

# MEKANIKA TANAH 2

## KESTABILAN LERENG



**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA**

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

# PENDAHULUAN

Setiap kasus tanah yang tidak rata, terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggian



Komponen gravitasi cenderung menggerakkan massa tanah dari elevasi tinggi ke rendah

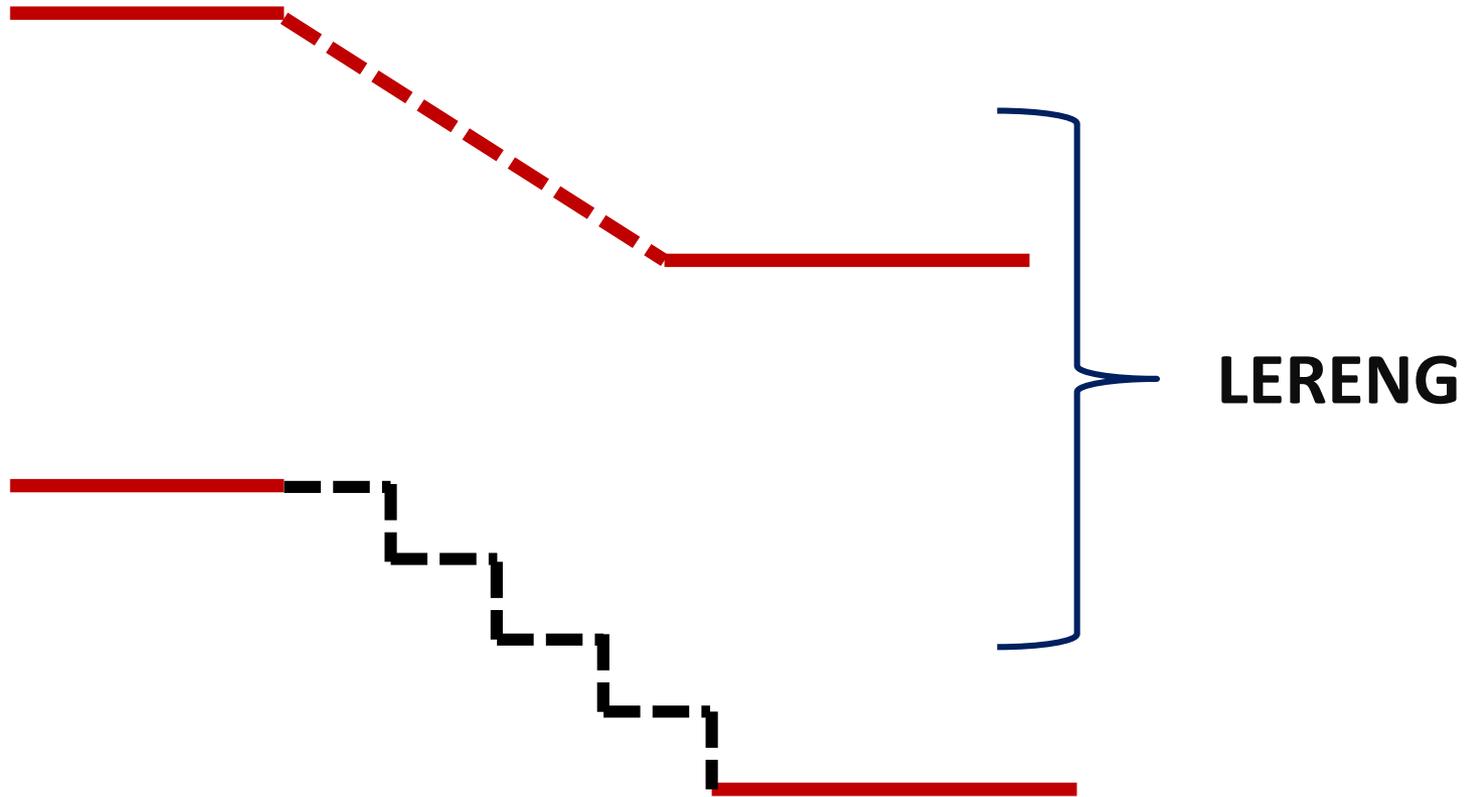


**TIMBUL GAYA YANG MENDORONG TANAH DI BAWAH**



**DAN GAYA DARI DALAM TANAH YANG MELAWAN /MENAHAN SEHINGGA TANAH TETAP STABIL**

# PENDAHULUAN



# JENIS LERENG



## LERENG ALAMI (*NATURAL SLOPE*)

- Terbentuk karena proses alam dan stabil selama bertahun-tahun
- Material berupa jenis tanah atau batuan



## LERENG BUATAN (*MAN MADE SLOPE*)

- Dapat terbentuk karena pemotongan (cutting atau timbunan)
- Contoh : tanggul untuk jalan atau bendungan tanah

# ANALISIS STABILITAS LERENG

## Tujuan analisis

Merencanakan lereng yang **stabil** dan **ekonomis**

Mengevaluasi potensi longsor yang ada

Menganalisis kelongsoran yang terjadi

## Aspek penting dalam analisis

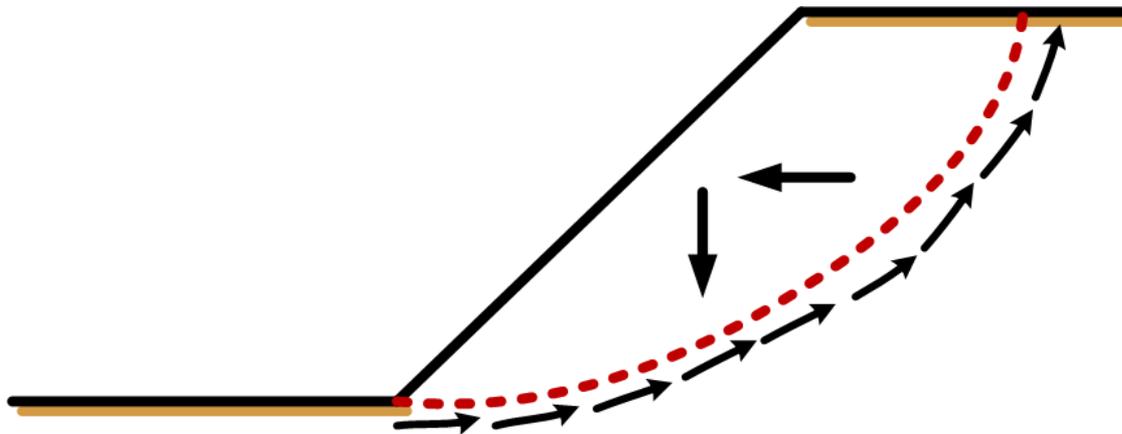
Mekanisme keruntuhan lereng

Kondisi geologi setempat dan topografi serta kegempaan

Tekanan air dan muka air tanah

# LAND SLIDING

Terjadi karena kekuatan geser tanah telah dilampaui.



- Bidang gelincir
- → Perlawanan geser

# PENYEBAB KELONGSORAN

Apabila tegangan geser  $>$  kuat geser, maka terjadi kelongsoran

## PENYEBAB PENINGKATAN TEGANGAN GESER

- **Kehilangan dukungan (lateral dan vertikal) :** Erosi oleh sungai, proses pelapukan, penggalian permukaan oleh manusia, penambangan
- **Beban permukaan dan beban lain :** timbunan, bangunan, air hujan yang merembes, tekanan rembesan

## PENYEBAB PENURUNAN KUAT GESER

- **Perubahan kadar air**
- **Desintegrasi dari batuan**
- **Pelembekan pada fissured clay**

# TIPE & MEKANISME GERAKAN TANAH DAN KELONGSORAN



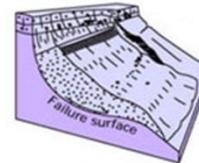
**RUNTUHAN (FALLS)**

Gerakan massa jatuh dari udara  
Umumnya material batuan  
terlepas dari lereng yang curam



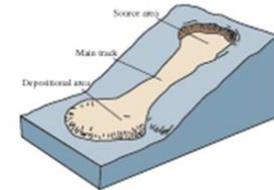
**PENGELUPASAN (TOPPLES)**

Gerakan akibat gaya momen atau gaya lain akibat ada air dalam rekahan



**LONGSORAN (SLIDE)**

Peralihan geser sepanjang bidang geser, dapat berupa translasi maupun rotasi

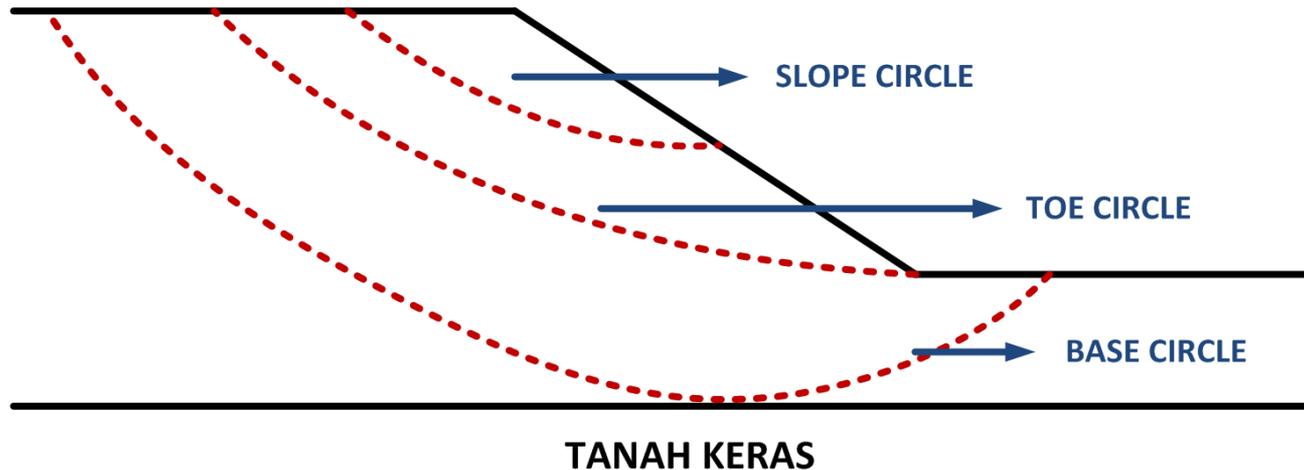


**ALIRAN TANAH (EARTH FLOW)**

Terjadi pada kondisi tanah yang amat sensitif atau sebagai bagian dari gaya gempa

# TIPE & MEKANISME GERAKAN TANAH DAN KELONGSORAN

## ROTATIONAL SLIDE



## TRANSLATIONAL SLIDE

Suatu massa bergerak sepanjang bidang gelincir berbentuk bidang rata, dapat bersifat menerus ataupun dalam blok

# BAGAIMANA MENCEGAH KELONGSORAN ?

## MENCEGAH GAYA LUAR YANG DAPAT MERUSAK LERENG

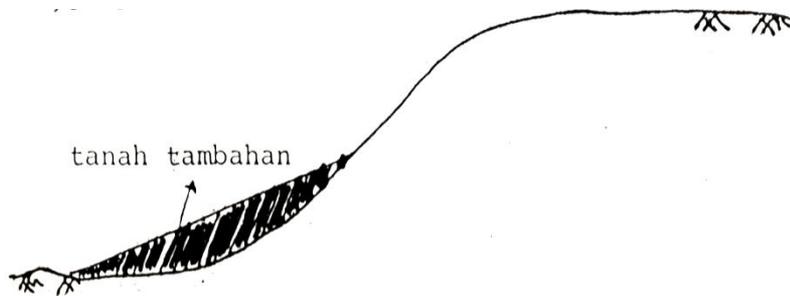
- Contoh gaya luar yang merusak kestabilan : beban lalu lintas atau gerusan banjir serta gaya sentrifugal dari air sungai

## Memperkecil gaya penggerak atau momen penggerak

- Membuat lereng lebih datar, kurangi sudut kemiringan
- Memperkecil ketinggian lereng

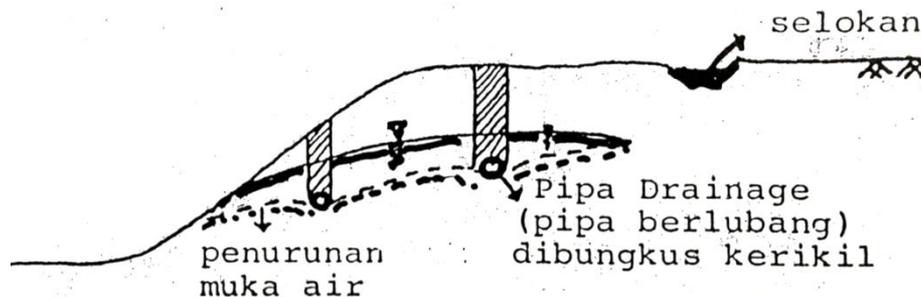
# Memperbesar gaya melawan/momen melawan

## Memakai counterweight



- Momen lawan akan bertambah besar dibanding momen penggerak ( $FK \lllll$ )
- Hanya untuk kelongosoran rotasi

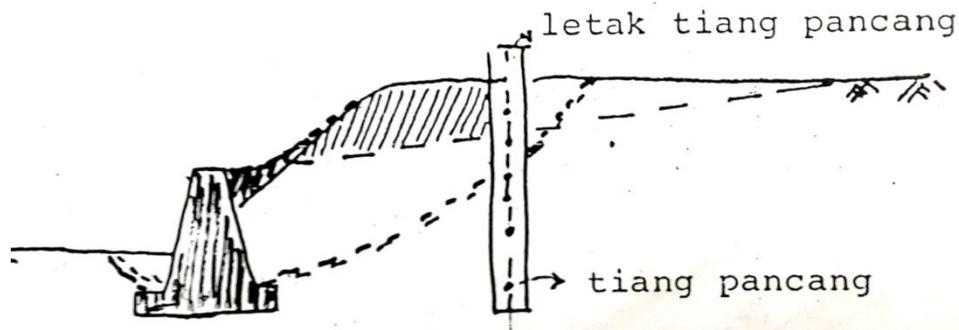
## Mengurangi tegangan air pori di dalam lereng



- Dengan membuat selokan teratur (drainage) pada lereng maka tegangan pori berkurang
- Kekuatan geser menjadi naik

# Memperbesar gaya melawan/momen melawan

## Dengan cara mekanik

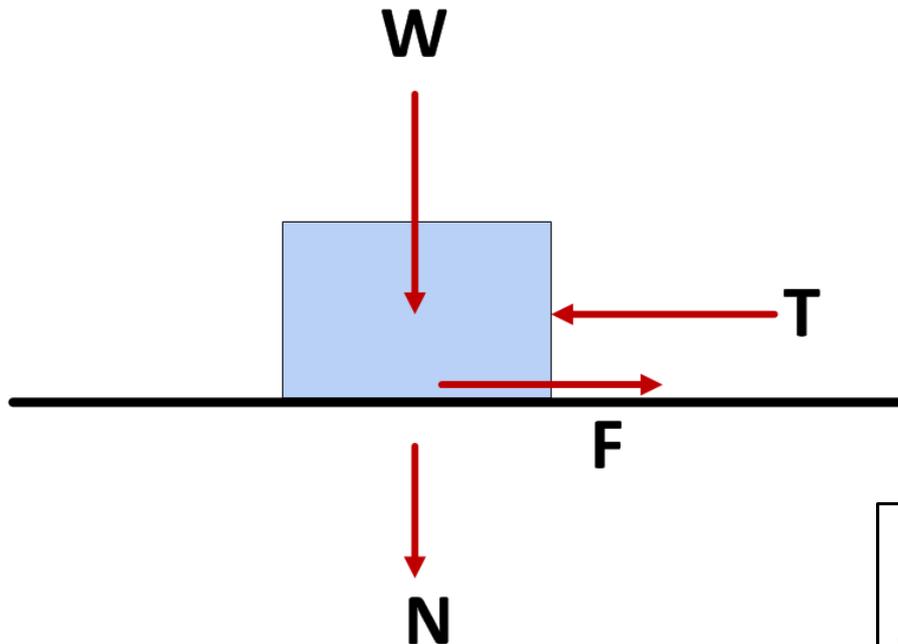


- Memasang tiang atau membuat dinding penahan tanah
- Hanya dipakai pada lereng atau kelongsoran yang kecil.

## Dengan cara injeksi

- Penambahan bahan kimia atau semen yang dipompa melalui pipa agar masuk ke dalam lereng.
- Cocok untuk tanah yang memiliki daya rembes tinggi
- Tidak dapat dimasukkan ke dalam lereng yang terdiri dari lempung atau lanau

# PRINSIP KESEIMBANGAN GAYA



T = gaya dorong

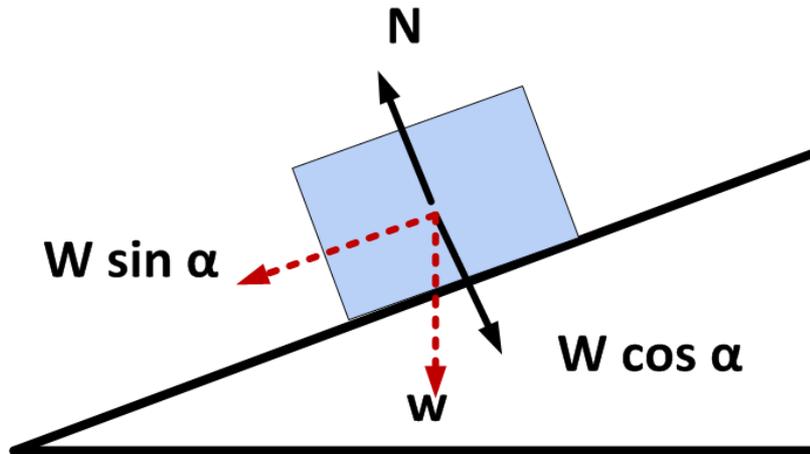
F = gaya tahan → gaya gesek

Bila  $T < F_{\max}$ , blok tanah akan stabil atau diam

Bila  $T > F_{\max}$ , blok tanah akan bergeser

$$FK = \frac{\text{Gaya tahan}}{\text{gaya dorong}}$$

# PRINSIP KESEIMBANGAN GAYA



$$N = w \cos \alpha$$

$$F = \text{gaya tahan} = \mu \cdot N \\ = \mu W \cos \alpha$$

$$F = \text{gaya dorong} = W \sin \alpha$$

$$FK = \frac{\text{Gaya tahan}}{\text{gaya dorong}} = \frac{\mu}{\text{tg } \alpha}$$

- gaya dorong = gaya tahan  $\rightarrow$   $FK = 1$
- Gaya dorong  $>$  gaya tahan  $\rightarrow$   $FK < 1$
- Gaya dorong  $<$  gaya tahan  $\rightarrow$   $FK > 1$

# TEORI DASAR KUAT GESER TANAH

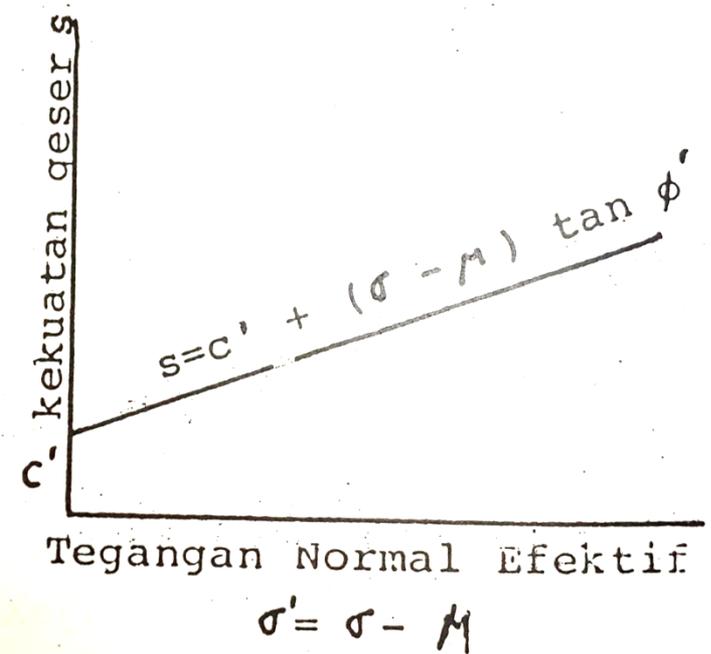
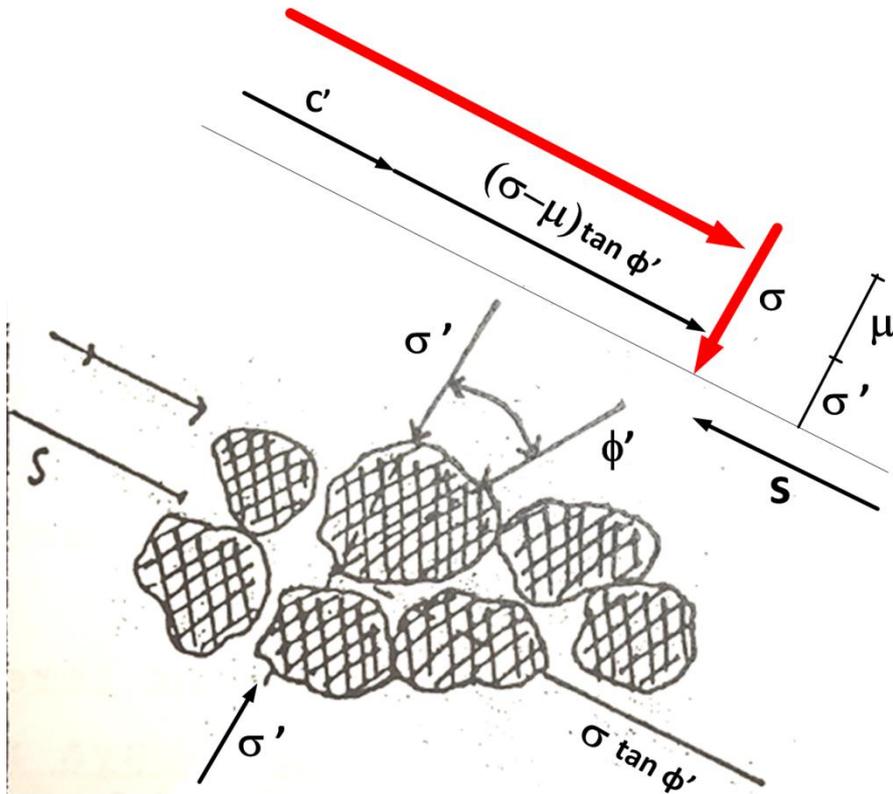
KERUNTUHAN GESER  
DALAM TANAH



AKIBAT GERAK RELATIF  
ANTARA BUTIRANNYA

**BUKAN KARENA BUTIRAN  
TANAH YANG HANCUR !!!!!**

# TEORI DASAR KUAT GESER TANAH



# STABILITAS LERENG

Kuat geser yang melawan longsoran , dilakukan dengan dua kondisi :

## ANALISIS TEGANGAN TOTAL :

Dalam kondisi ini tegangan air pori ( $\mu$ ) = 0

Formula tegangan geser :

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi$$

- Nilai  $c$  dan  $\varphi$  diperoleh dari uji undrained test
- Digunakan untuk analisis jangka pendek

## ANALISIS TEGANGAN EFEKTIF :

Dalam kondisi tegangan air pori ( $\mu$ ) ada

Formula tegangan geser :

$$\tau' = c' + (\sigma - \mu) \tan \varphi'$$

- Nilai  $c'$  dan  $\varphi'$  diperoleh dari uji CU atau drained atau direct shear
- Digunakan untuk analisis jangka panjang

# ANALISIS KESTABILAN LERENG

## TUJUAN :

1. Menilai apakah suatu lereng yang ada akan longsor atau tidak
2. Menilai potensi longSORAN yang ada
3. Merencanakan suatu lereng yang stabil dan ekonomis

# ANALISIS KESTABILAN LERENG

BERDASARKAN PENGETAHUAN PRAKTIS

BERDASARKAN FINITE ELEMEN /PROGRAM

BERDASARKAN KESEIMBANGAN BATAS

- METODE KESEIMBANGAN POTONGAN BEBAS SEBAGAI SUATU KESELURUHAN : CARA BUSUR LINGKARAN DAN CARA LINGKARAN GESER
- METODE POTONGAN (METHOD OF SLICES) : FELLENIUS, BISHOP

BERDASARKAN GRAFIK STABILITAS

- JANBU
- TAYLOR
- COUSINS
- NAVAC DLL

# FAKTOR KEAMANAN

Secara umum faktor keamanan didefinisikan sebagai :

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

$\tau_f$  = kuat geser tanah rata – rata

$\tau_d$  = tegangan geser rata – rata sepanjang bidang runtuh

Kuat geser tanah terdiri dari dua komponen utama yaitu : kohesi ( $c$ ) dan geser yang dinyatakan dalam persamaan :

$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \varphi$$

$$\tau_d = c'_d + \sigma' \tan \varphi'_d$$

$$F_s = \frac{c' + \sigma' \tan \varphi}{c'_d + \sigma' \tan \varphi'_d}$$

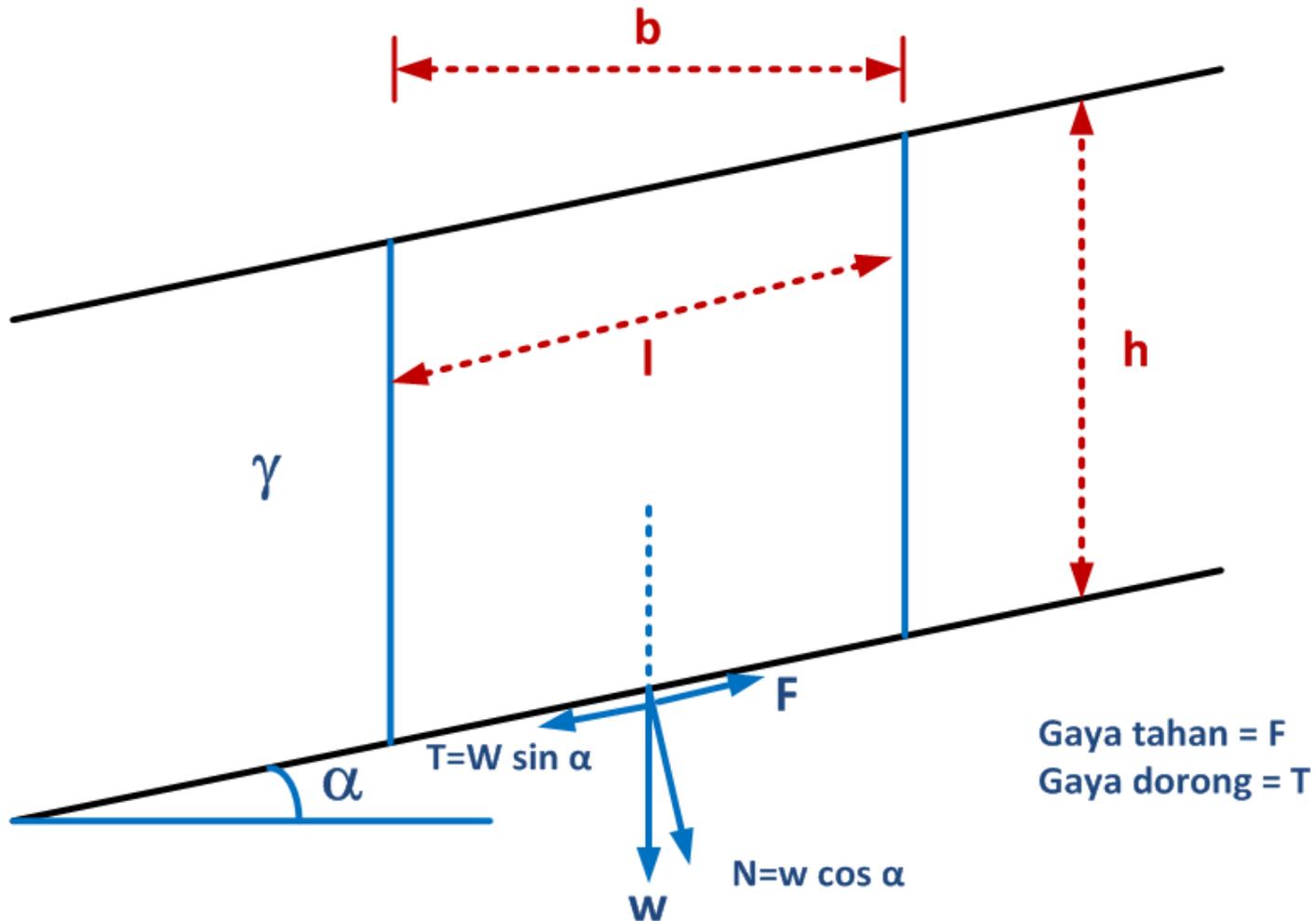
Faktor keamanan terhadap kohesi :

$$F_{c'} = \frac{c'}{c'_d}$$

Faktor keamanan terhadap friction :

$$F_{\varphi'} = \frac{\tan \varphi'}{\tan \varphi'_d}$$

# ANALISIS PADA LERENG MENERUS (dry condition)



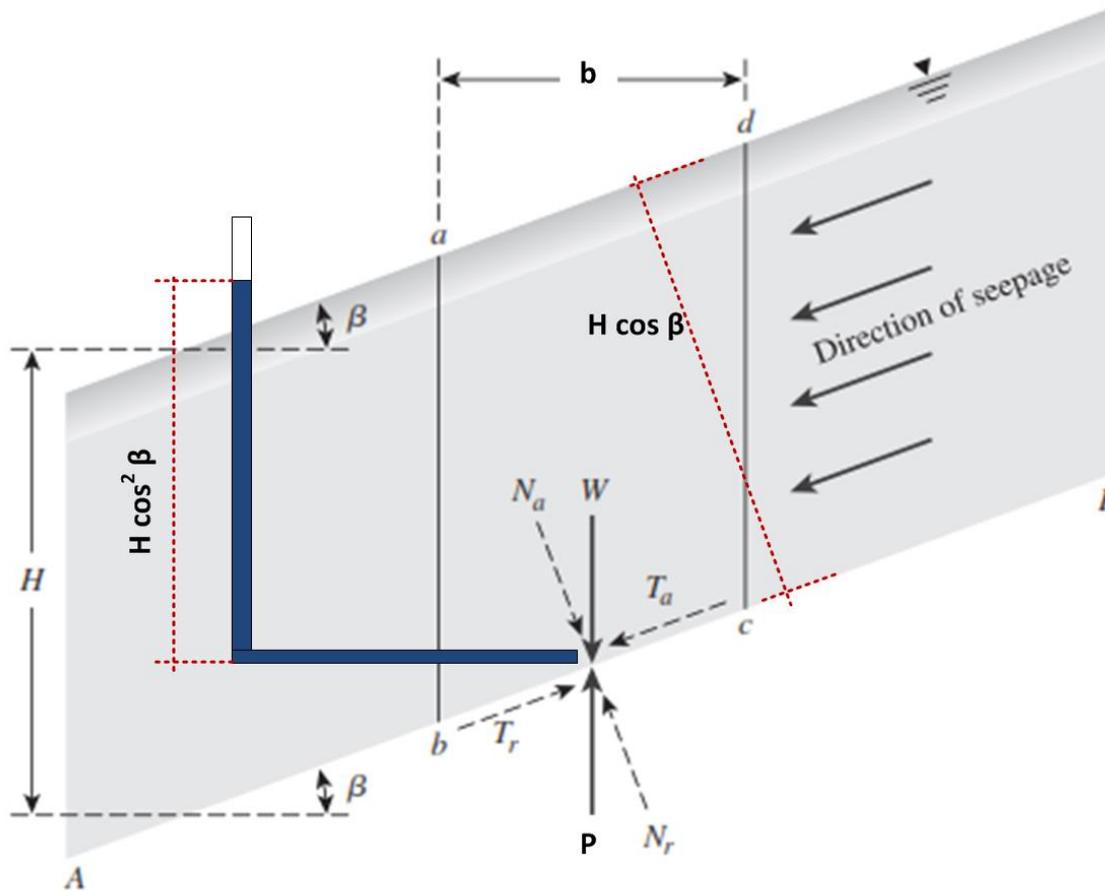
## CONTOH SOAL :

Suatu lereng tak terhingga, terbentuk dari tanah yang memiliki berat volume  $\gamma_b = 18,6 \text{ kN/m}^3$ . kuat geser pada bidang kontak tanah- batu adalah  $c = 18 \text{ kN/m}^2$  dan  $\phi = 20^\circ$  pada kondisi tanpa rembesan

- a) Jika  $H = 8 \text{ m}$  dan  $\alpha = 22^\circ$ , tentukan besarnya faktor keamanan terhadap bahaya longsoran.
- b) Jika  $\alpha = 25^\circ$ , tentukan  $H$  maksimum untuk faktor aman = 1

# ANALISIS PADA LERENG MENERUS (wet condition)

## PERMUKAAN ALIRAN REMBESAN DI PERMUKAAN LERENG



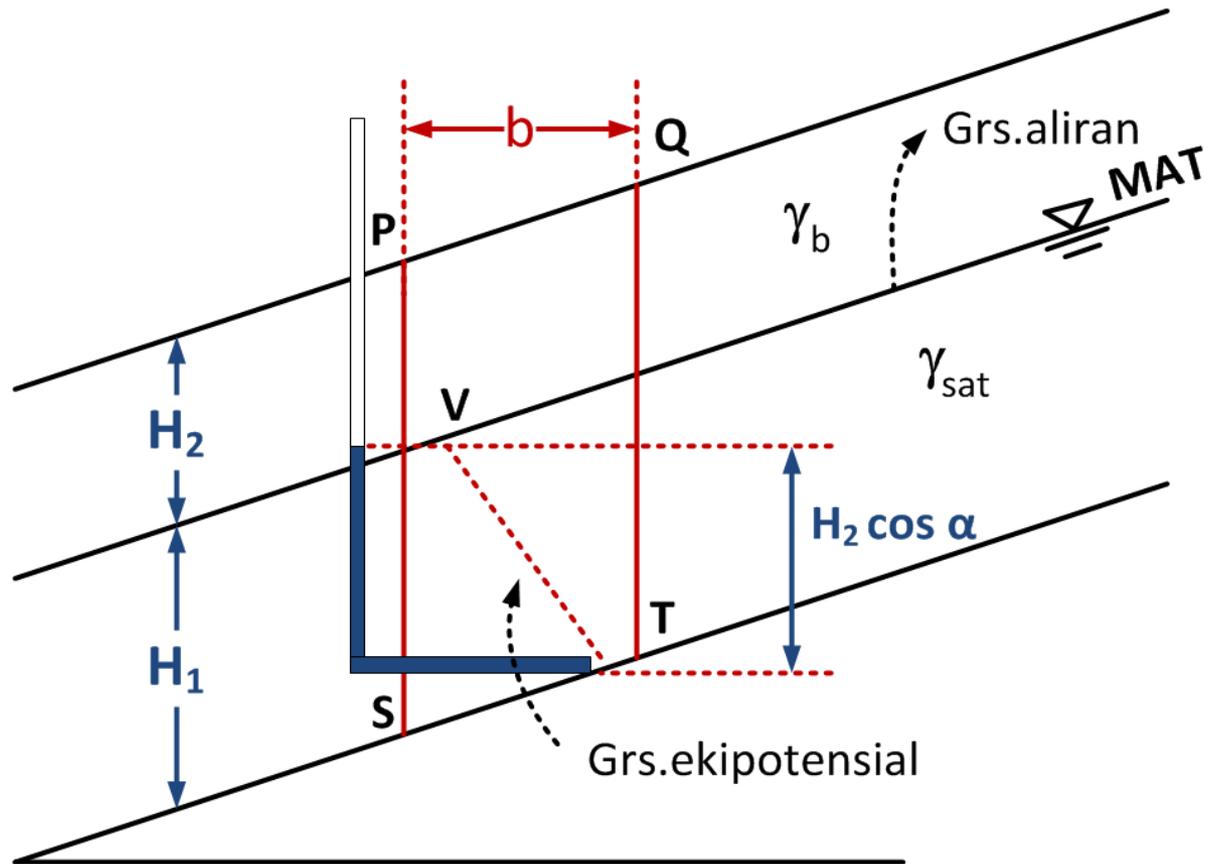
**CONTOH SOAL :**

Suatu lereng tak terhingga (menerus) dipengaruhi oleh rembesan dengan permukaan air berada di permukaan lereng. Tentukan faktor keamanan lereng terhadap bahaya kelongsoran. Diketahui data tanah pada lereng sebagai berikut :

$\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$  ,  $H = 8 \text{ m}$  ,  $\alpha = 22^\circ$  , pada bidang longsor potensial :  $c = 18 \text{ kN/m}^2$   
dan  $\varphi = 20^\circ$

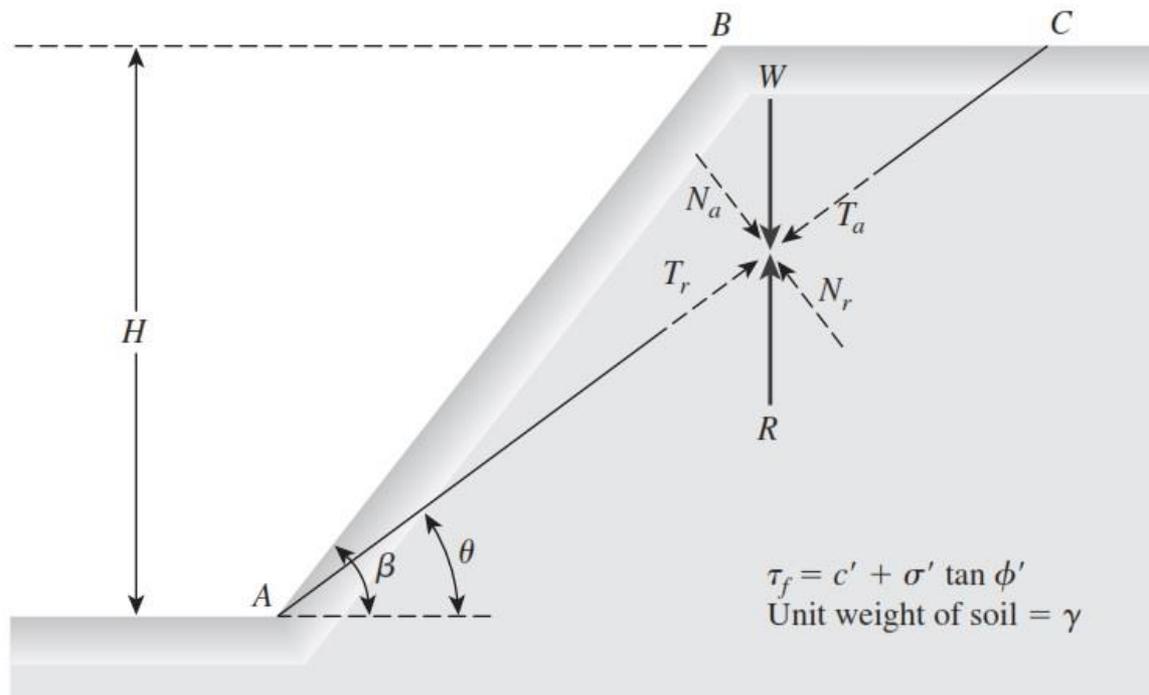
# ANALISIS PADA LERENG MENERUS (wet condition)

## PERMUKAAN AIR TANAH DI BAWAH PERMUKAAN LERENG



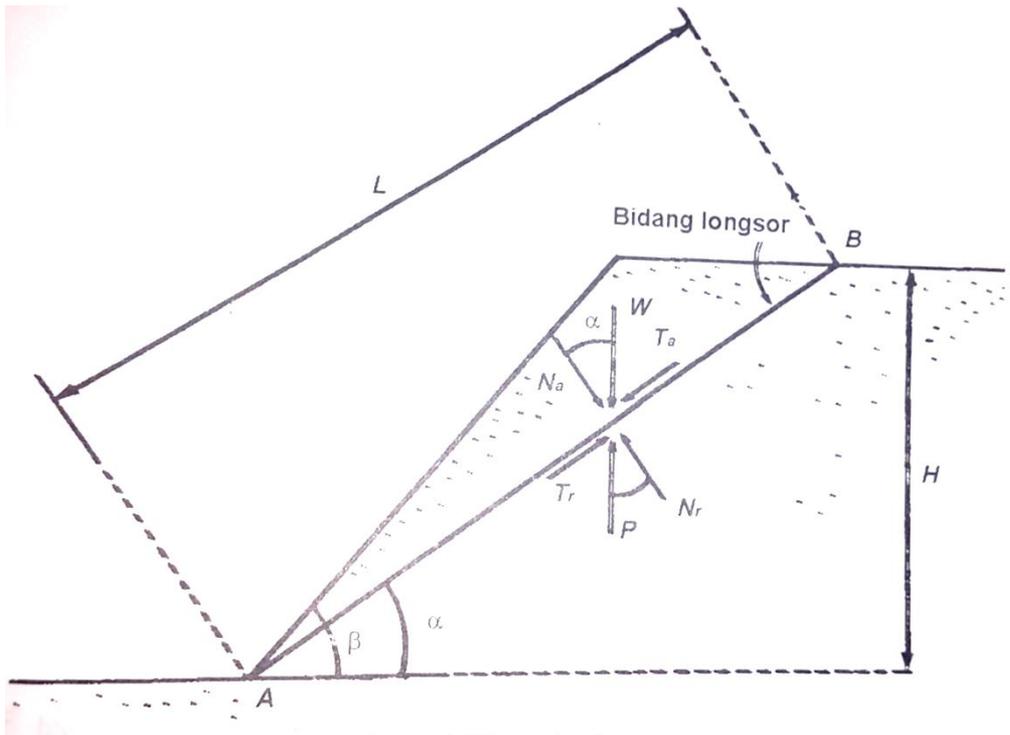
# ANALISIS PADA LERENG TERBATAS (metode Culman)

- Metode ini mengasumsikan kelongsoran adalah bidang datar
- Terjadi apabila tegangan geser rata-rata yang mengakibatkan gelincir > kekuatan geser tanah
- Bidang gelincir kritis adalah yang memiliki nilai FK terkecil



# ANALISIS PADA LERENG TERBATAS (metode Culman)

- Metode ini mengasumsikan kelongsoran adalah bidang datar
- Terjadi apabila tegangan geser rata-rata yang mengakibatkan gelincir > kekuatan geser tanah
- Bidang gelincir kritis adalah yang memiliki nilai FK terkecil



$$H_{cr} = \frac{4c'}{\gamma} \left[ \frac{\sin \beta \cos \phi'}{1 - \cos(\beta - \phi')} \right]$$

## Contoh soal :

Timbunan baru akan diletakkan pada suatu timbunan lama. Tanah timbunan baru mempunyai berat volume  $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$ . kohesi dan sudut gesek dalam yang bekerja pada bidang longsor ,  $c = 25 \text{ kN/m}^2$  dan  $\phi = 17^\circ$ . Lereng timbunan baru bersudut  $\beta = 48,5^\circ$  sedangkan lereng timbunan lama bersudut  $\alpha = 40^\circ$  dari arah horisontal. Berapa tinggi timbunan maksimum, bila dikehendaki faktor aman terhadap longsoran  $FK=2$ ?

