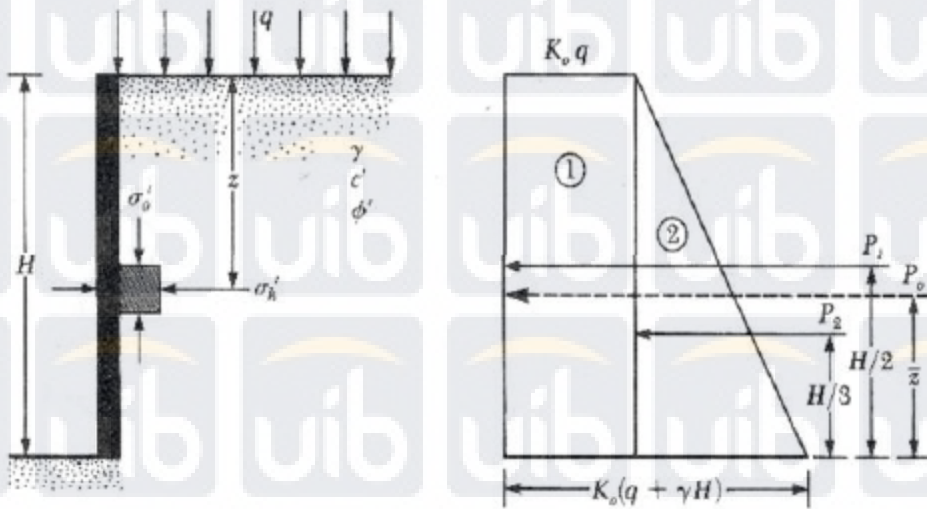
<i>Soil Type</i>	OCR = 1	OCR = 2	OCR = 5	OCR = 10
<i>Loose Sand</i>	0,50	0,65	1,10	1,50
<i>Medium Dense Sand</i>	0,40	0,60	1,05	1,55
<i>Dense Sand</i>	0,35	0,55	1,00	1,50
<i>Silt</i>	0,50	0,70	1,10	1,60
<i>Lean Clay, CL</i>	0,60	0,80	1,20	1,65
<i>High Plasticity Clay, CH</i>	0,65	0,80	1,10	1,40

Untuk menentukan jumlah tegangan total (P_o) diperoleh dari:

$$P_o = P_1 + P_2 = qK_oH + \frac{1}{2} \gamma H^2 K_o$$

$$P_o = A_1 + A_2 = qK_oH + \frac{1}{2} \gamma H^2 K_o$$

Momen dinding pada lokasi garis aksi untuk gaya resultan sebagai berikut:



Gambar 2.8. Momen pada Dinding

$$\bar{z} = \frac{P_1 \left(\frac{H}{3}\right) + P_2 \left(\frac{H}{3}\right)}{P_o}$$

Dimana:

\bar{z} = Adanya kedalaman (m)

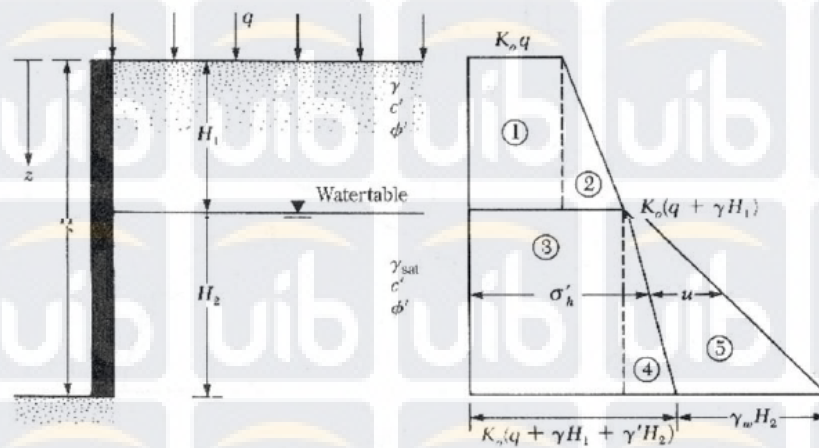
P_1 = Terjadinya tekanan di titik 1 (kN/m)

P_2 = Terjadinya tekanan di titik 2 (kN/m)

P_o = Kekuatan total (kN/m)

Jika kedalaman air tanah $z < H$, maka pada tekanan saat statis atau diam

sebagai berikut:



Gambar 2.9. Tekanan Tanah Saat Statis atau Diam

Untuk menghitung jumlah tegangan apabila terdapat muka air tanah sebagai berikut:

$$P_o = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$P_o = K_o q H_1 + \frac{1}{2} \gamma H_1^2 K_o + K_o (q + \gamma H_1) H_2 + \frac{1}{2} \gamma H_2^2 K_o + \frac{1}{2} \gamma_w H_2^2$$

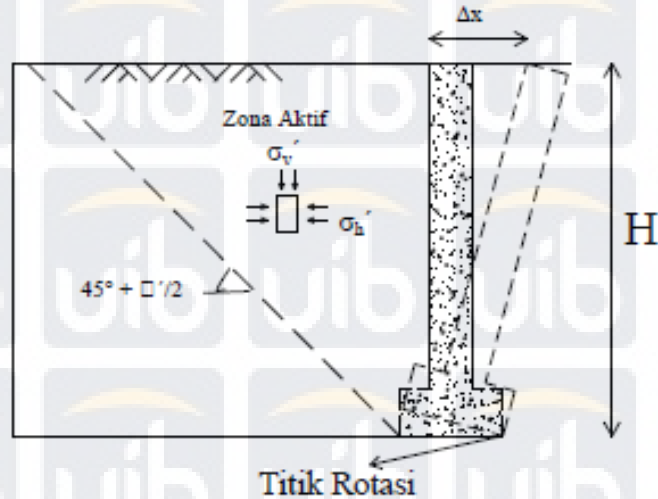
2.6.2. Menurut Teori Rankine (1857), Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Berdasarkan asumsinya sebagai berikut:

- Tidak memiliki gaya friksi atau gesekan dan adhesi diantara dinding dan tanah.
- Pada dinding sudut vertikal 90° menyebabkan terjadinya tekanan lateral
- Lanskap sudut geser tanah.
- Pada sepertiga tingginya dinding, resultan dan kedalaman bervariasi secara linier bagi tekanan lateral.
- Permukaan tanah yang dihasilkan adalah gaya yang bervariasi.

1) Tekanan Tanah Aktif Menurut Rankine

Dinding akan menjauhi tanah yang ditahan disebabkan oleh tekanan tanah aktif, seperti gambar berikut:



Gambar 2.10. Tekanan Yang Menjauhi Dinding Tanah

Menurut Mohr-Coulomb ada prinsip lingkaran sebagai berikut:

$$\tau_f = c' + \sigma_v' \tan \phi'$$

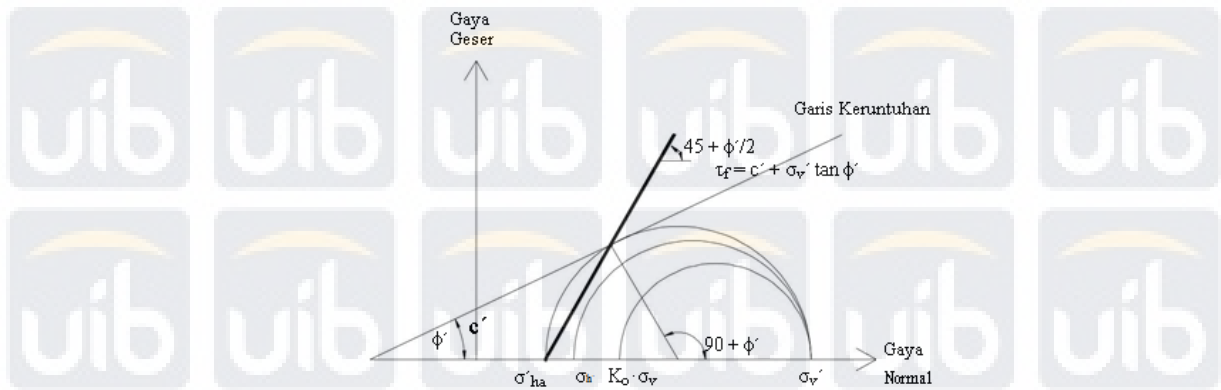
Dimana:

τ_f = Ketahanan geser pada tanah

σ_v' = Ketahanan efektif pada tanah

ϕ' = Tanah yang memiliki sudut geser

c' = Kohesi pada tanah



Gambar 2.11. Prinsip Tekanan Tanah Aktif Mohr

Persamaan dengan adanya gaya-gaya antara lain:

$$\begin{aligned}\sigma_v' &= \sigma_1' \\ \sigma_h' &= \sigma_3' \\ \sigma_1' &= \sigma_3' \tan^2 \left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) + 2c' \tan \left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) \\ \sigma_3' &= \sigma_1' \tan^2 \left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) - 2c' \tan \left(45 - \frac{\phi'}{2}\right)\end{aligned}$$

Dimana:

σ_v' = Tekanan efektif tanah

σ_h' = Tekanan lateral tanah

c' = Kohesi pada tanah

ϕ' = Tanah yang memiliki sudut geser

K_a = Tanah aktif yang memiliki koefisien tekanan

Dikarenakan $K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi'}{2}\right)$, maka muncullah persamaan *Bell's*

Equation antara lain:

$$\begin{aligned}\sigma_{ha}' &= \sigma_v' \tan^2 \left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) - 2c' \tan \left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) \\ \sigma_{ha}' &= \sigma_v' \cdot K_a - 2c' \cdot \sqrt{K_a}\end{aligned}$$

Dimana:

σ'_{ha} = Tanah aktif yang memiliki tekanan lateral

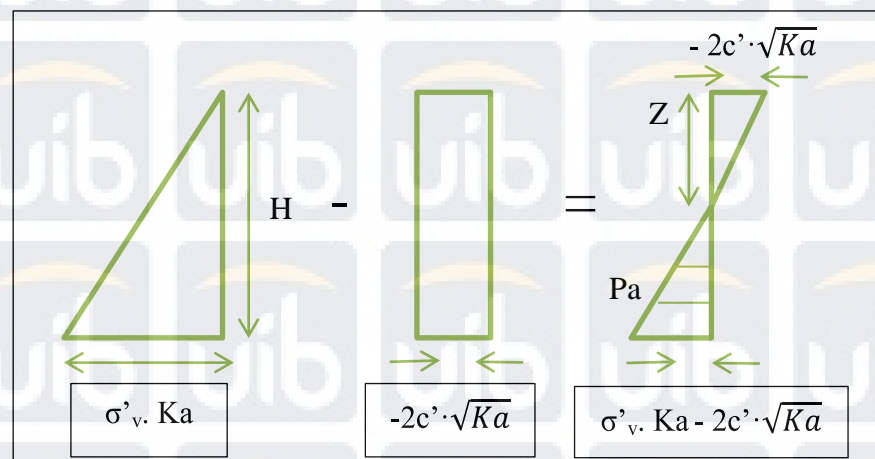
σ'_v = Tanah efektif yang memiliki tekanan efektif

c' = Kohesi pada tanah

ϕ' = Tanah yang memiliki sudut geser

K_a = Tanah aktif yang memiliki koefisien tekanan

Resultan tekanan aktif terjadi karena adanya pengaruh air dan beban luar sebagai berikut:



Persamaan total pada tekanan tanah antara lain:

$$P_a = 0,5\gamma' \cdot H \cdot K_a - 2c' \cdot \sqrt{K_a}$$

$$P_a = 0,5\gamma \cdot H^2 \cdot K_a$$

Dimana:

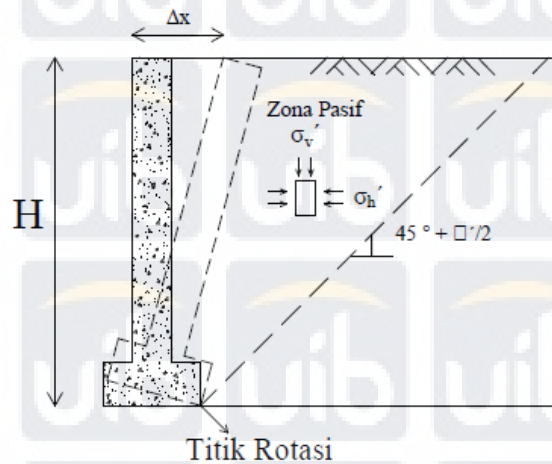
P_a = Total tekanan yang terjadi pada tanah aktif

H = Tinggi pada *retaining wall*

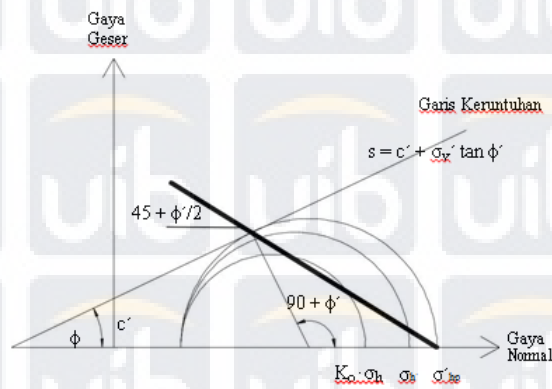
K_a = Adanya koefisien pada tekanan tanah aktif

2) Tekanan Tanah Pasif Menurut Rankine

Menyebabkan dinding menjauhi tanah seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.12. Tekanan Yang Mendekati Dinding Tanah



Gambar 2.13. Prinsip Tekanan Tanah Pasif Mohr

Persamaan dengan adanya gaya-gaya antara lain:

$$\begin{aligned}\sigma_v' &= \sigma_1' \\ \sigma_h' &= \sigma_3' \\ \sigma_1' &= \sigma_3' \tan^2 \left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) + 2c' \tan \left(45 - \frac{\phi'}{2}\right)\end{aligned}$$

Dimana:

σ_v' = Tekanan efektif tanah

σ'_h = Tekanan lateral tanah

c' = Kohesi pada tanah

ϕ' = Tanah yang memiliki sudut geser

K_p = Adanya koefisien pada tekanan tanah pasif

Apabila $K_p = \tan^2 (45 + \frac{\phi'}{2})$, maka persamaan atas keruntuhan tekanan:

$$\sigma'_{hp} = \sigma'_v \tan^2 (45 + \frac{\phi'}{2}) - 2c' \tan (45 + \frac{\phi'}{2})$$

$$\sigma'_{hp} = \sigma'_v \cdot K_p + 2c' \cdot \sqrt{K_p}$$

Dimana:

σ'_{hp} = Adanya tekanan lateral pada tanah pasif

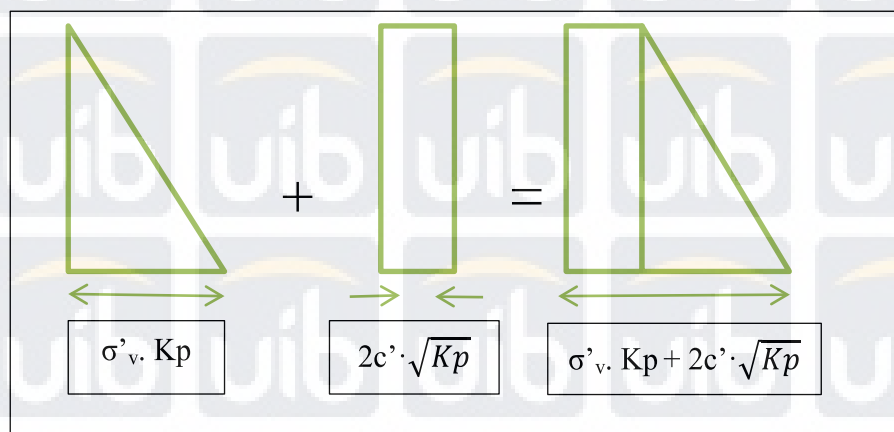
σ'_v = Adanya tekanan efektif pada tanah

c' = Kohesi pada tanah

ϕ' = Tanah yang memiliki sudut geser

K_p = Adanya koefisien pada tekanan tanah pasif

Resultan tekanan pasif terjadi karena adanya pengaruh air dan beban luar sebagai berikut:



Persamaan total tekanan tanah sebagai berikut:

$$P_p = 0,5\gamma \cdot H \cdot K_p + 2c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$P_p = 0,5\gamma \cdot H^2 \cdot K_p$$

Dimana:

P_p = Total yang terjadi pada tekanan tanah pasif

H = Tinggi pada *retaining wall*

K_p = Adanya koefisien pada tekanan tanah pasif

Tabel 2.4. Rasio Koefisien Tekanan Tanah

Perbandingan Umum Koefisien Tekanan Lateral	
Tanah Dalam Keadaan Kohesif	Tanah Dalam Keadaan Non Kohesif
$K_p = 1-2$	$K_p = 3 - 14$
$K_o = 0,4 - 0,8$	$K_o = 0,4 - 0,6$
$K_a = 0,5 - 1,0$	$K_a = 0,22 - 0,33$