

MEKANIKA TANAH 2

TEKANAN TANAH LATERAL

At RestRankine and Coulomb



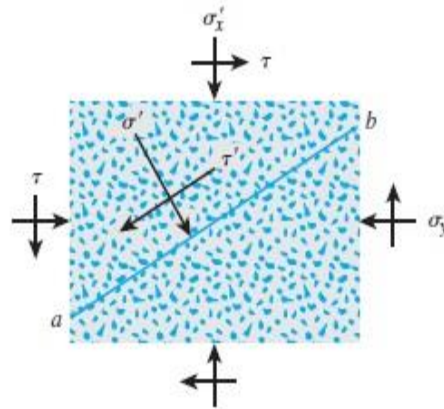
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA

Jl. Boulevard Bintaro Sektor 7, Bintaro Jaya
Tangerang Selatan 15224

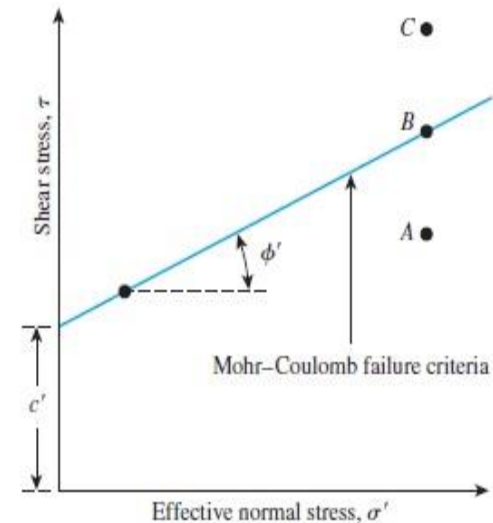
KRITERIA KERUNTUHAN MENURUT MOHR - COULOMB

Mohr (1980) menyatakan : keruntuhan terjadi pada suatu material akibat kombinasi kritis antara tegangan normal dan geser **—→ bukan hanya akibat teg.normal maksimum atau teg.geser maksimum**

$$\tau_f = f(\sigma)$$



(a)



(b)

Kemiringan Bidang keruntuhan Akibat Geser

$$\left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\right) \sin 2\theta = c + \left[\left(\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}\right) + \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\right) \cos 2\theta\right] \tan \phi$$

atau

Untuk harga-harga σ_3 dan c tertentu, kondisi runtuh akan ditentukan oleh harga minimum dari tegangan utama besar σ_1 .

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{c + \sigma_3 \tan \phi}{\frac{1}{2} \sin 2\theta - \cos^2 \theta \cdot \tan \phi}$$



Bila harga σ_1 minimum, maka harga $(\frac{1}{2} \sin 2\theta - \cos^2 \theta \cdot \tan \phi)$ pada persamaan di atas haruslah maksimum

$$\cos^2 \theta - \sin^2 \theta + 2 \sin \theta \cdot \cos \theta \cdot \tan \phi = 0$$



$$\theta = 45^\circ + \frac{\phi}{2}$$



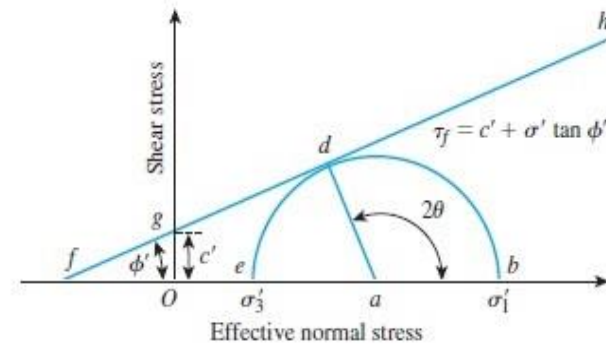
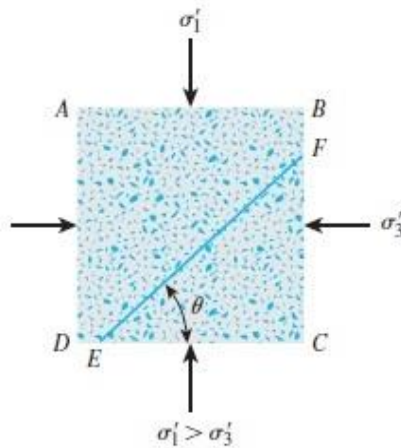
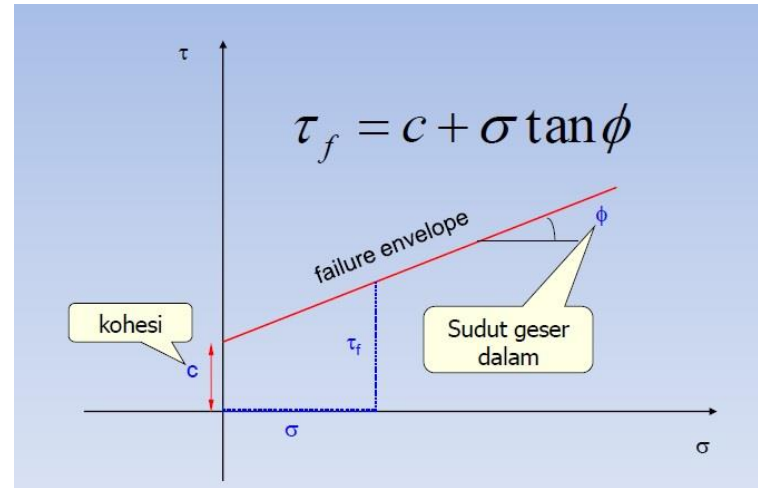
$$\frac{d}{d\theta} \left(\frac{1}{2} \sin 2\theta - \cos^2 \theta \cdot \tan \phi \right) = 0$$

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi$$

c = kohesi

ϕ = sudut geser dalam

τ_f = tegangan geser



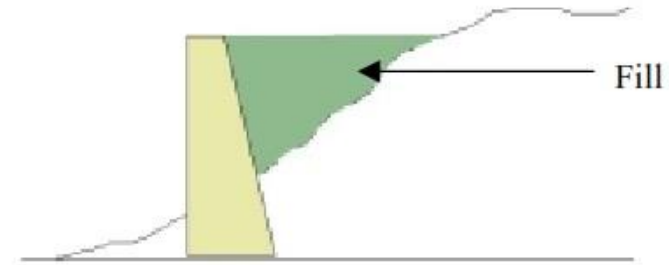
$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\theta$$

$$\tau_f = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\theta$$

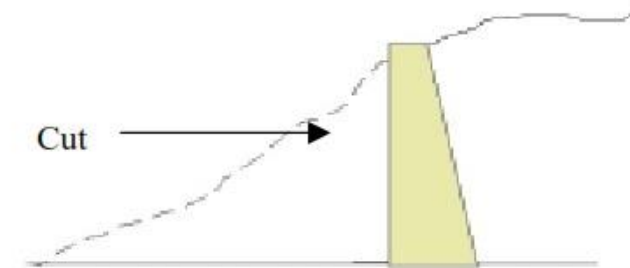
DEFINISI.....

TEKANAN TANAH LATERAL

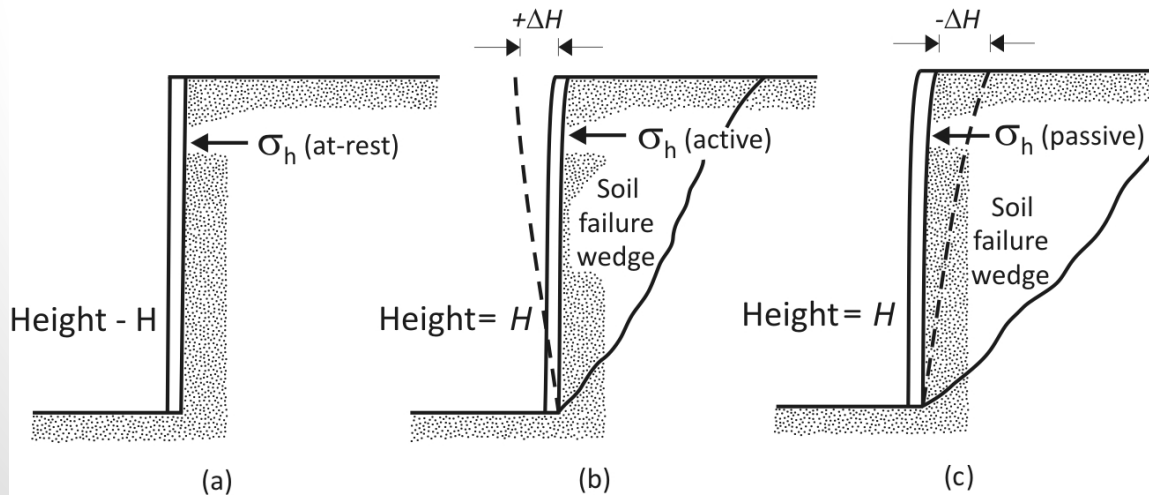
Gaya yang ditimbulkan oleh akibat dorongan tanah di belakang struktur penahan tanah, yang dipengaruhi oleh perubahan letak (*displacement*) dari dinding penahan dan sifat-sifat tanah



Retaining Wall to Support a Fill.



Retaining Wall to Support a Cut.







Basement wall



Bulkheads



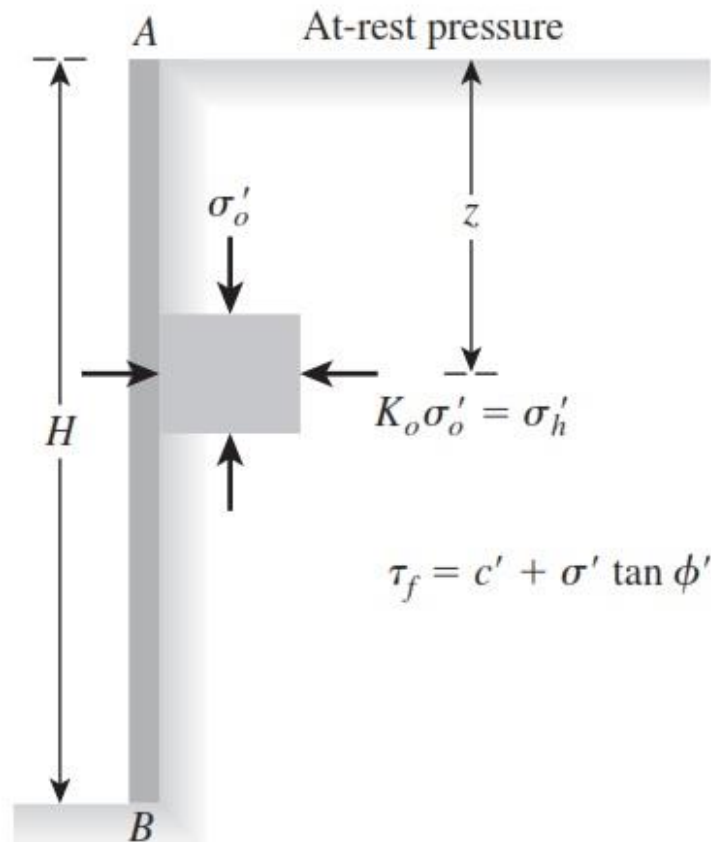
Dinding penahan tanah

AT REST ...ACTIVE AND PASSIVE PRESSURE

Coefficient of earth pressure at rest (K_o)

Perbandingan antara tekanan arah horizontal dan tekanan arah vertikal efektif dalam keadaan keseimbangan)

$$K = K_o = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v}$$

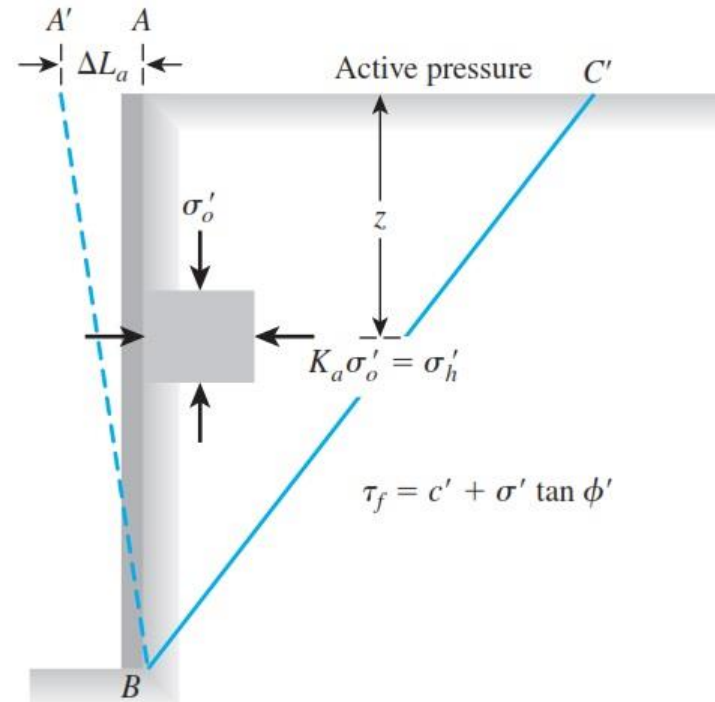


AT REST ...ACTIVE AND PASSIVE PRESSURE

Active earth pressure coefficient (K_a)

Perbandingan antara tekanan tanah horizontal dan tekanan vertikal pada saat dinding turap bergerak ke arah luar dari tanah yang tertahan (*retained soil*)

$$K = K_a = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_o} = \frac{\sigma'_a}{\sigma'_o}$$

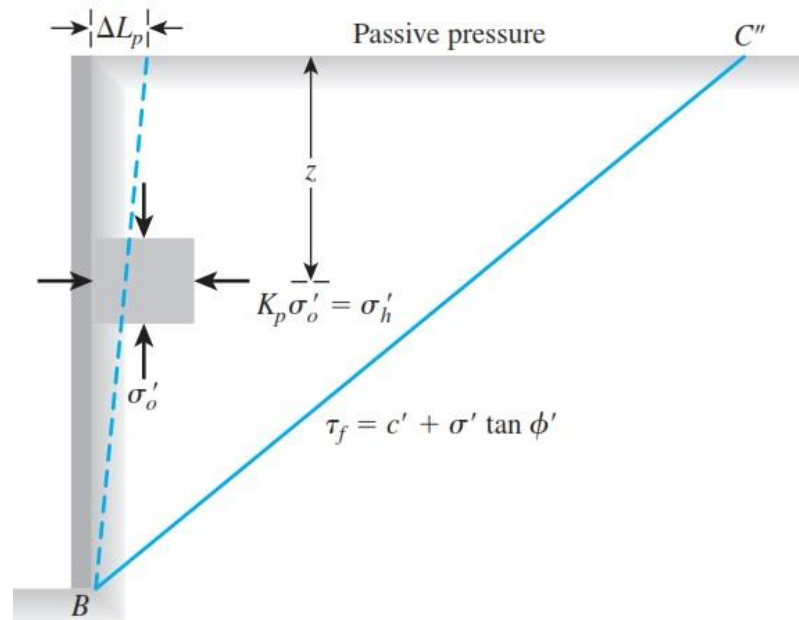


AT REST ...ACTIVE AND PASSIVE PRESSURE

passive earth pressure coefficient (K_p)

Perbandingan antara tekanan tanah horizontal dan tekanan vertikal pada saat dinding turap bergerak ke arah dalam dari suatu massa tanah

$$K = K_p = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_o} = \frac{\sigma'_p}{\sigma'_o}$$



BASIC CONCEPT

- Tekanan lateral terjadi pada dinding turap yang menahan tanah pada satu sisi
- Kekuatan geser tanah terbentuk melalui sudut gesernya.

ASUMSI YANG DIPAKAI :

- Bidang pertemuan antara dinding turap dan tanah adalah **frictionless**
- Dinding turap adalah rigid dan massa tanah **isotropis** dan **homogen**
- Tanah pada keadaan awal diasumsikan pada keadaan diam (at rest)

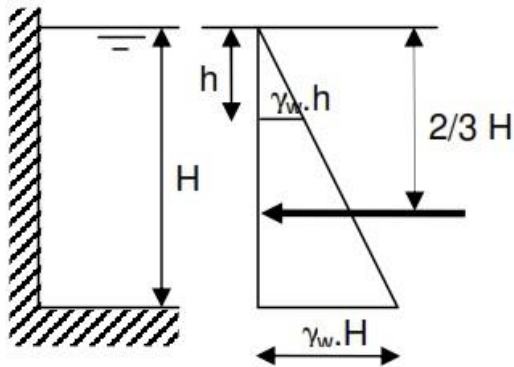


Figure 1 : lateral pressure in water

The pressure at any point in a fluid such as water is the same in all directions

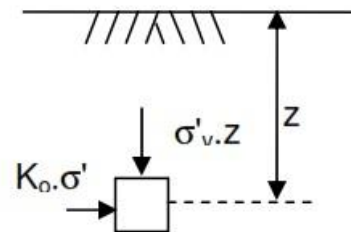


Figure 2 : lateral pressure in soil

In the case of soil, which, unlike water, the lateral pressure at any point will not be the same as the vertical pressure at that point

TEORI RANKINE PADA KONDISI AT REST

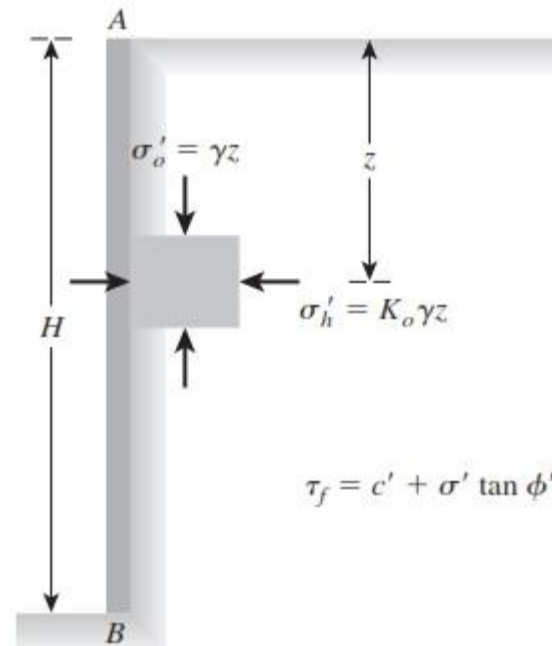
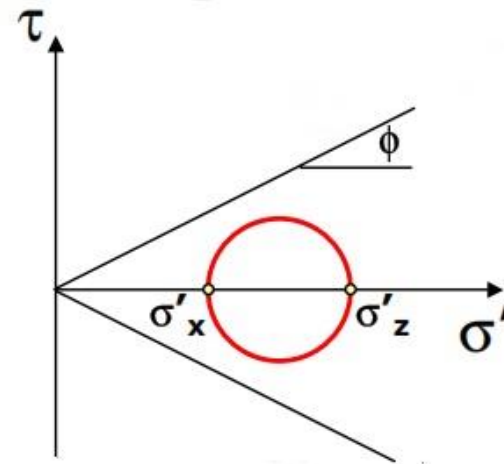
- Tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan dan proses pengendapan akan mengalami konsolidasi sebagai pengaruh dari beban sendiri.
- Pada kondisi keseimbangan = kondisi dimana kedudukan tegangan-tegangan tanpa terjadinya tegangan geser .

tegangan vertikal efektif = $\sigma'_o = \gamma z$

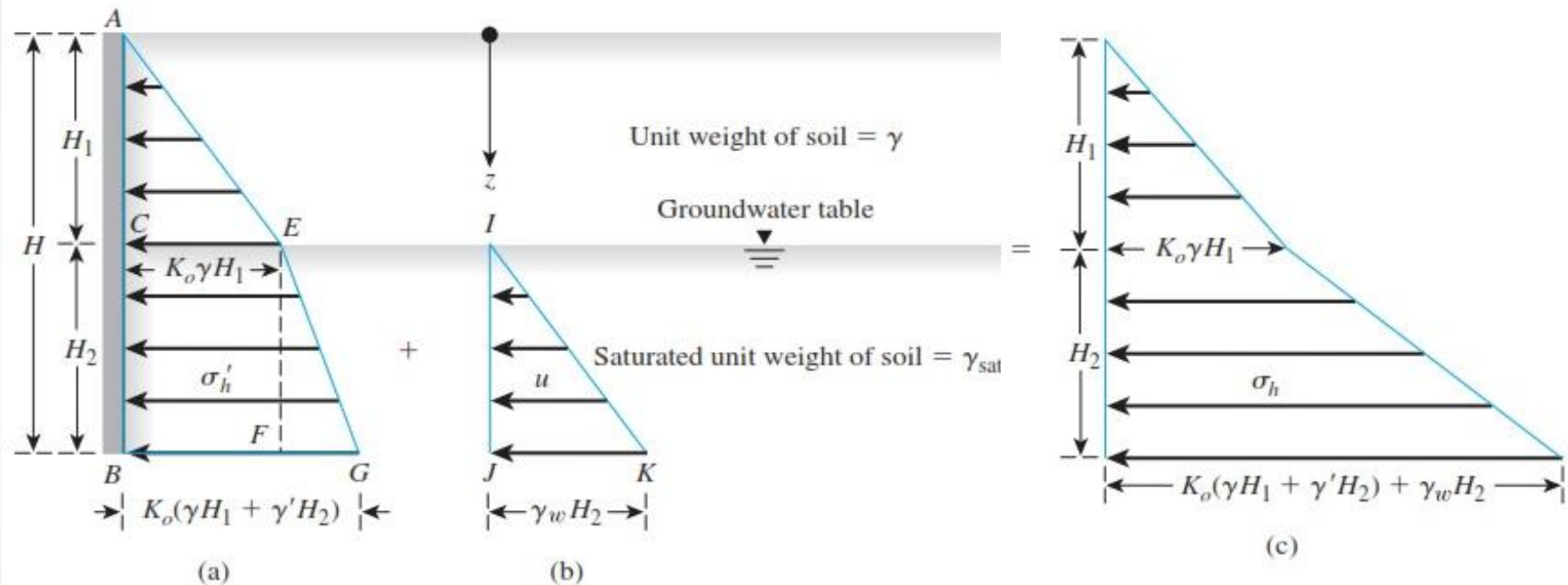
tegangan horisontal efektif = $\sigma'_h = K_o \gamma z$



$$K_o = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_o}$$

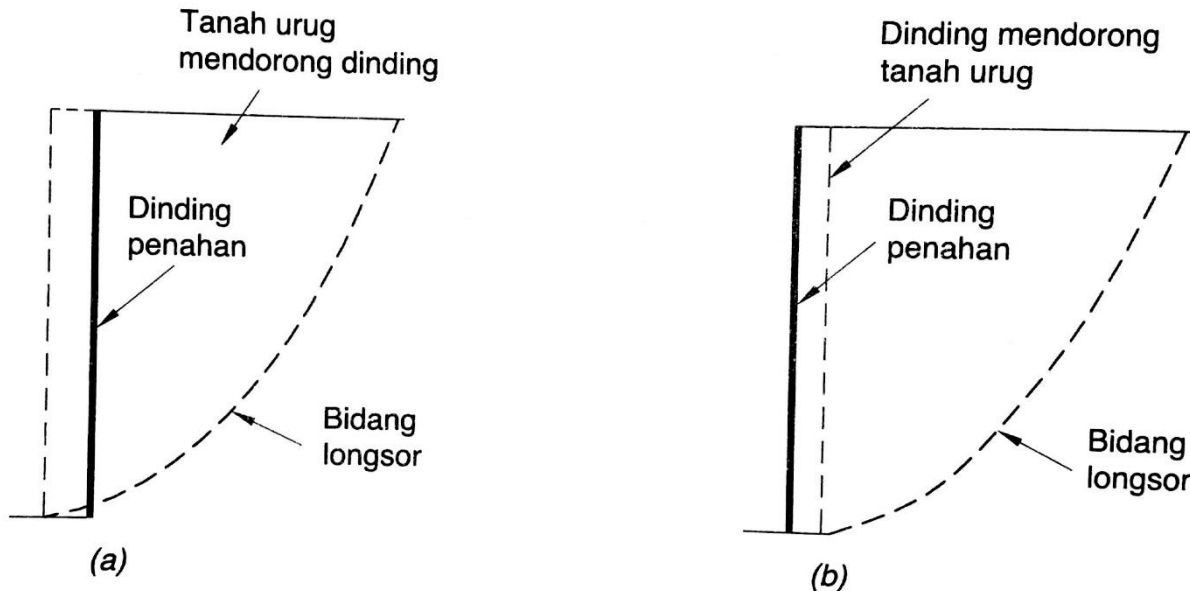


BAGAIMANA BILA ADA SEBAGIAN TANAH TERENDAM AIR ????



$$P_o = \underbrace{\frac{1}{2} K_o \gamma H_1^2}_{\text{Luas ACE}} + \underbrace{K_o \gamma H_1 H_2}_{\text{Luas CEFB}} + \underbrace{\frac{1}{2} (K_o \gamma' + \gamma_w) H_2^2}_{\text{Luas EFG dan IJK}}$$

TEKANAN TANAH AKTIF DAN PASIF

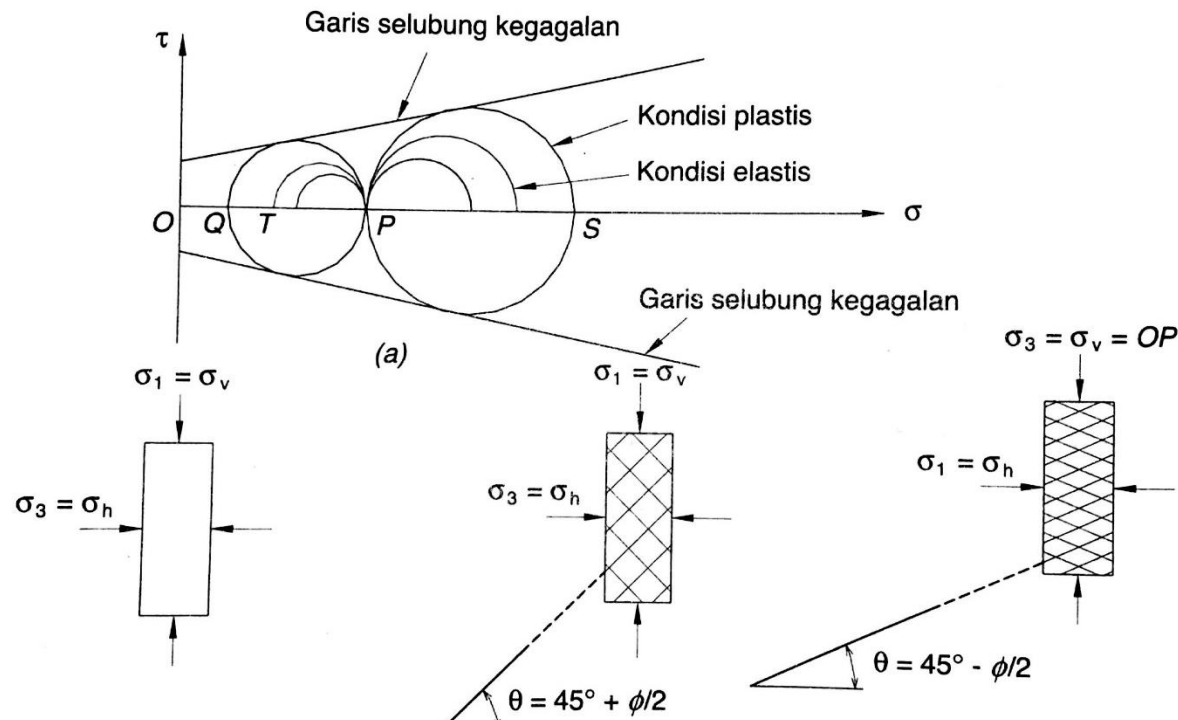


Jika dinding penahan tanah mengalami KEGAGALAN, maka :

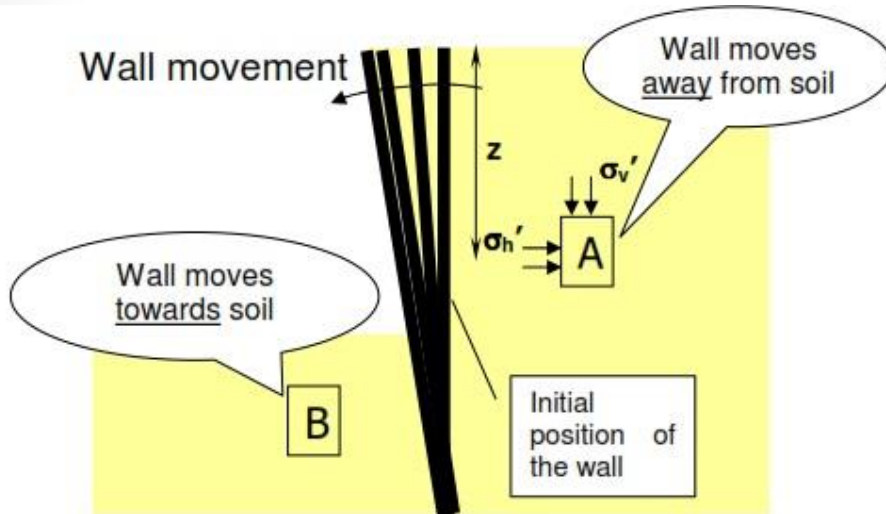
- Pada saat runtuh, tanah urug bergerak ke bawah dan ke samping menekan DPT (gbr.a) → **Tekanan Tanah Aktif**
- Jika terdapat suatu gaya mendorong DPT ke arah tanah urug hingga tanah urug dalam kondisi runtuh (gbr.b) → **Tekanan tanah pasif**

TEORI RANKINE

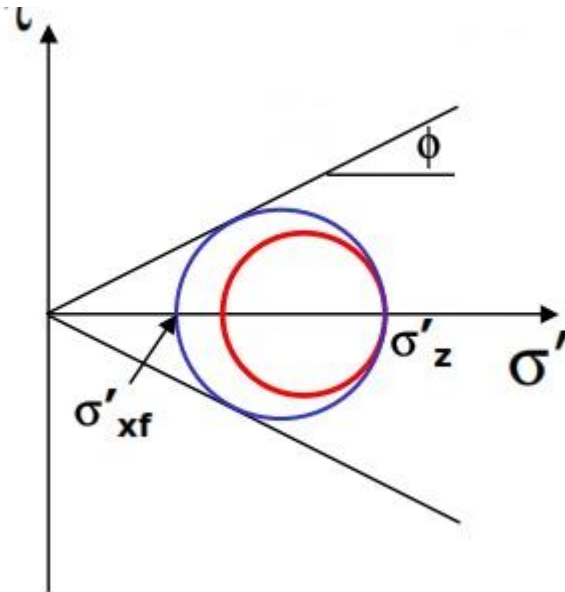
- Dalam merancang bangunan penahan tanah, umumnya dilakukan perancangan dengan analisis pada kondisi-kondisi yang terjadi saat akan runtuh. Lalu memberikan factor aman yang cukup.
- Analisis tekanan tanah lateral ditinjau saat **kondisi keseimbangan plastis**. (saat massa tanah tepat akan runtuh)
- Maka perlu meninjau kondisi tegangan yang ditunjukkan lingkaran Mohr



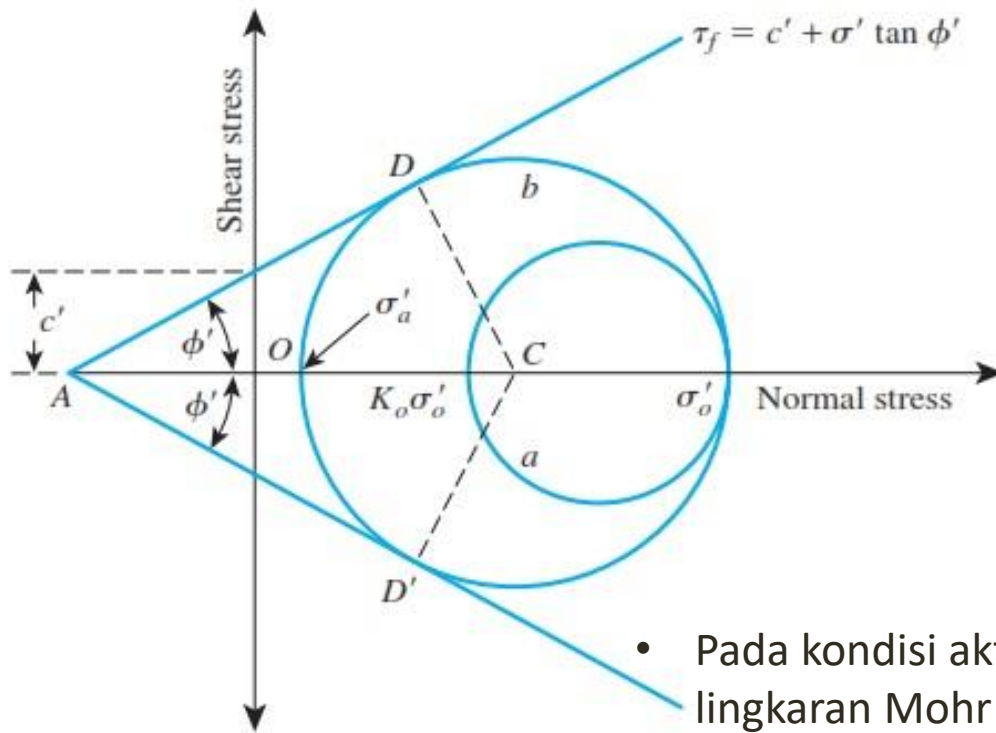
PADA KONDISI AKTIF MENURUT RANKINE



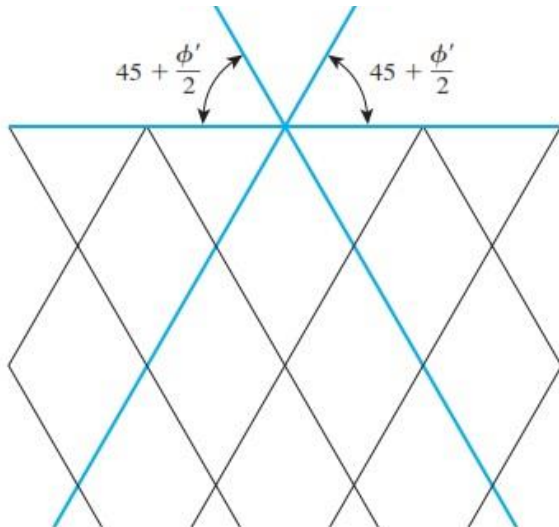
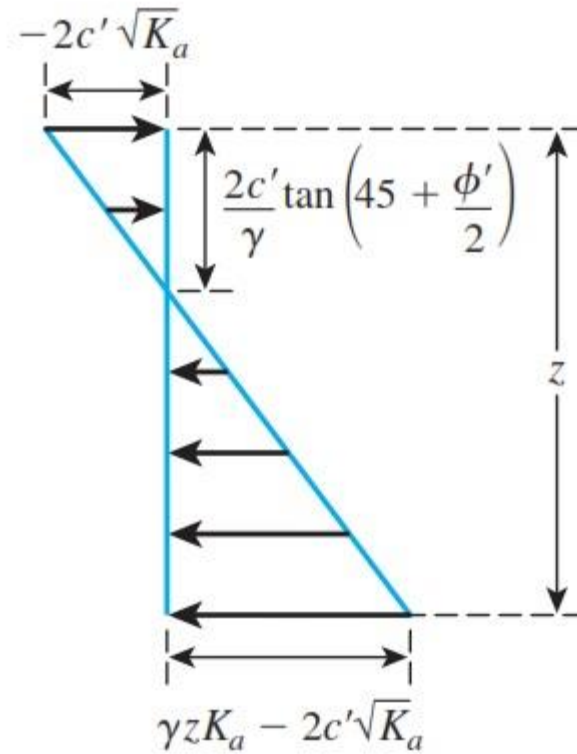
Ketika dinding bergerak dari A menuju A', tegangan horisontal efektif pada elemen tanah akan berkurang dan tegangan efektif vertikal akan bernilai konstan.

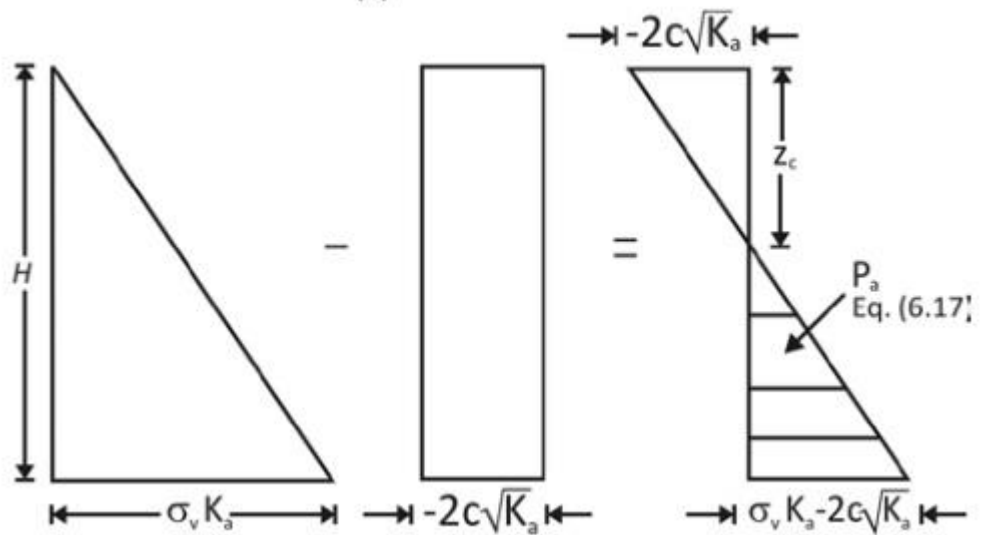
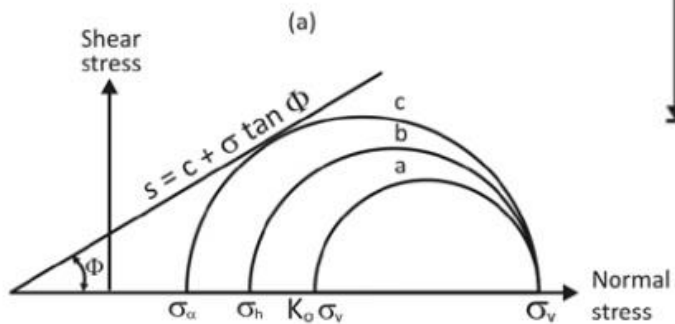
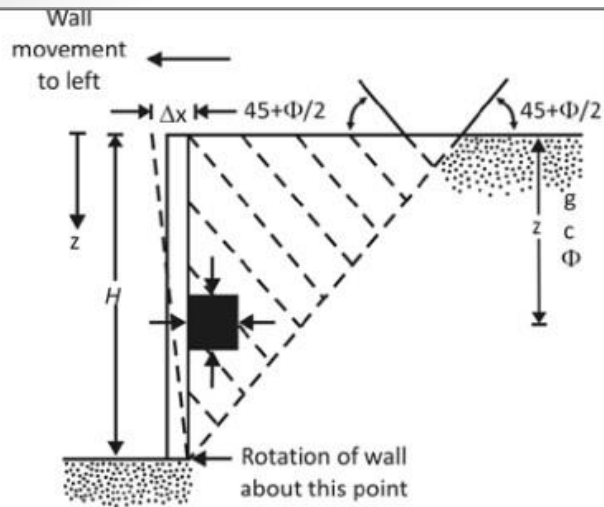


- Ketika lingkaran Mohr menyentuh bidang runtuh, maka akan terjadi kondisi **Active failure**

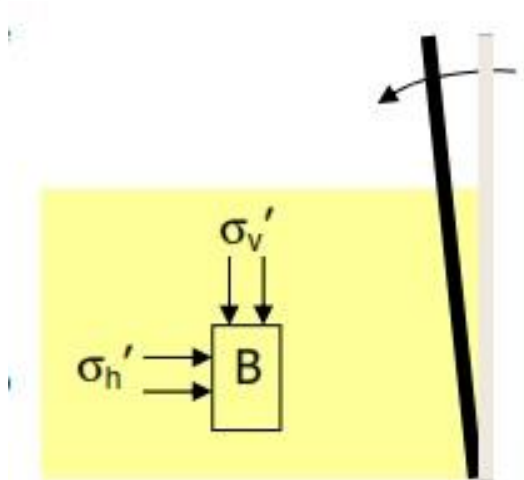


- Pada kondisi aktif lingkaran Mohr bergerak seperti terlihat pada gambar di samping.





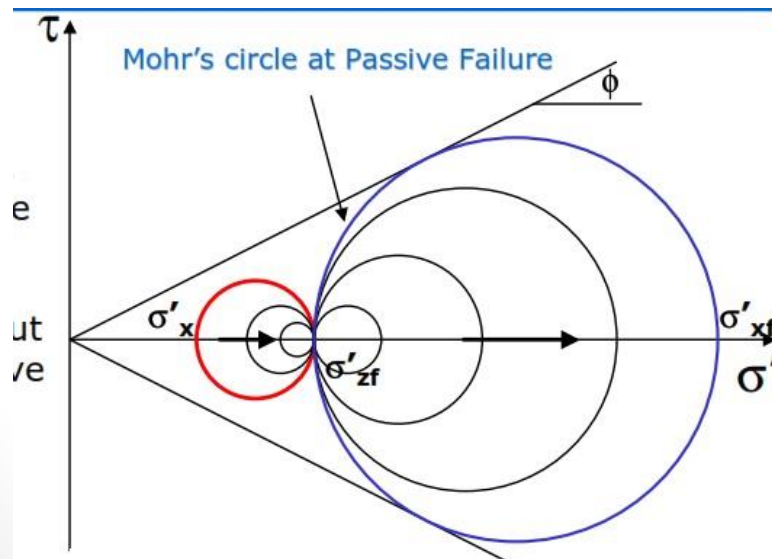
PADA KONDISI PASIF MENURUT RANKINE

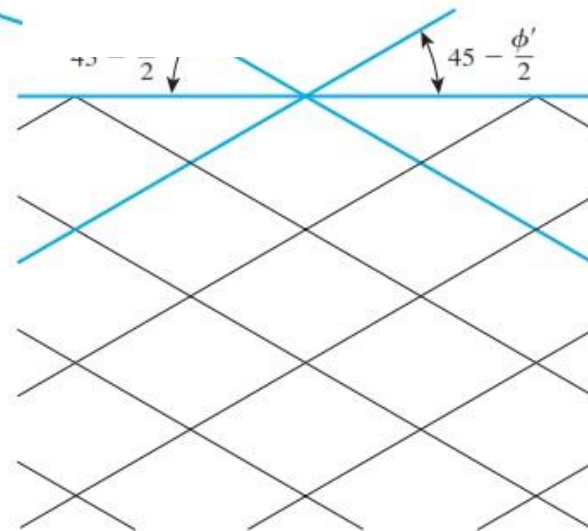
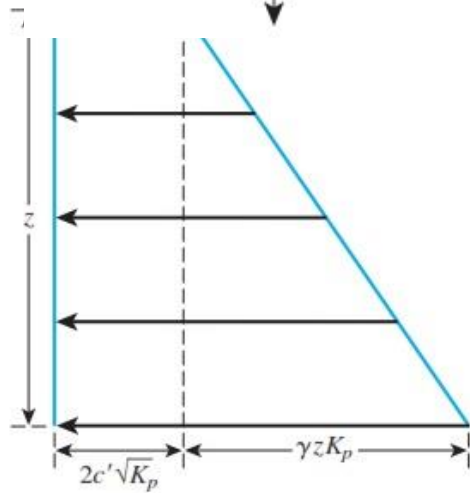
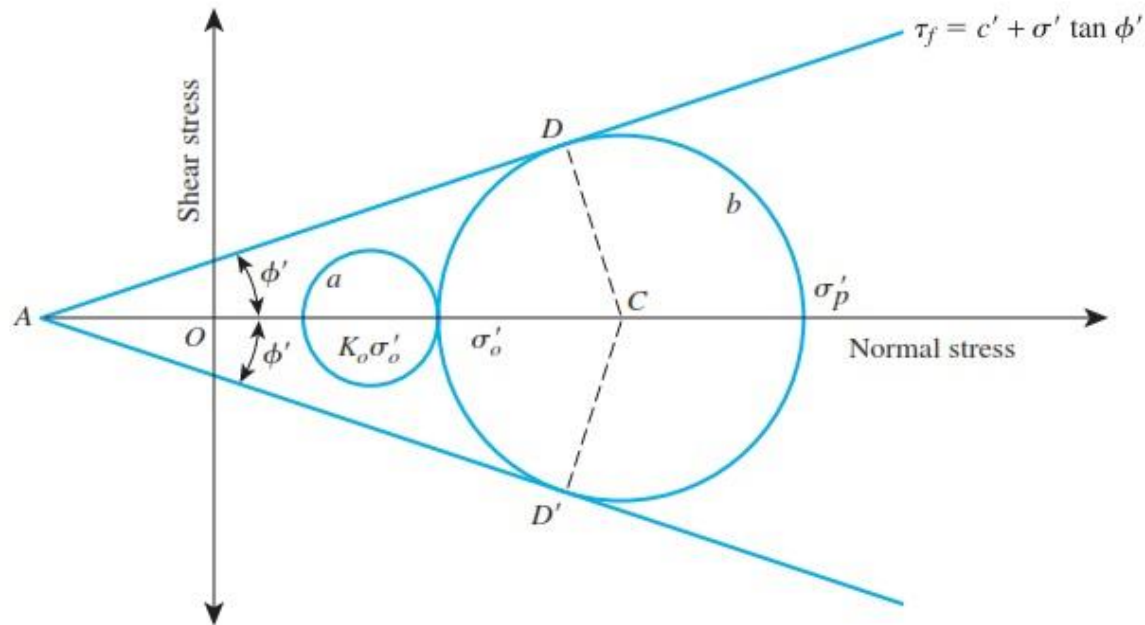


Ketika dinding bergerak menuju elemen tanah B maka :

- Tegangan efektif vertikal tetap
- Tegangan efektif horisontal akan meningkat hingga menyentuh bidang runtuh

→ **passive failure**





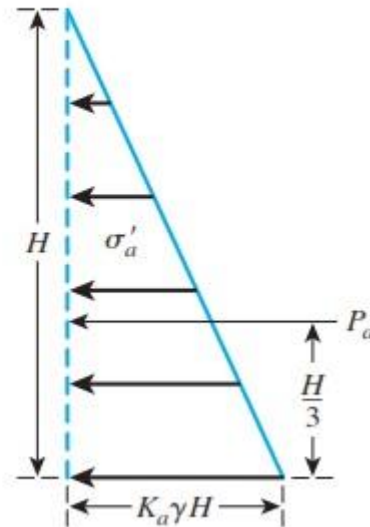
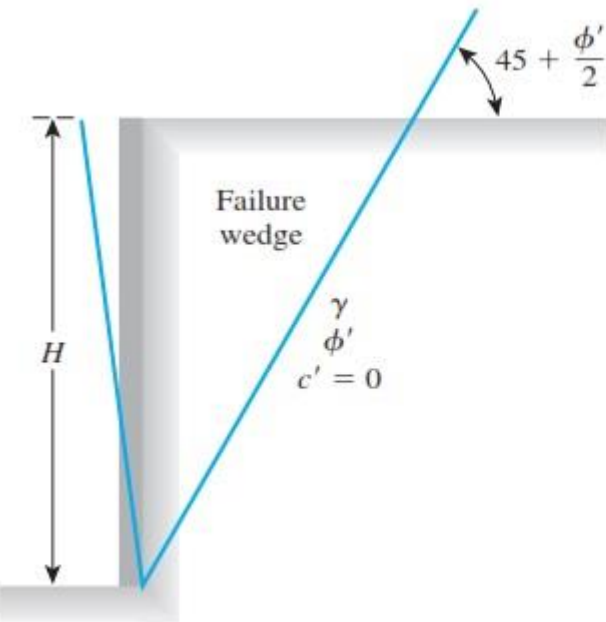
$$\begin{aligned}\sigma'_p &= \sigma'_o \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) + 2c' \tan\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) \\ &= \gamma z \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) + 2c' \tan\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)\end{aligned}$$

$$\sigma'_p = \sigma'_o \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

$$\frac{\sigma'_p}{\sigma'_o} = K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

DIAGRAM DAN DISTRIBUSI TEKANAN TANAH KE SAMPING PADA TEMBOK PENAHAN

Urugan di belakang tembok (*Backfill*) – tanah tidak berkohesi dengan permukaan datar



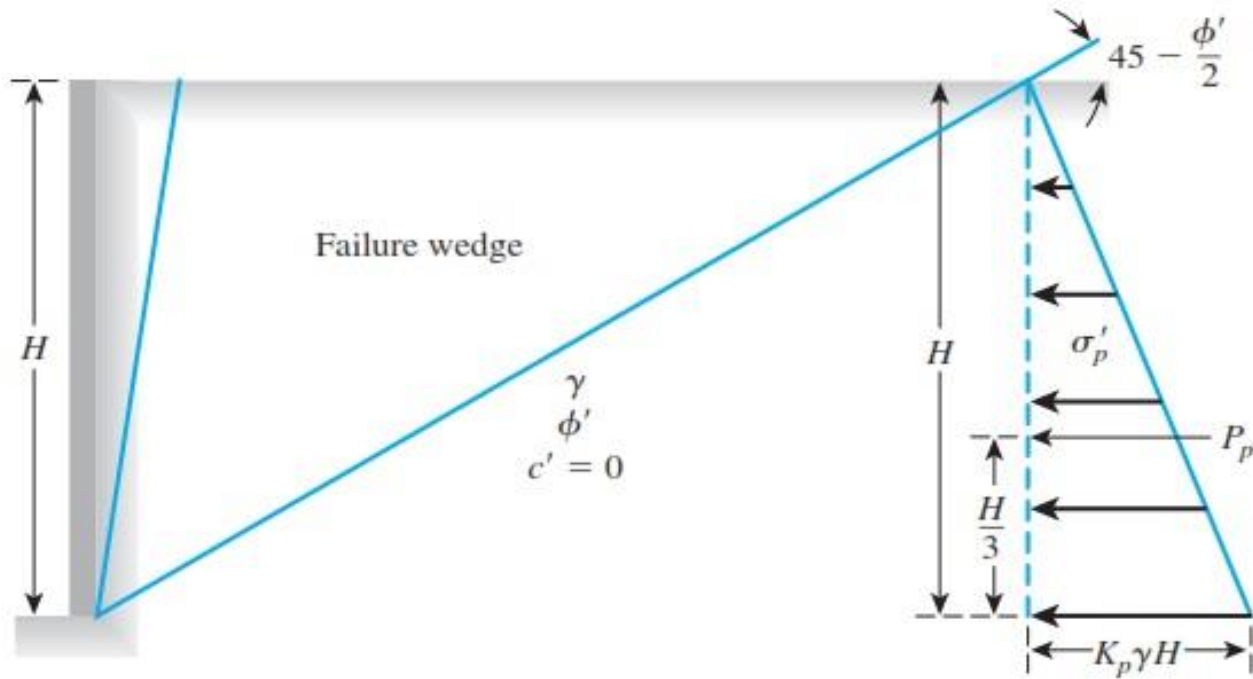
KONDISI AKTIF

$$\sigma_a = K_a \cdot \gamma z \quad (c = 0)$$

$$\sigma_a = K_a \cdot \gamma H$$

Gaya total P_a adalah :

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \cdot \gamma H^2$$



KONDISI PASIF

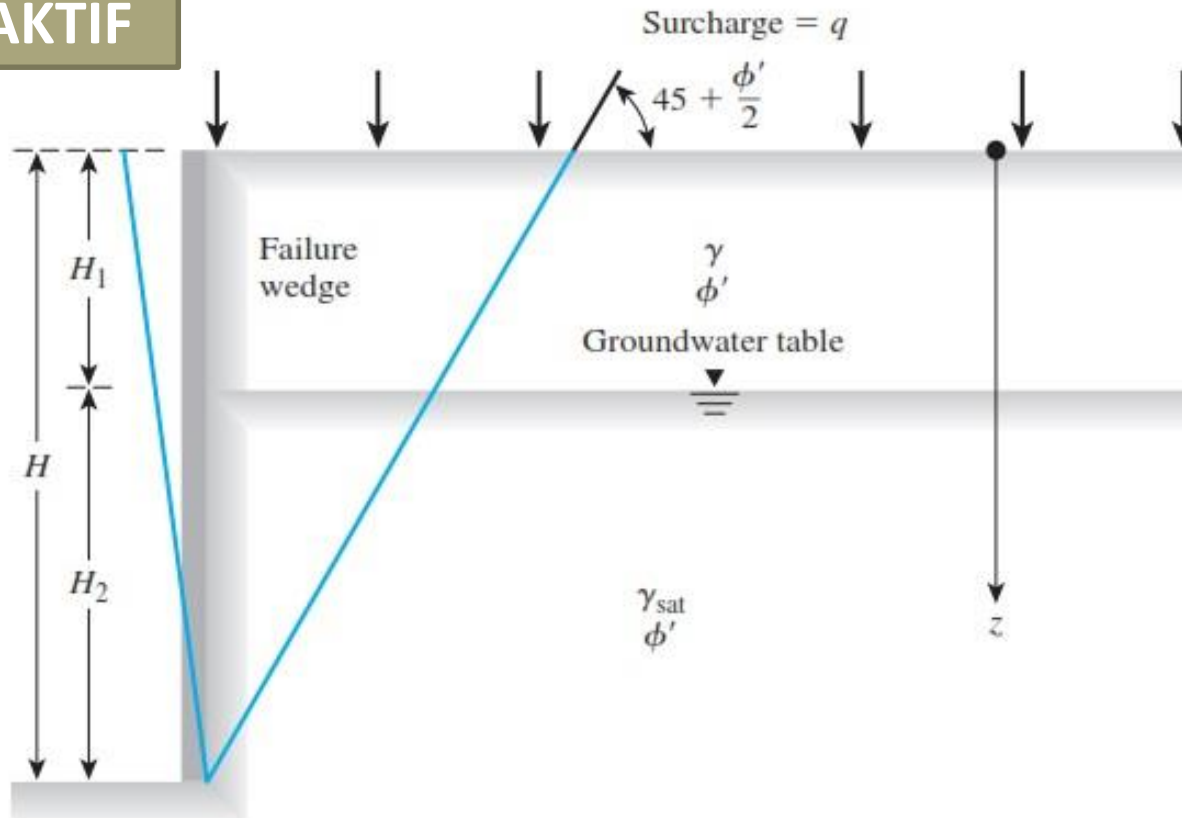
$$\sigma_p = K_p \cdot \gamma H$$

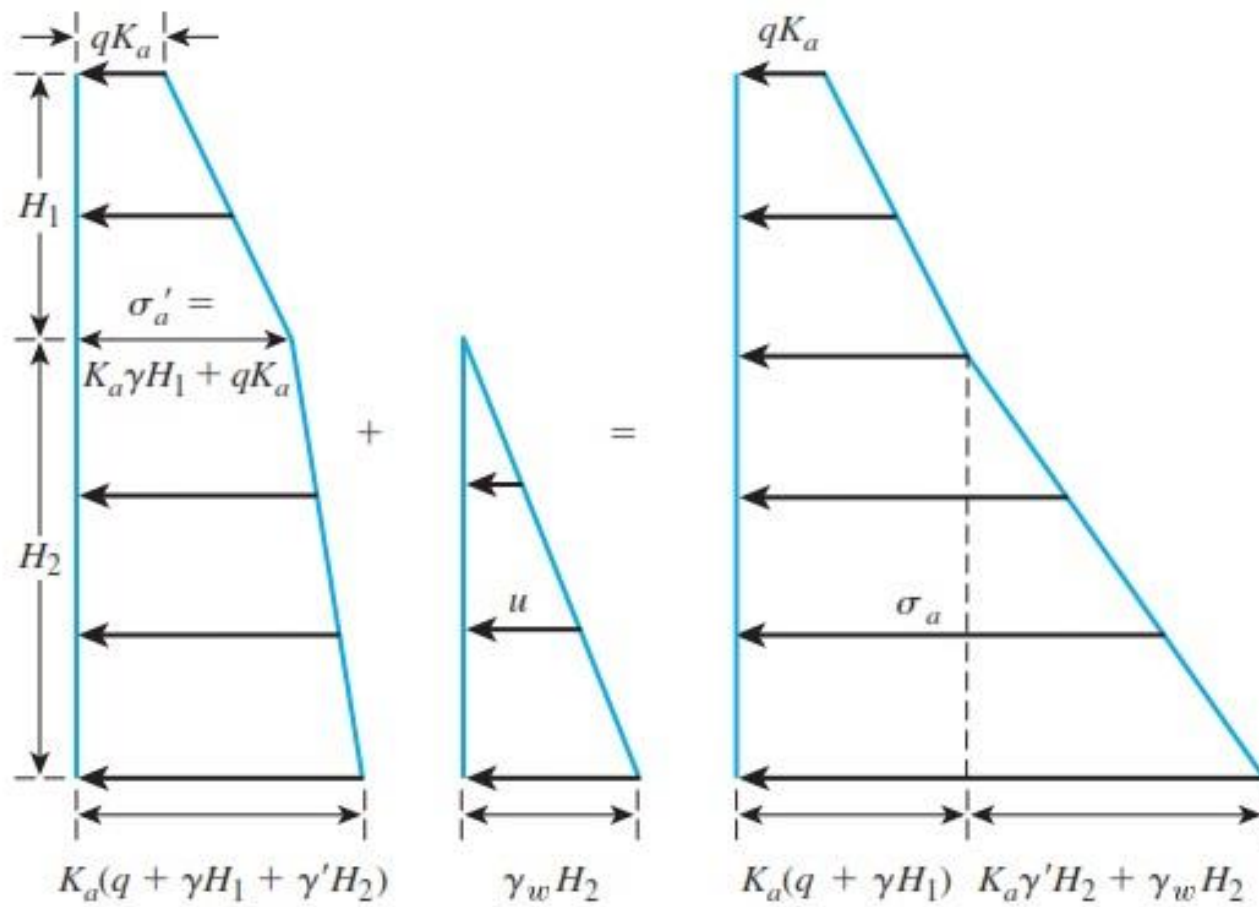
Gaya total P_p adalah :

$$P_p = \frac{1}{2} K_a \cdot \gamma H^2$$

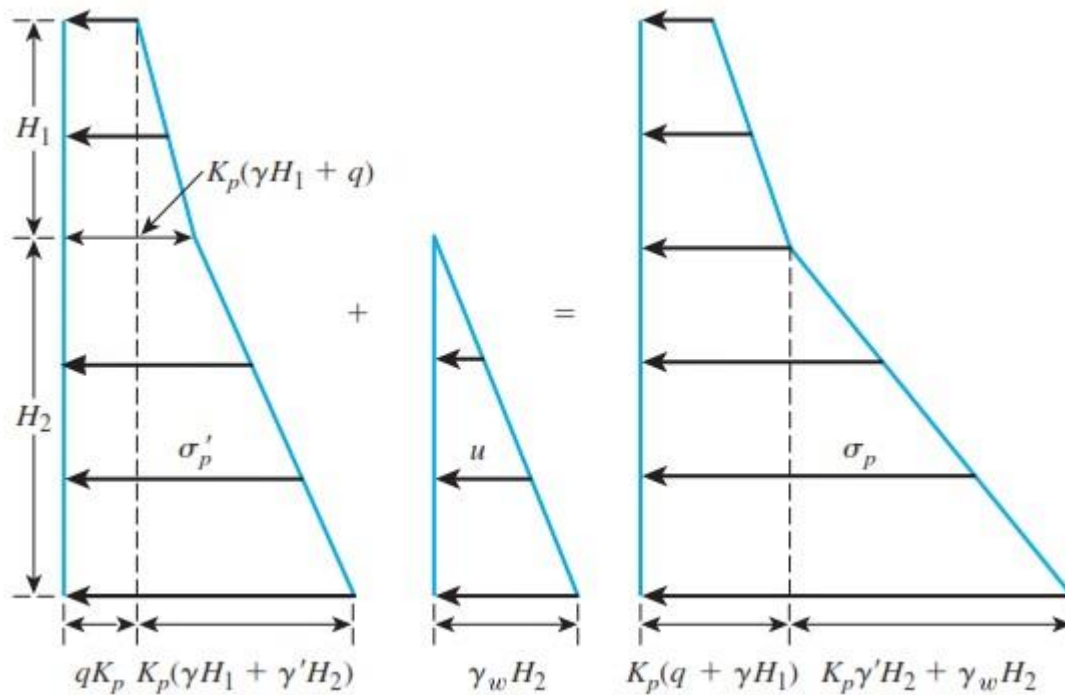
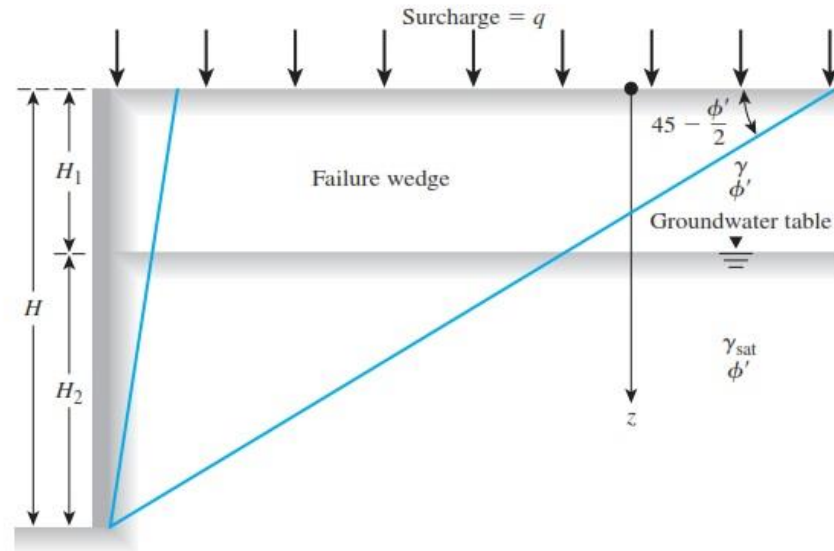
Urugan di belakang tembok (*Backfill*) – tanah tidak berkohesi terendam air sebagian dan diberi beban surcharge

AKTIF

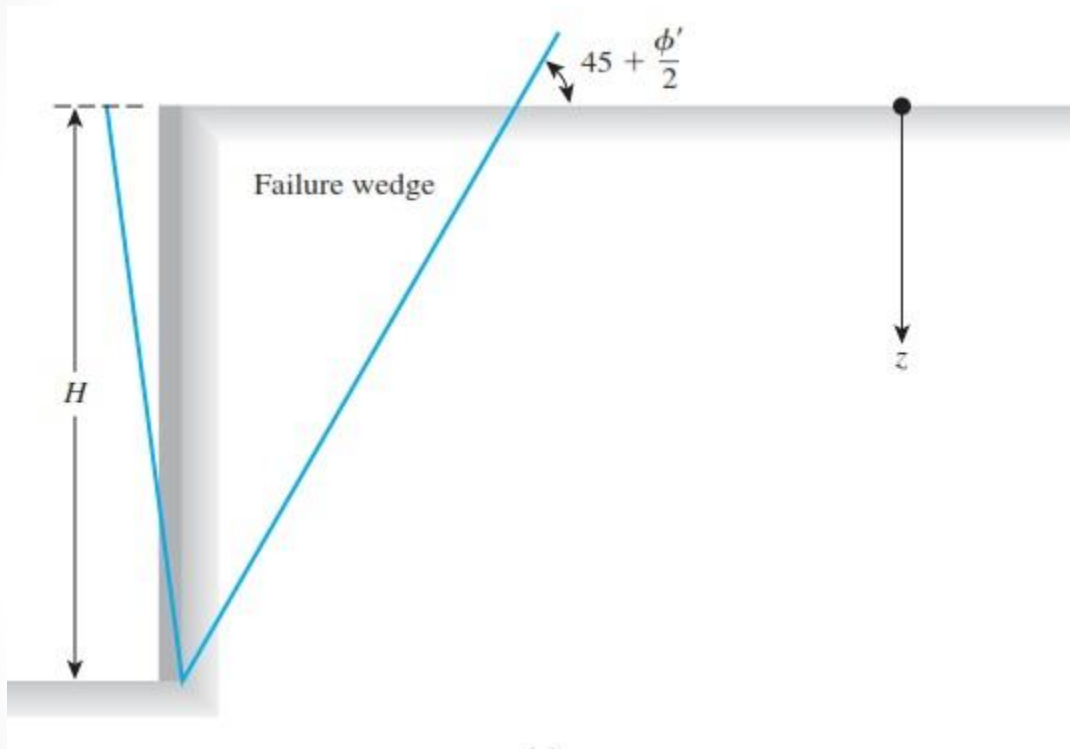




PASIF

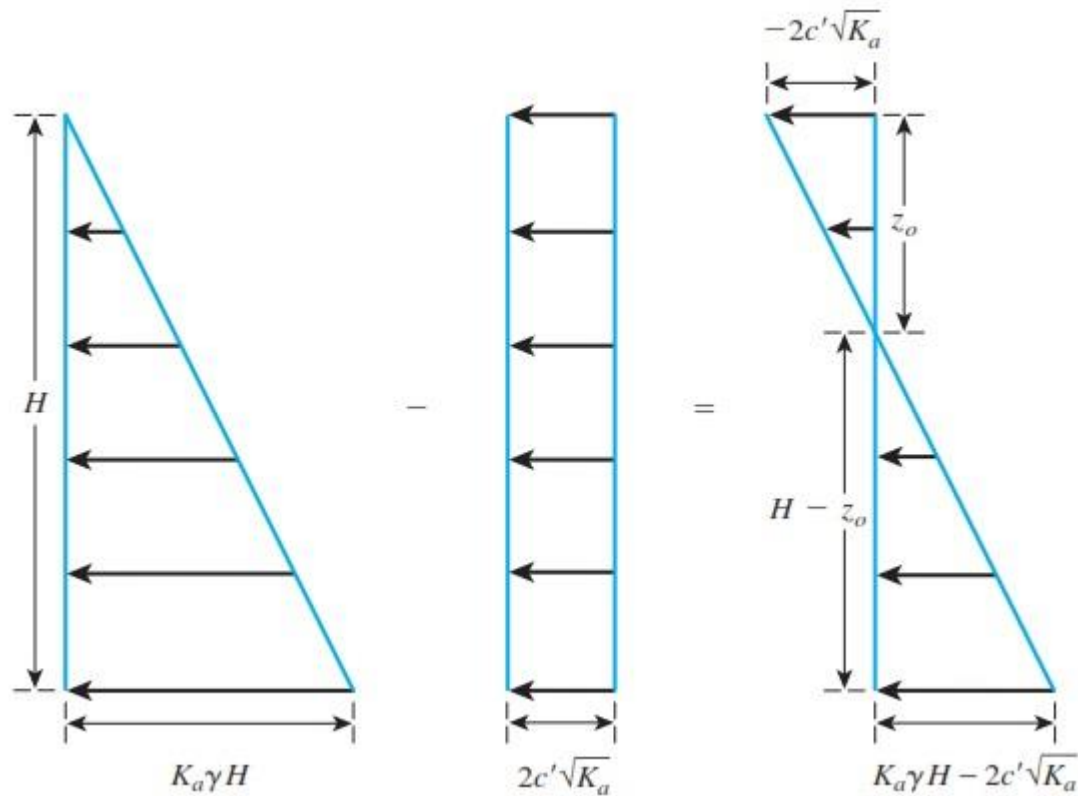


Urugan di belakang tembok (*Backfill*) – tanah berkohesi dengan permukaan datar



AKTIF

$$\sigma'_a = K_a \cdot \gamma z - 2\sqrt{K_a} \cdot c$$



$$K_a \gamma z_o - 2\sqrt{K_a} c' = 0$$

$$z_o = \frac{2c'}{\gamma \sqrt{K_a}}$$

Pada kondisi undrained :

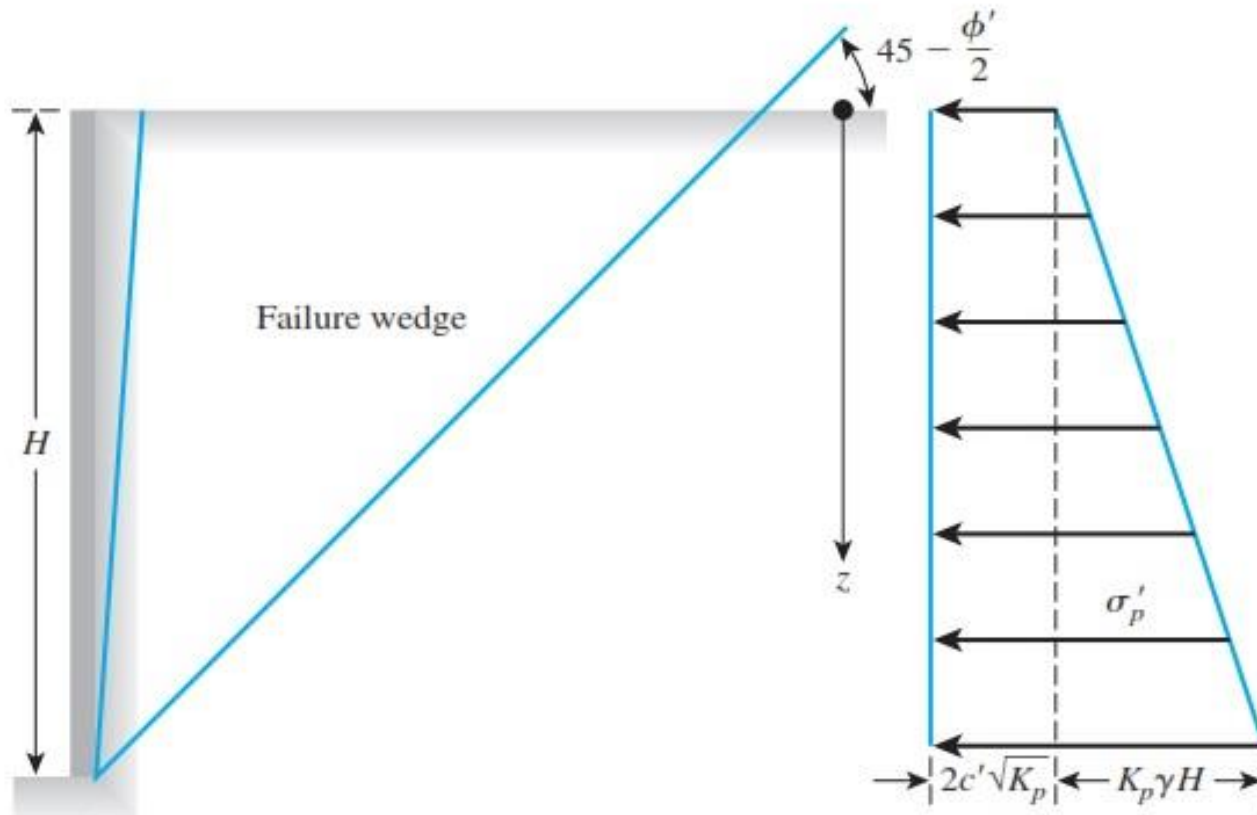
$$\phi = 0 \quad K_a = \tan^2 45 = 1 \quad c = c_u$$



$$z_o = \frac{2c_u}{\gamma}$$

Urugan di belakang tembok (*Backfill*) – tanah berkohesi dengan permukaan datar

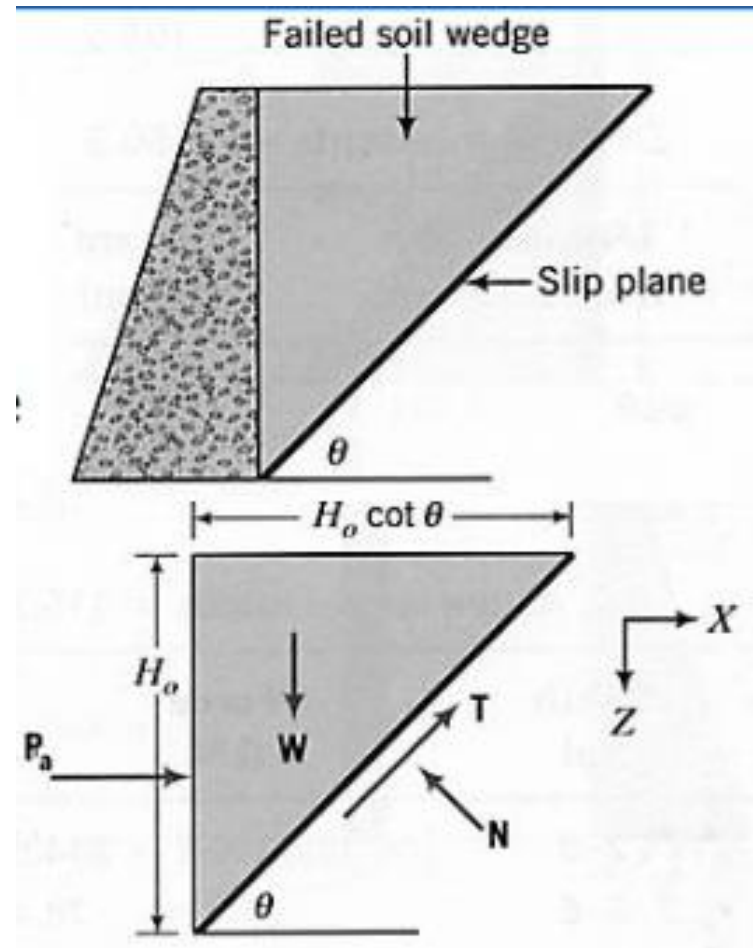
PASIF



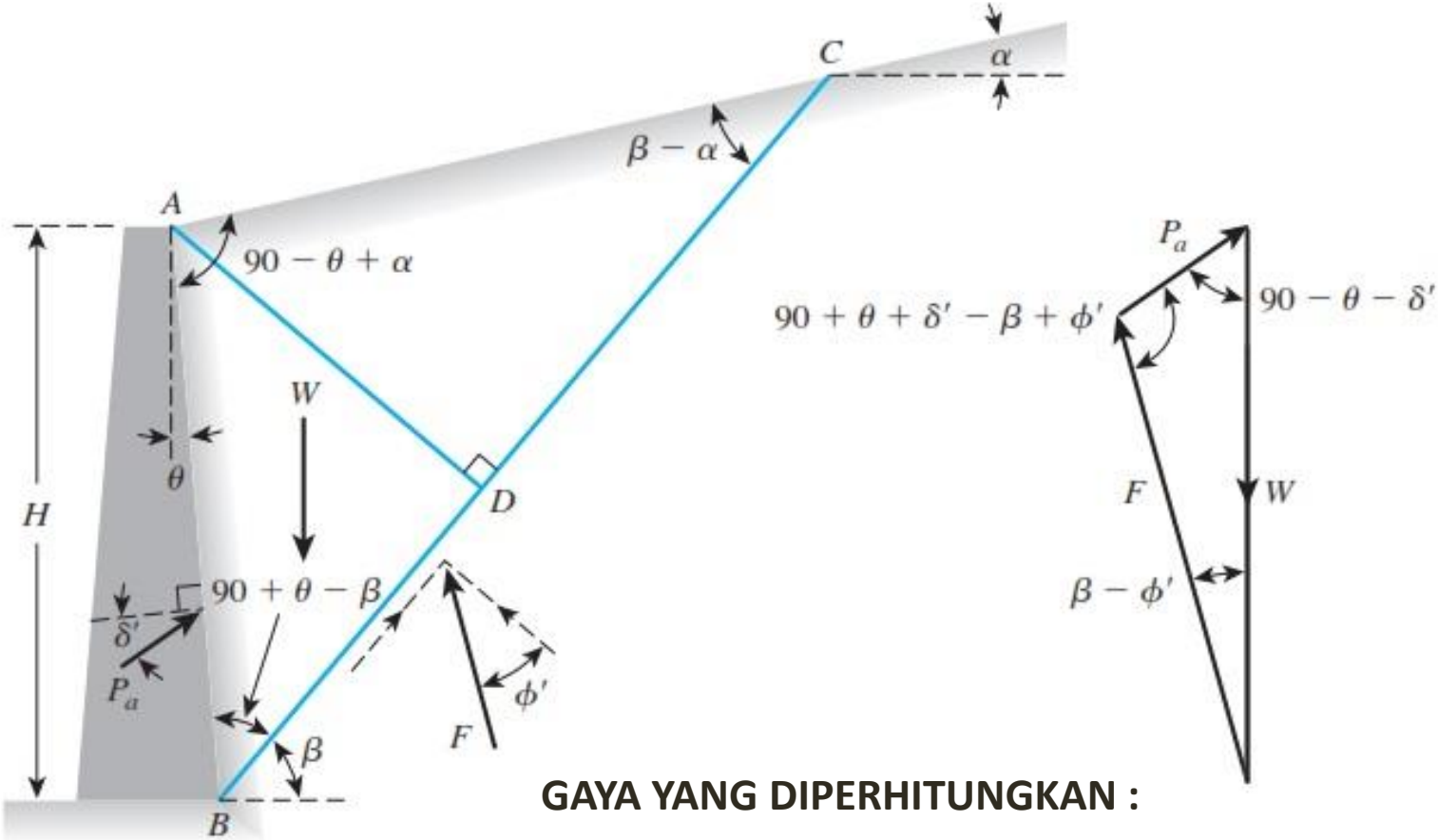
BASIC CONCEPT COULOMB

ASUMSI YANG DIPAKAI :

- Permukaan bidang longsor adalah datar , dimana bidang longsor melewati ujung tumit dari dinding
- Dinding turap adalah rigid dan massa tanah **isotropis** dan **homogen** dan **tak berkohesi**
- Permukaan tekanan adalah datar
- Terdapat gesekan antara dinding penahan tanah dan tanah urug.
- Segitiga longsor adalah rigid body
- Longsor dalam dua dimensi



KONDISI AKTIF



- **W**, berat dari blok tanah
- **F**, resultan dari gaya geser dan gaya normal pada permukaan bidang longsor BC
- **P_a**, gaya aktif per satuan lebar tembok

$$P_a = \frac{\sin(\beta - \phi')}{\sin(90 + \theta + \delta' - \beta + \phi')} W$$

The preceding equation can be written in the form

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \left[\frac{\cos(\theta - \beta) \cos(\theta - \alpha) \sin(\beta - \phi')}{\cos^2 \theta \sin(\beta - \alpha) \sin(90 + \theta + \delta' - \beta + \phi')} \right]$$

Parameter $\gamma, H, \theta, \alpha, \phi, \delta$ adalah tetap ,
sedangkan β merupakan satu-satunya variabel.

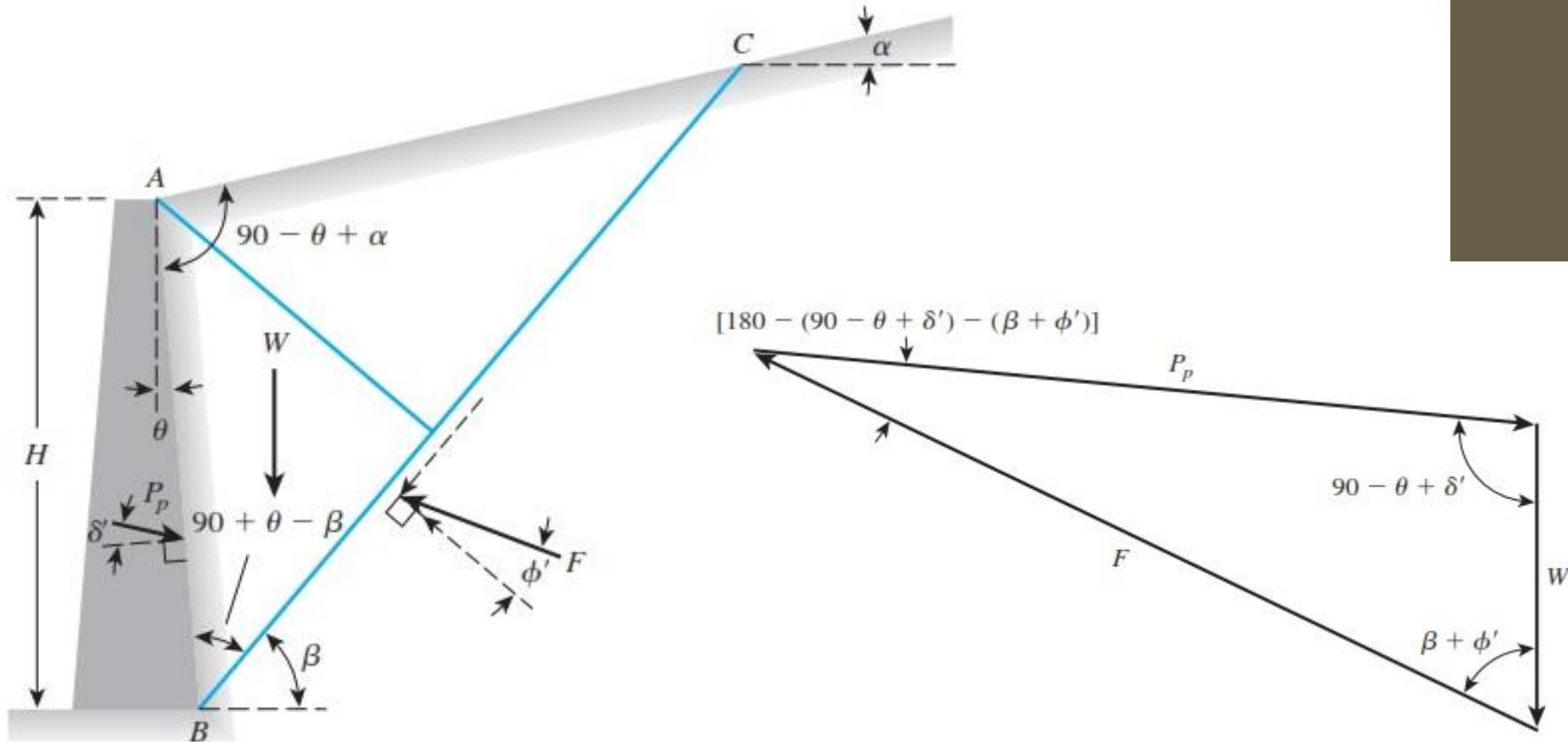
$$\Rightarrow \frac{dP_a}{d\beta} = 0$$

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

where K_a is Coulomb's active earth-pressure coefficient and is given by

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi' - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta' + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta' + \phi') \sin(\phi' - \alpha)}{\cos(\delta' + \theta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

KONDISI PASIF



$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma H^2$$

where K_p = Coulomb's passive earth-pressure coefficient, or

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi' + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta' - \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta') \sin(\phi' + \alpha)}{\cos(\delta' - \theta) \cos(\alpha - \theta)}} \right]^2}$$