

Pertemuan ke-12
Semester Ganjil 2020/2021

Tekanan Tanah Lateral

Agus Setyo Muntohar

Learning Outcomes

LO No.	Weighing
LO-1	X
LO-5	XXX
LO-8	X

Topik Tekanan Tanah Lateral

- Pendahuluan
- Tekanan Tanah *At Rest*
- Teori Rankine
- Teori Coulomb
- Diskusi Umum Terhadap Teori Tekanan Tanah Lateral
 - Tekanan tanah dan perpindahan
 - Perbandingan Teori Rankine dan Coulomb
 - Realibilitas Teori Tekanan Tanah Lateral

Topik Tekanan Tanah Lateral

- Tekanan Tanah Lateral Untuk Desain
 - Tanah Kohesif
 - Tanah Non-Kohesif
 - Permukaan Tanah Miring
 - Tambahan Beban di Permukaan Tanah
 - Pengaruh Rembesan
 - Pengaruh Gempa

Pengantar

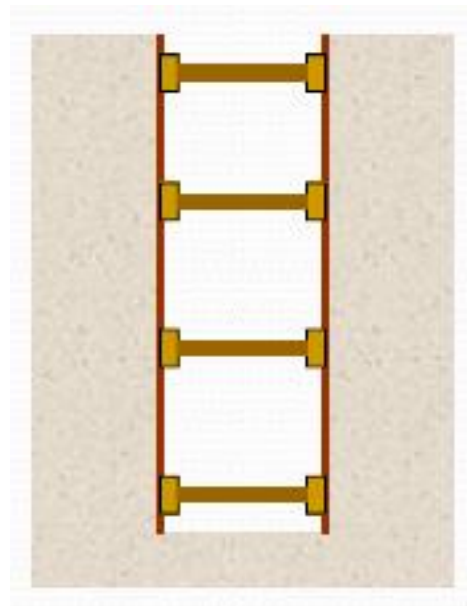
Agus S. Muntohar

Penahan Lateral

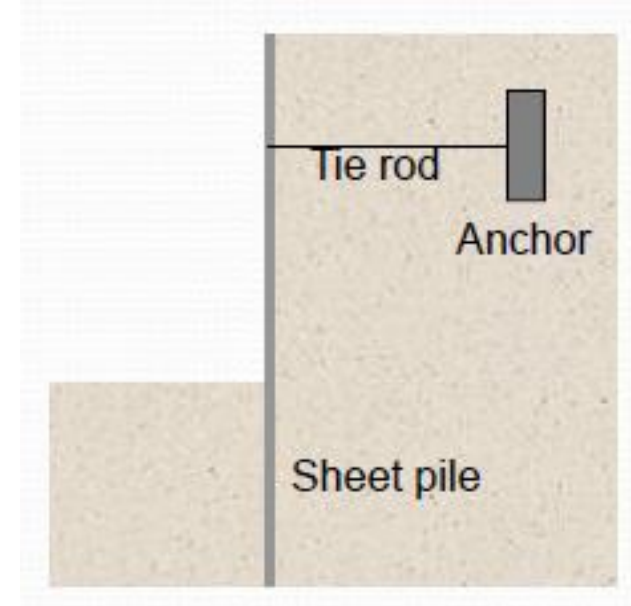
- Dalam pekerjaan geoteknik, seringkali dijumpai pekerjaan untuk menahan atau mencegah terjadinya pergerakan tanah lateral.



Dinding penaha
tanah (kantilever)



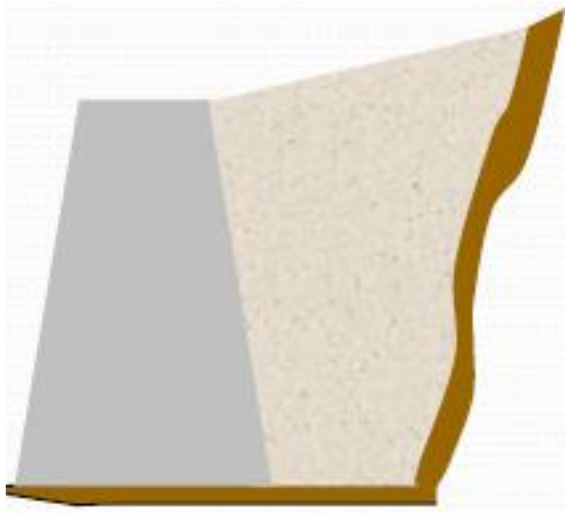
Struktur Perkuatan
Galian



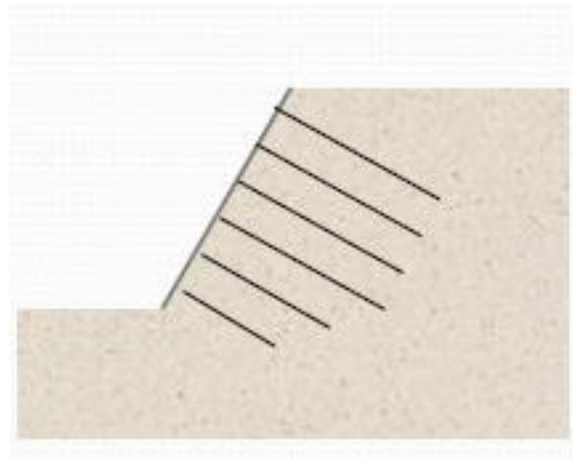
Turap dengan Sistem
Angkur

Penahan Lateral

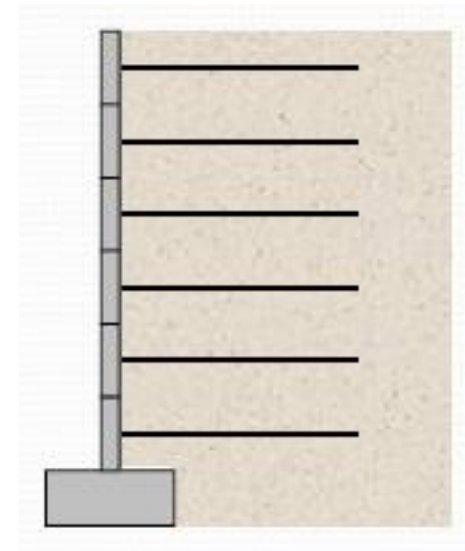
- Tekanan tanah lateral yang bekerja pada struktur penahan tanah perlu secara tepat diperkirakan untuk desain struktur.



Dinding Penahan Tanah (gravity)



Soil nailing



Dinding Perkuatan Tanah

Sheet piles wall

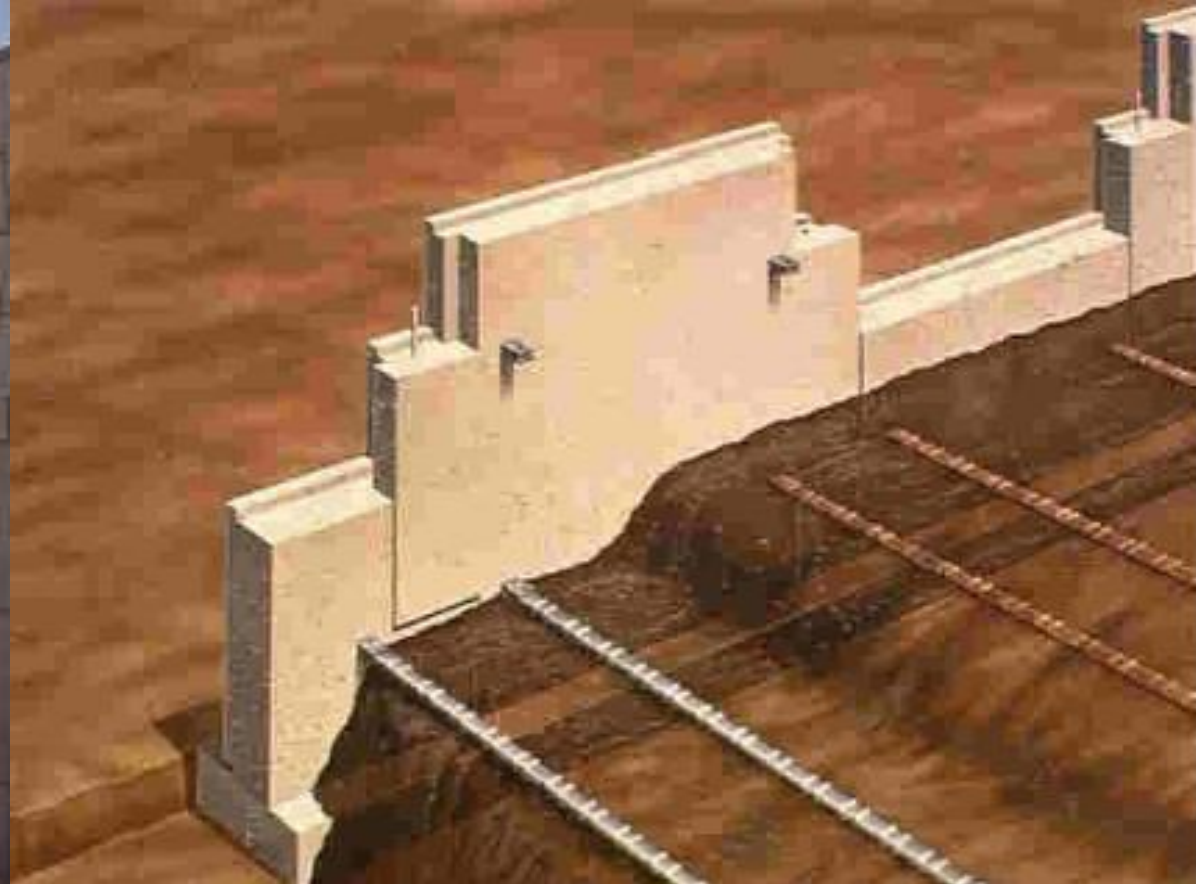


UMY

UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

TEKNIK SIPIL



Reinforced earth wall

Soldier pile and shocrete





Soil nailing (installation)



Soil nailing (final)

Retaining earth wall



UMY

UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

TEKNIK SIPIL

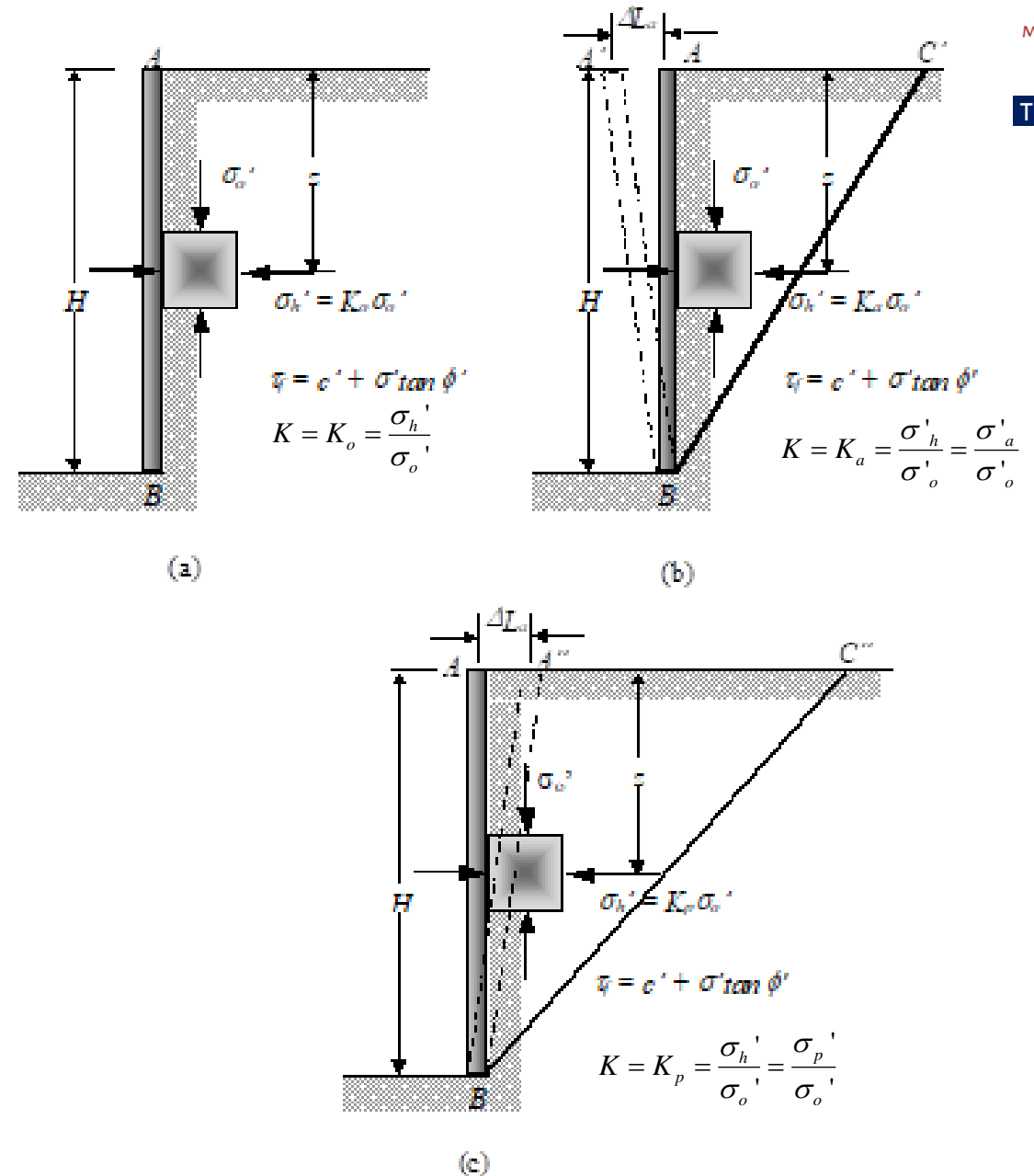


Pendahuluan

Agus S. Muntohar

Tekanan Tanah Lateral

- Lateral earth pressure represents pressures that are “to the side” (horizontal) rather than vertical.
- Disebabkan oleh berat sendiri tanah dan/atau beban eksternal, ada tiga kategori:
 - Tekanan tanah “at rest” (a)
 - Tekanan tanah aktif (b)
 - Tekanan tanah pasif (c)



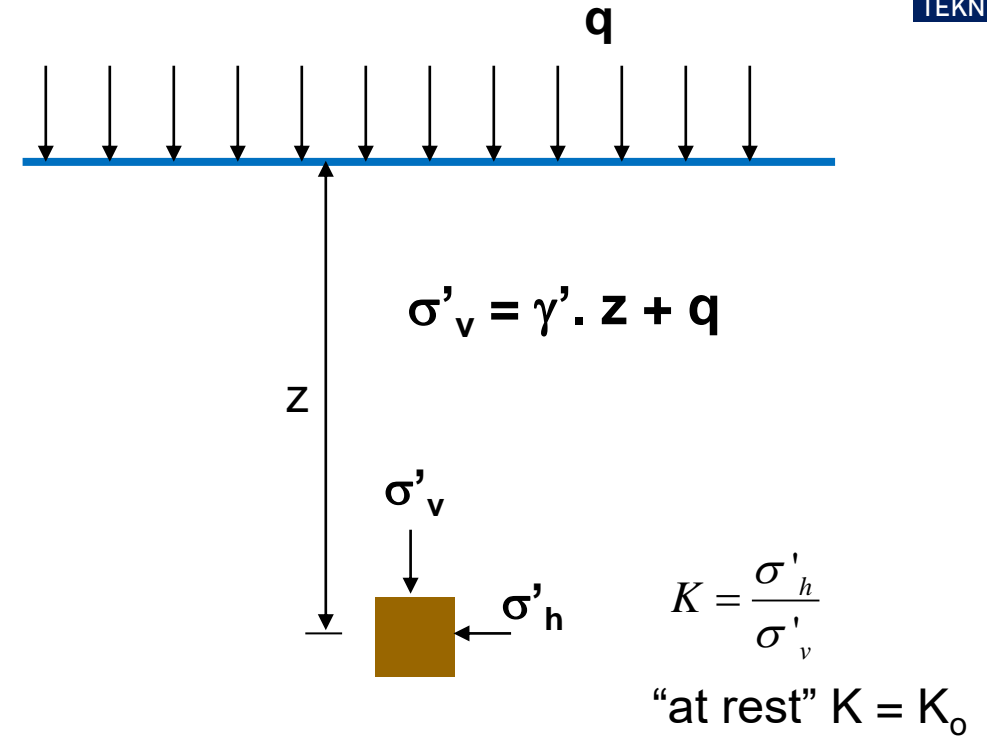
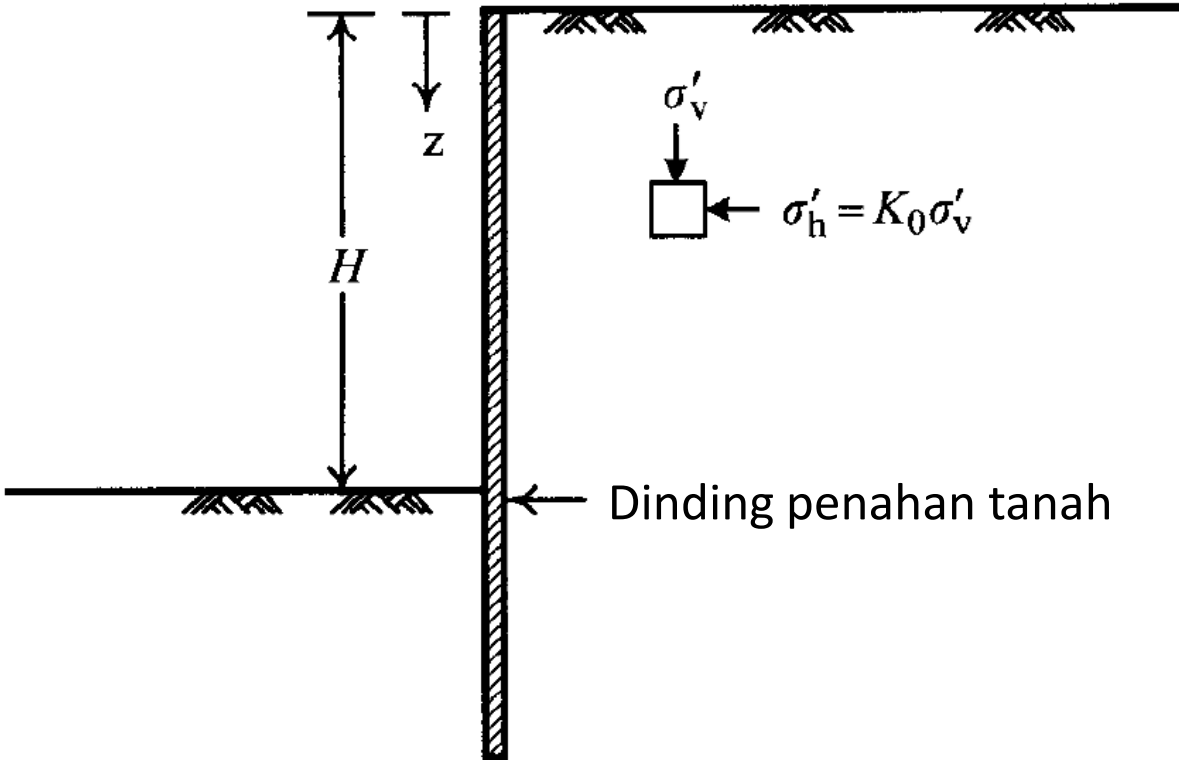
Tekanan tanah lateral

adalah fungsi dari tegangan vertikal efektif

Tekanan Tanah Lateral “At Rest”

Agus S. Muntohar

Tekanan Tanah Lateral “At Rest”



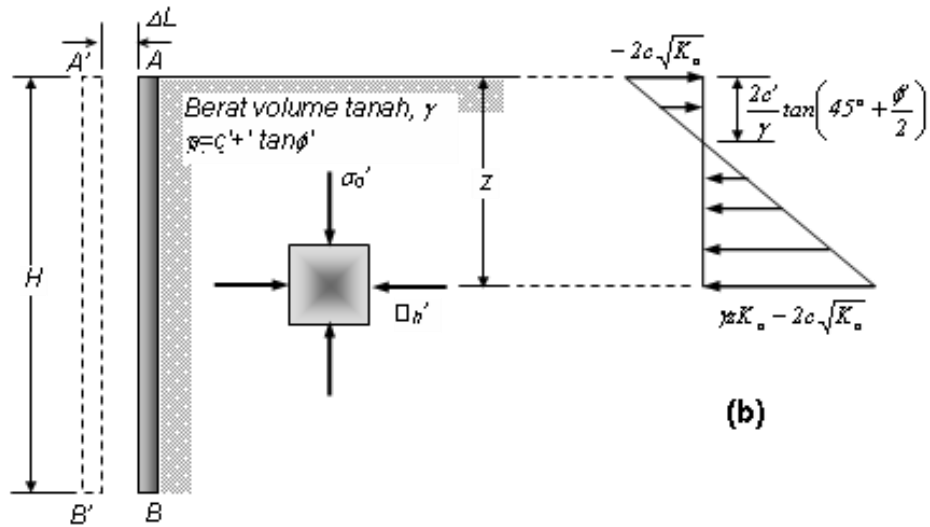
Jaky, Broker & Ireland $\rightarrow K_0 = M - \sin \phi'$

Pasir, Lempung NC : $M = 1$

Lempung dengan $OCR > 2$: $M = 0.95$

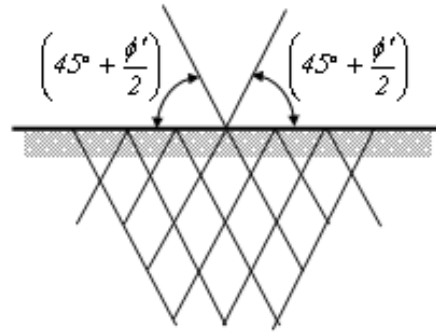
Teori Rankine

Agus S. Muntohar

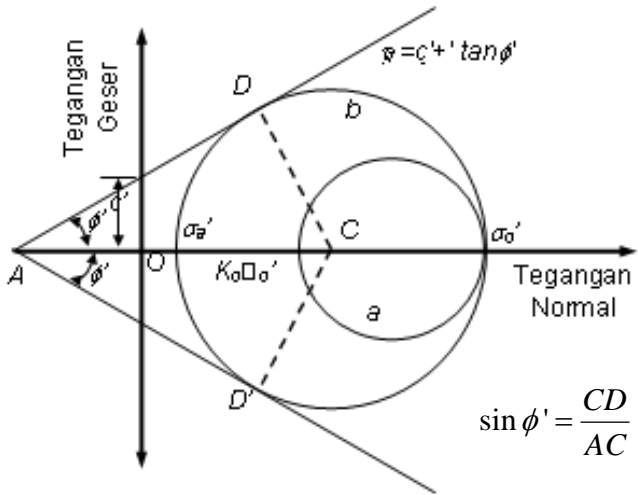


(b)

(a)



(d)



(c)

Teori Rankine:

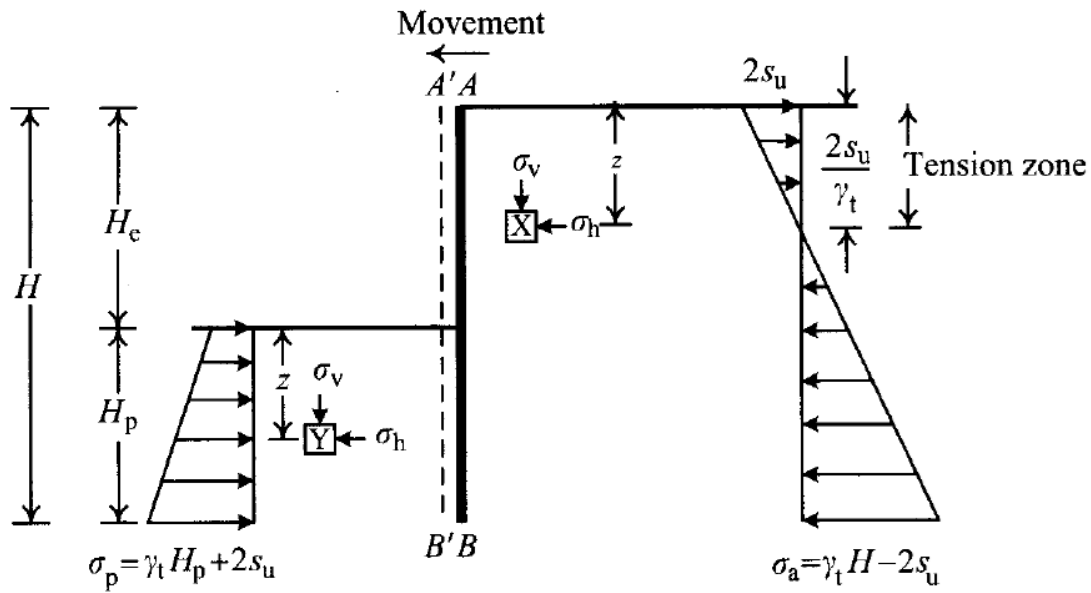
- (1) Keadaan tegangan di dalam tanah pada kondisi keseimbangan plastis.
- (2) dinding tanpa gesekan (frictionless),
- (3) kedalaman yang tak berhingga

$$\begin{aligned}\sigma_a &= \sigma'_v \left(\frac{1 - \sin \phi'}{1 + \sin \phi'} \right) - 2c' \left(\frac{\cos \phi'}{1 + \sin \phi'} \right) \\ &= \sigma'_v \tan^2 \left(45 - \frac{\phi'}{2} \right) - 2c' \tan \left(45 - \frac{\phi'}{2} \right) \\ &= \sigma'_v K_a - 2c' \sqrt{K_a}\end{aligned}$$

$$K_a = \frac{\sigma'_a}{\sigma'_v} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$\begin{aligned}\sigma_p &= \sigma'_v \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) + 2c' \tan \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) \\ &= \sigma'_v K_p + 2c' \sqrt{K_p}\end{aligned}$$

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

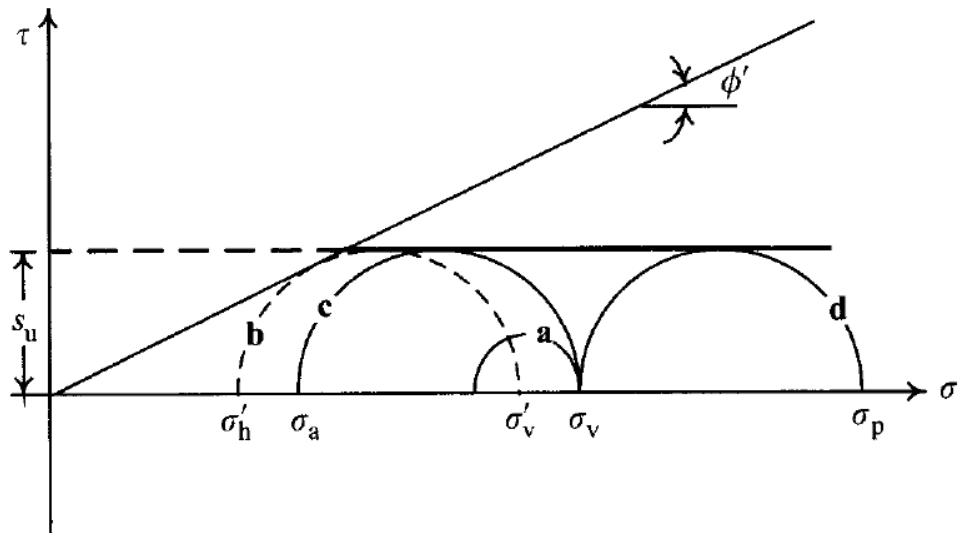


(a)

Tekanan tanah aktif dan pasid pada kondisi tak-terdrainase :

$$\sigma_a = \sigma_v - 2s_u$$

$$\sigma_p = \sigma_v + 2s_u$$



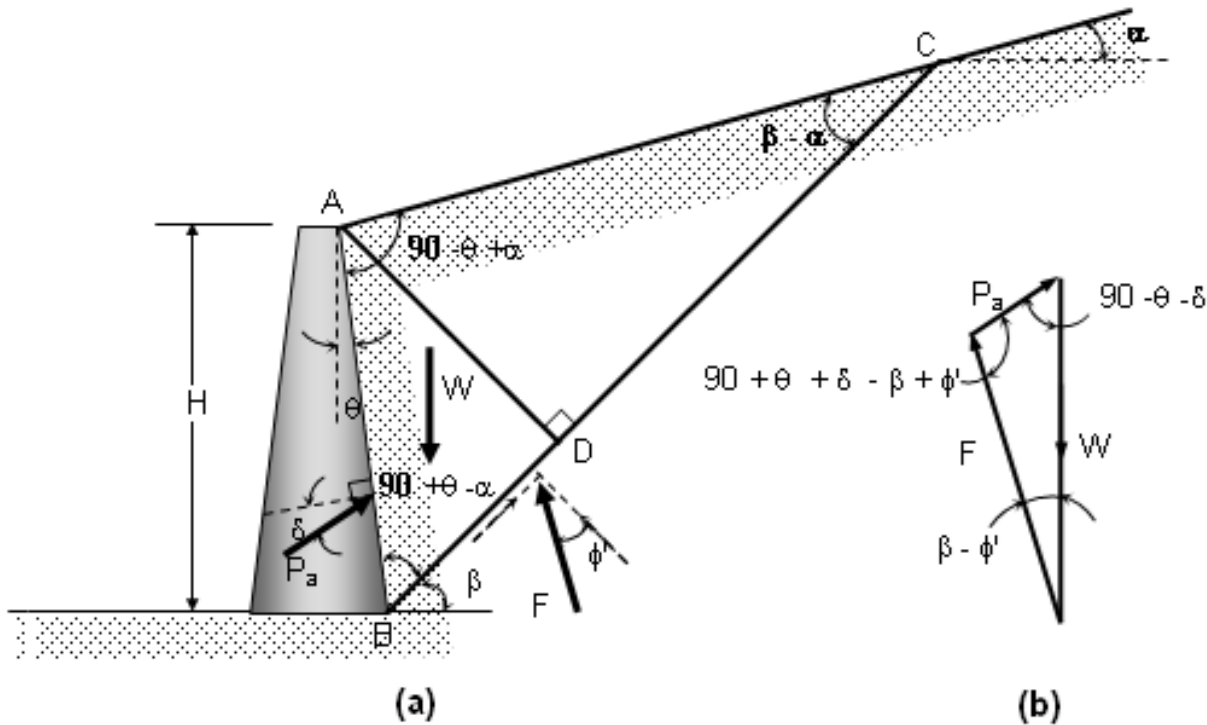
(b)

Teori Coulomb

Agus S. Muntohar

Teori Coulomb:

- (1) tanah di belakang dinding penahan tanah homogen dan berupa tanah berpasir,
- (2) permukaan runtuh merupakan suatu bidang,
- (3) blok (wedge) antara dinding dan permukaan runtuh merupakan bahan yang kaku,
- (4) berat blok, reaksi tanah dan reaksi dinding berada dalam keseimbangan.



Tekanan tanah aktif Coulomb (a) blok runtuh, (b) resultan gaya

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

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

Resultan gaya yang bekerja pada blok runtuh:

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

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

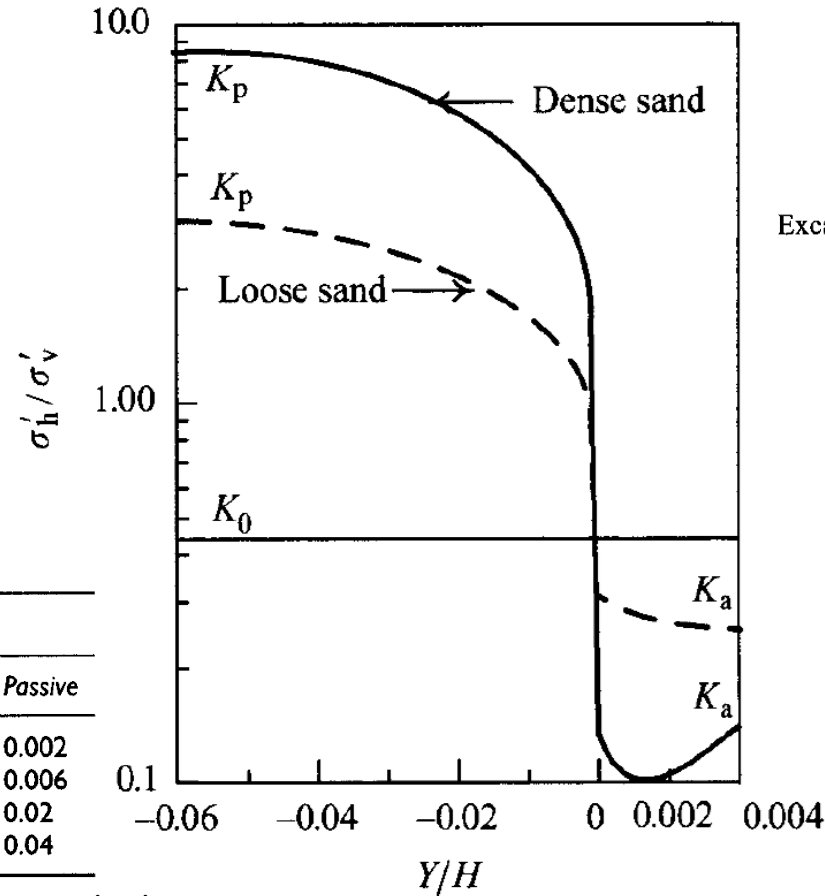
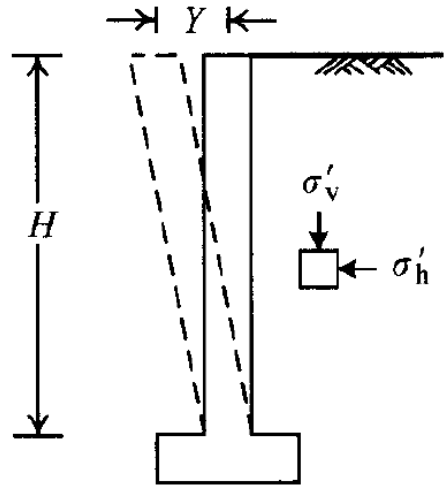
$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \left[\frac{\cos(\theta - \beta) \cos(\theta - \alpha) \sin(\beta - \phi')}{\cos^2 \theta \sin(\beta - \alpha) \sin(90 + \theta + \delta - \beta + \phi')} \right]$$

$$\frac{dP_a}{d\beta} \rightarrow P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

Diskusi: Tekanan tanah dan pergerakan

Agus S. Muntohar

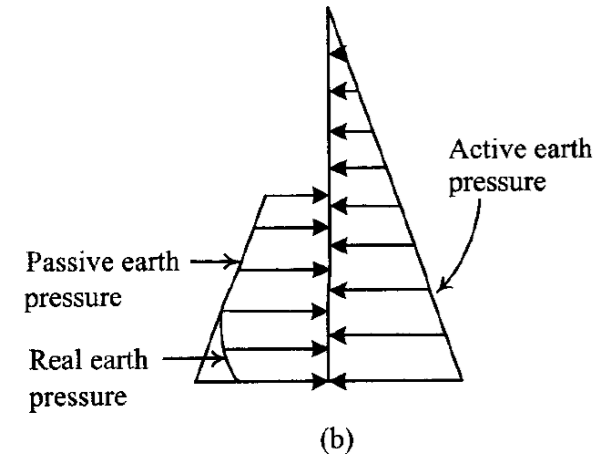
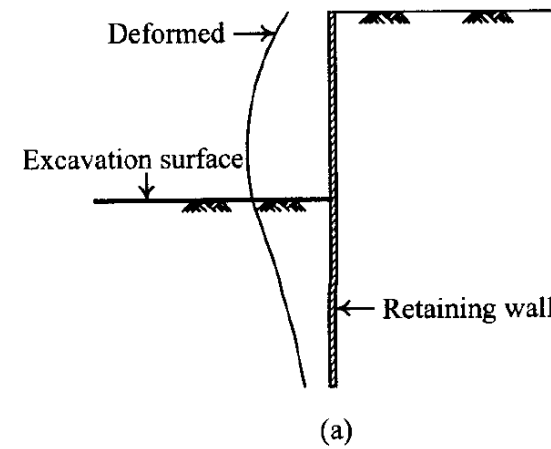
Pengaruh pergerakan dinding pada tekanan tanah



Soil type	Y/H	
	Active	Passive
Dense cohesionless	0.0005	0.002
Loose cohesionless	0.002	0.006
Stiff cohesive	0.01	0.02
Soft cohesive	0.02	0.04

(Y = pergerakan lateral pada bagian atas dinding,
H = tinggi dinding)

(Sumber: NAVFAC DM7.2, 1982)

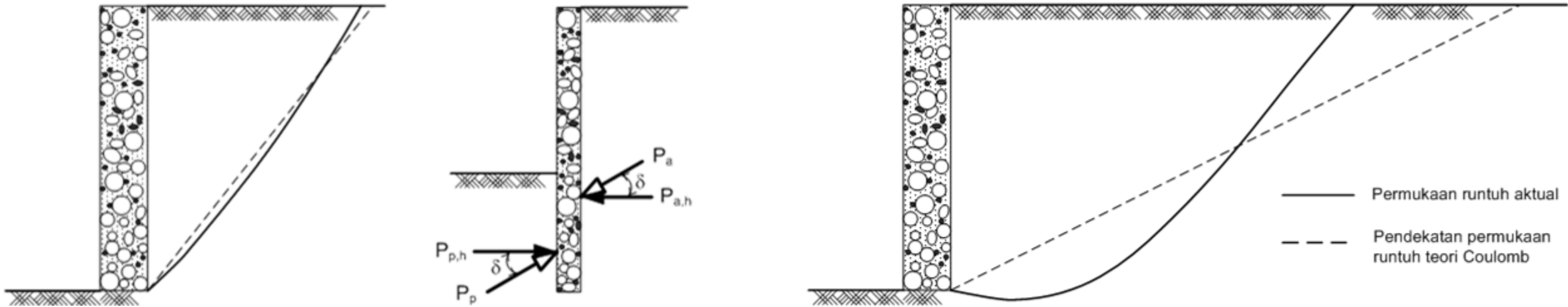


(a) Perilaku deformasi dinding pada galian dalam (b) distribusi tekanan tanah

Diskusi: Perbandingan tekanan tanah Teori Rankine & Coulomb

Agus S. Muntohar

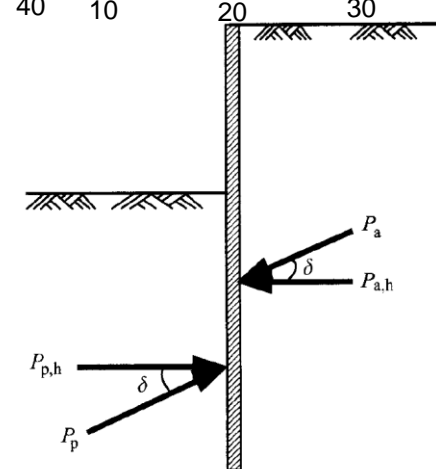
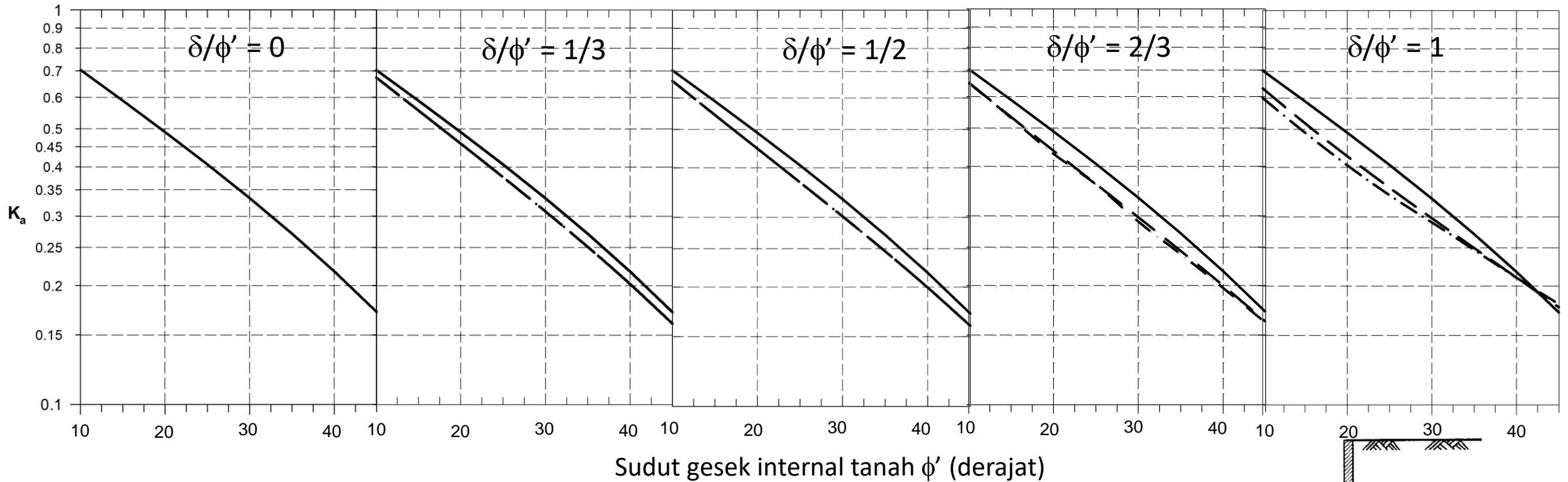
Bidang keruntuhan



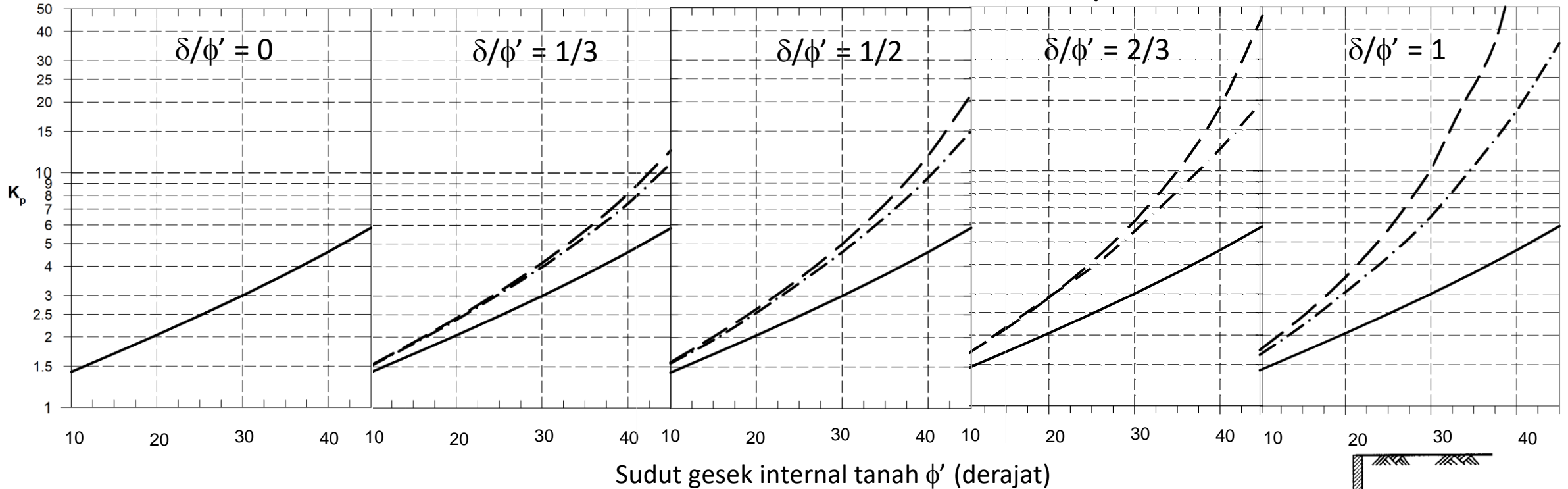
Diskusi: Realibilitas teori tekanan tanah

Agus S. Muntohar

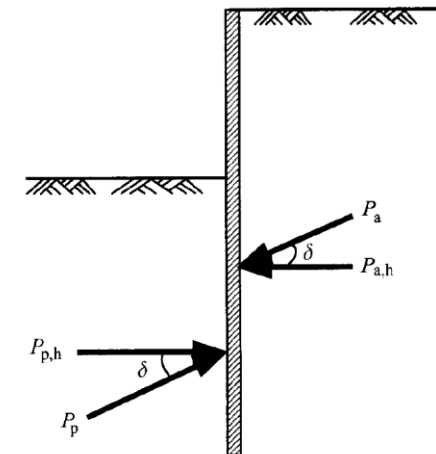
Koefisien Tekanan Tanah Aktif (K_a)



Koefisien Tekanan Tanah Pasif (K_p)



— Teori Rankine - - - Teori Coulomb - · - Teori Caquot-Kerisel
 $K_{p,h} = K_p \cos \delta$



“

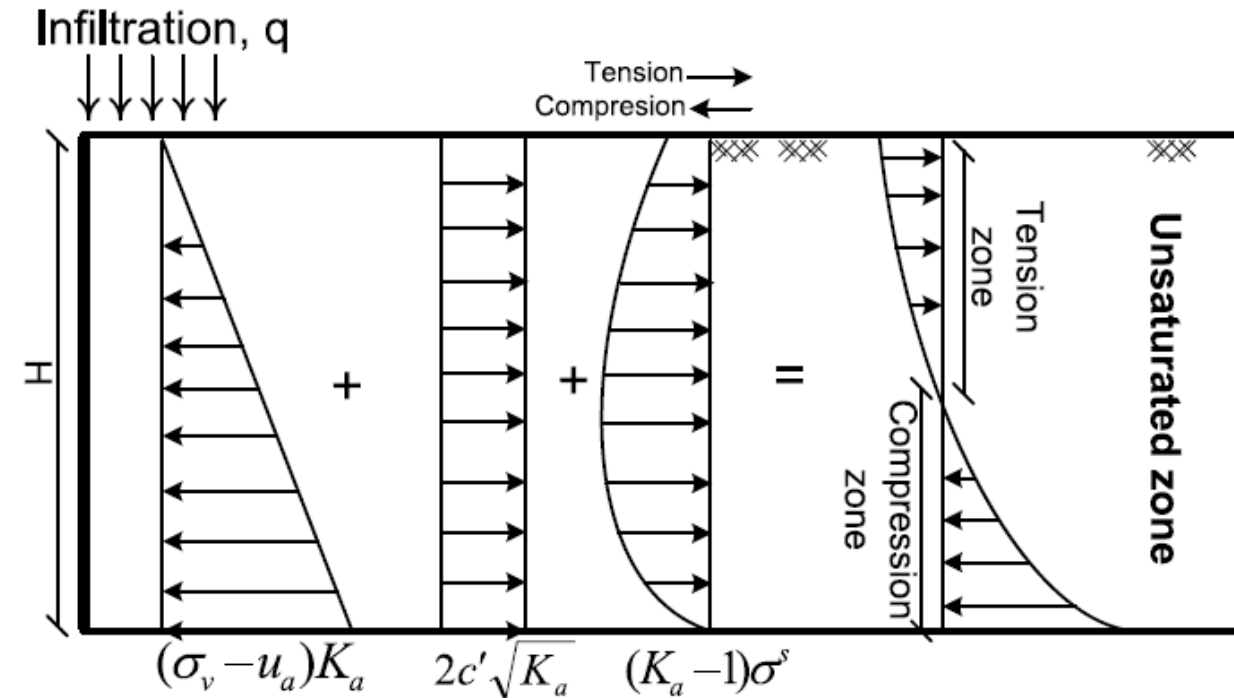
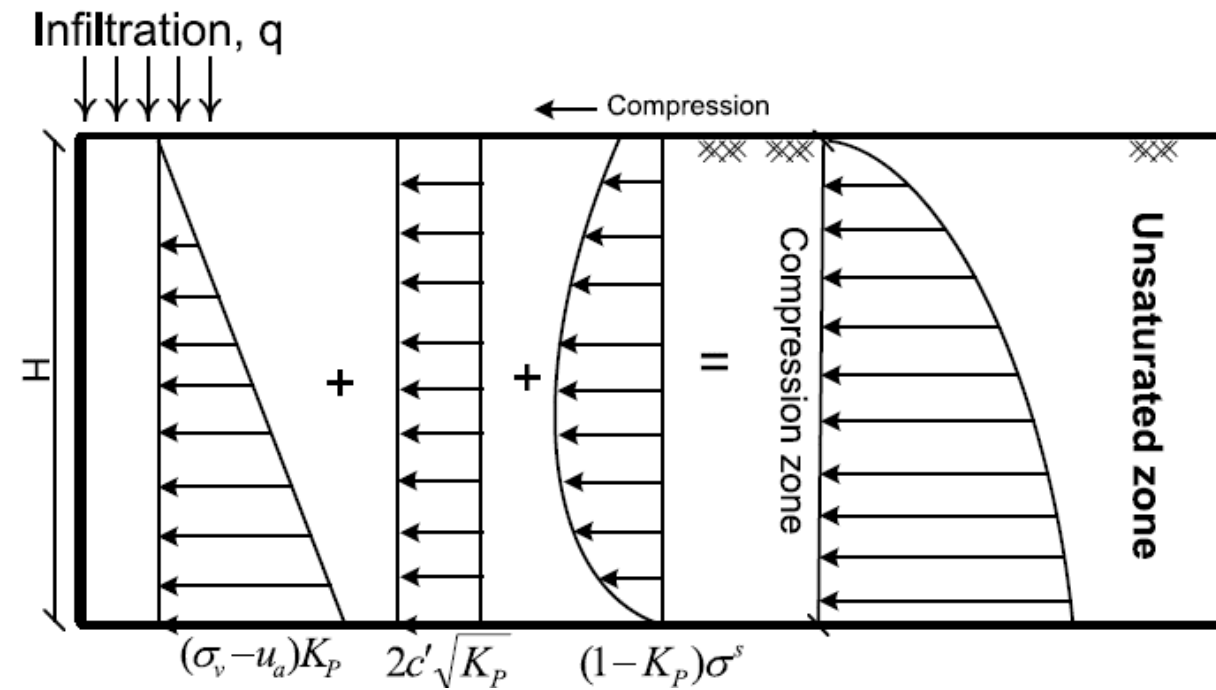
Untuk masalah-masalah struktur galian, komponen utama yang menyebabkan keruntuhan konstruksi dinding penahan tanah adalah tekanan tanah aktif. Oleh karenanya, **tekanan tanah aktif dari Caquot-Kerisel lebih sesuai digunakan untuk analisis dan perencanaan karena model Caquot-Kerisel lebih dekat dengan permukaan keruntuhan aktual.** Teori tekanan tanah aktif Coulomb tidak terlalu jauh berbeda dengan teori Caquot-Kerisel dan masih dapat digunakan dalam analisis dan perencanaan. Akan tetapi, **jika diinginkan perencanaan yang lebih konservatif, koefisien tekanan tanah aktif Rankine sebaiknya digunakan dalam analisis dan perencanaan.**

”

Diskusi: Pengaruh infiltrasi

Agus S. Muntohar

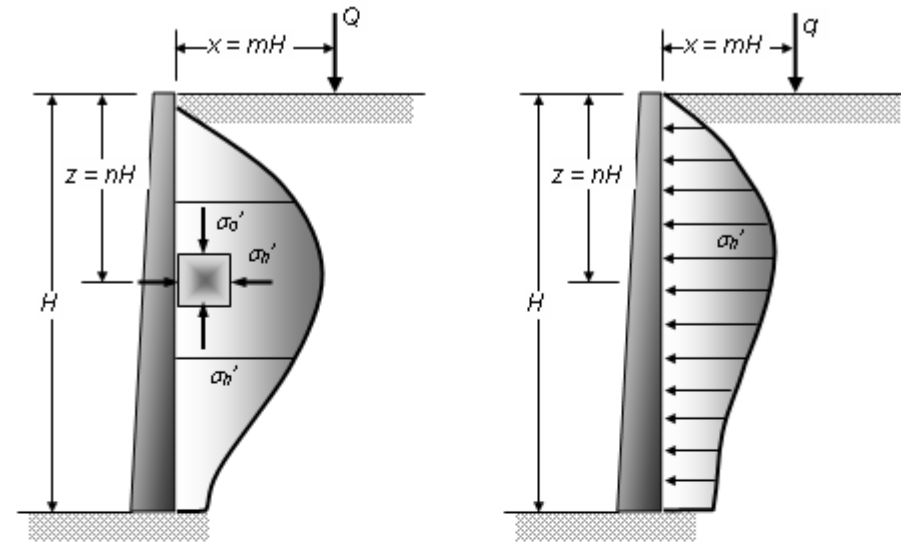
Pengaruh Suction Stress σ^s



$$K_{pu} = \frac{\sigma_h - u_a}{\sigma_v - u_a} = K_p + \frac{2c'\sqrt{K_p}}{\sigma_v - u_a} - \frac{(K_p - 1)\sigma^s}{\sigma_v - u_a}$$

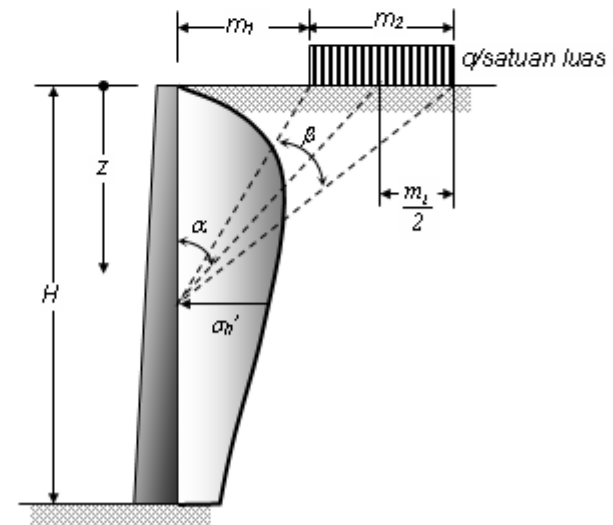
$$K_{au} = \frac{\sigma_h - u_a}{\sigma_v - u_a} = K_a - \frac{2c'\sqrt{K_a}}{\sigma_v - u_a} - \frac{(K_a - 1)\sigma^s}{\sigma_v - u_a}$$

Pengaruh Beban di Belakang Dinding



(a)

(b)



(c)

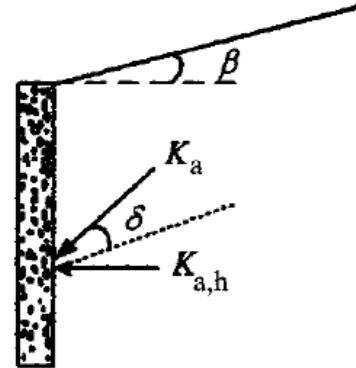
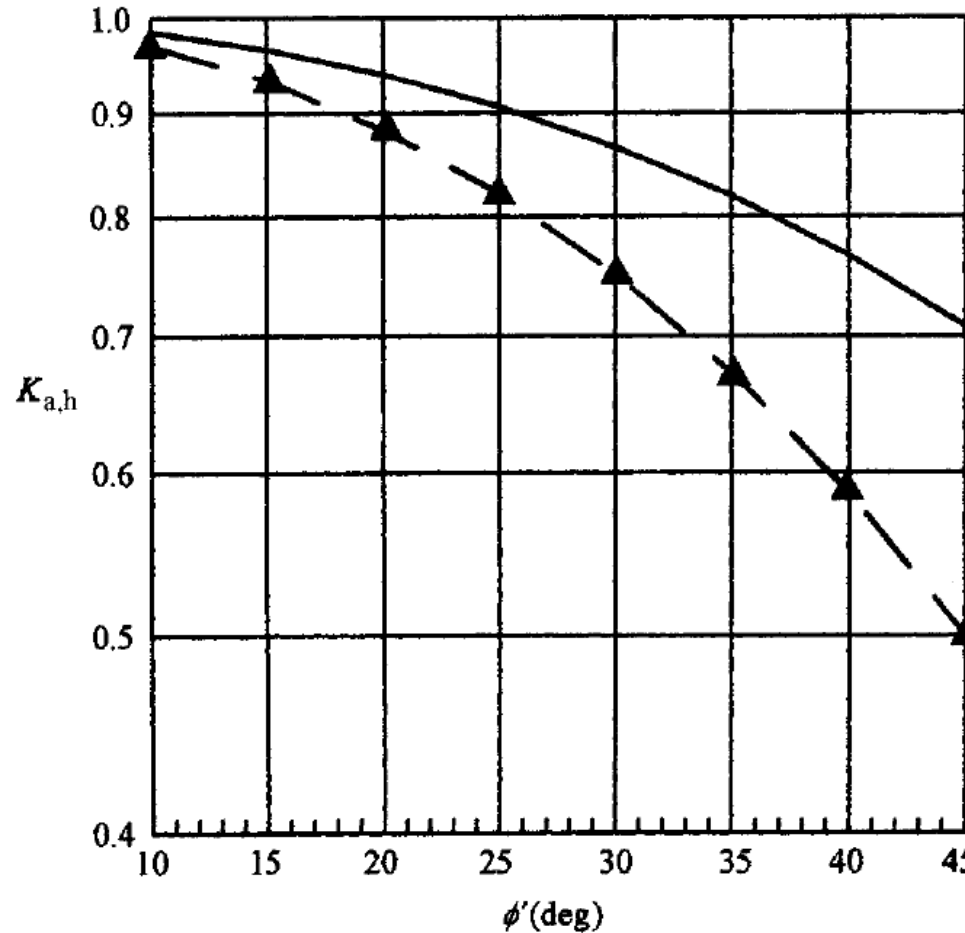
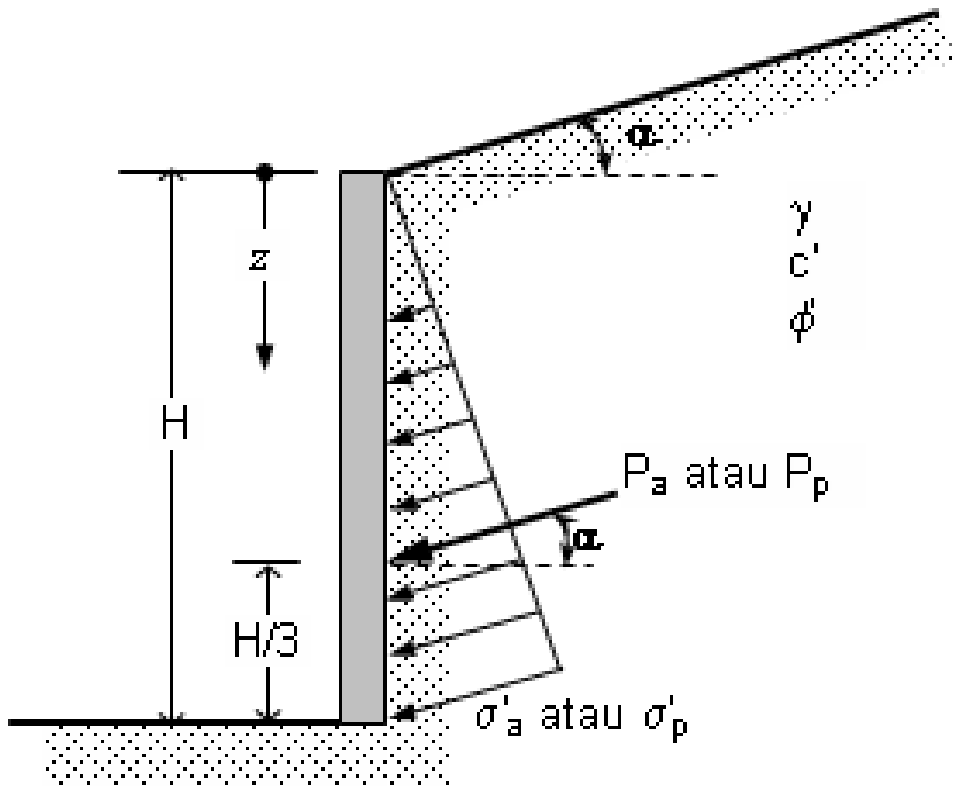
Tekanan Tanah Lateral Akibat Permukaan Tanah Miring

Agus S. Muntohar

Teori Rankine untuk tanah berpasir

$$K_a = \cos \alpha \left(\frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}} \right)$$

$$K_p = \cos \alpha \left(\frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}} \right)$$



$$\beta / \phi' = 1.0$$

$$\delta / \phi' = 1.0$$

- Rankine
- - Coulomb
- ▲ Caquot-Kerisel

Teori Rankine untuk tanah kohesif (Mazindrani & Ganjali, 1997)

$$\sigma'_a = \gamma z K_a = \gamma z K_a'' \cos \alpha$$

$$K_a'' = \frac{1}{\cos^2 \phi'} \times \left\{ \left[2 \cos^2 \alpha + 2 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right) \cos \phi' \sin \phi' \right] - \sqrt{4 \cos^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi') + 4 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right)^2 \cos^2 \phi' + 8 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right) \cos^2 \alpha \sin \phi' \cos \phi'} \right\} - 1$$

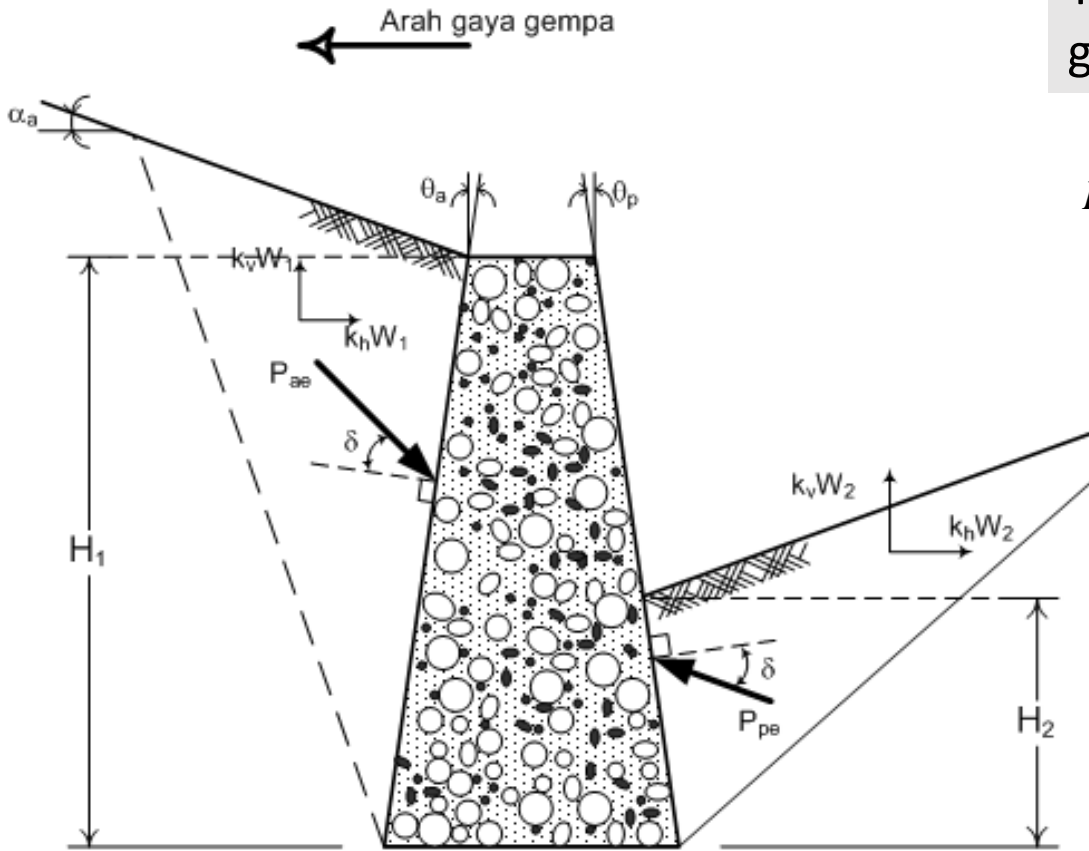
$$\sigma'_p = \gamma z K_p = \gamma z K_p'' \cos \alpha$$

$$K_p'' = \frac{1}{\cos^2 \phi'} \times \left\{ \left[2 \cos^2 \alpha + 2 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right) \cos \phi' \sin \phi' \right] + \sqrt{4 \cos^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi') + 4 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right)^2 \cos^2 \phi' + 8 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right) \cos^2 \alpha \sin \phi' \cos \phi'} \right\} - 1$$

Tekanan Tanah Lateral Akibat Gempa

Agus S. Muntohar

Tekanan tanah aktif dan pasif karena pengaruh gaya gempa ini digunakan persamaan **Mononobe – Okabe**



$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma H_1^2 (1 - k_v) K_a$$

$$P_{pe} = \frac{1}{2} \gamma H_2^2 (1 - k_v) K_p$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta_a - \psi)}{\cos \psi \cos^2 \theta_a (\delta + \theta_a + \psi) \left\{ 1 + \left[\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha_a - \psi)}{\cos(\delta + \theta_a + \psi) \cos(\alpha_a - \theta_a)} \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi - \theta_p - \psi)}{\cos \psi \cos^2 \theta_p (\delta - \theta_p + \psi) \left\{ 1 + \left[\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \alpha_p - \psi)}{\cos(\delta - \theta_p + \psi) \cos(\alpha_p - \theta_p)} \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^2}$$

W_1 : berat blok dalam zona aktif

W_2 : berat blok dalam zona pasif

$$\psi = \tan^{-1} \left[\frac{k_h}{(1 - k_v)} \right] \quad k_h = \frac{a_h}{g} \quad k_v = \frac{a_v}{g}$$

Terima Kasih

muntohar@umy.ac.id