

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

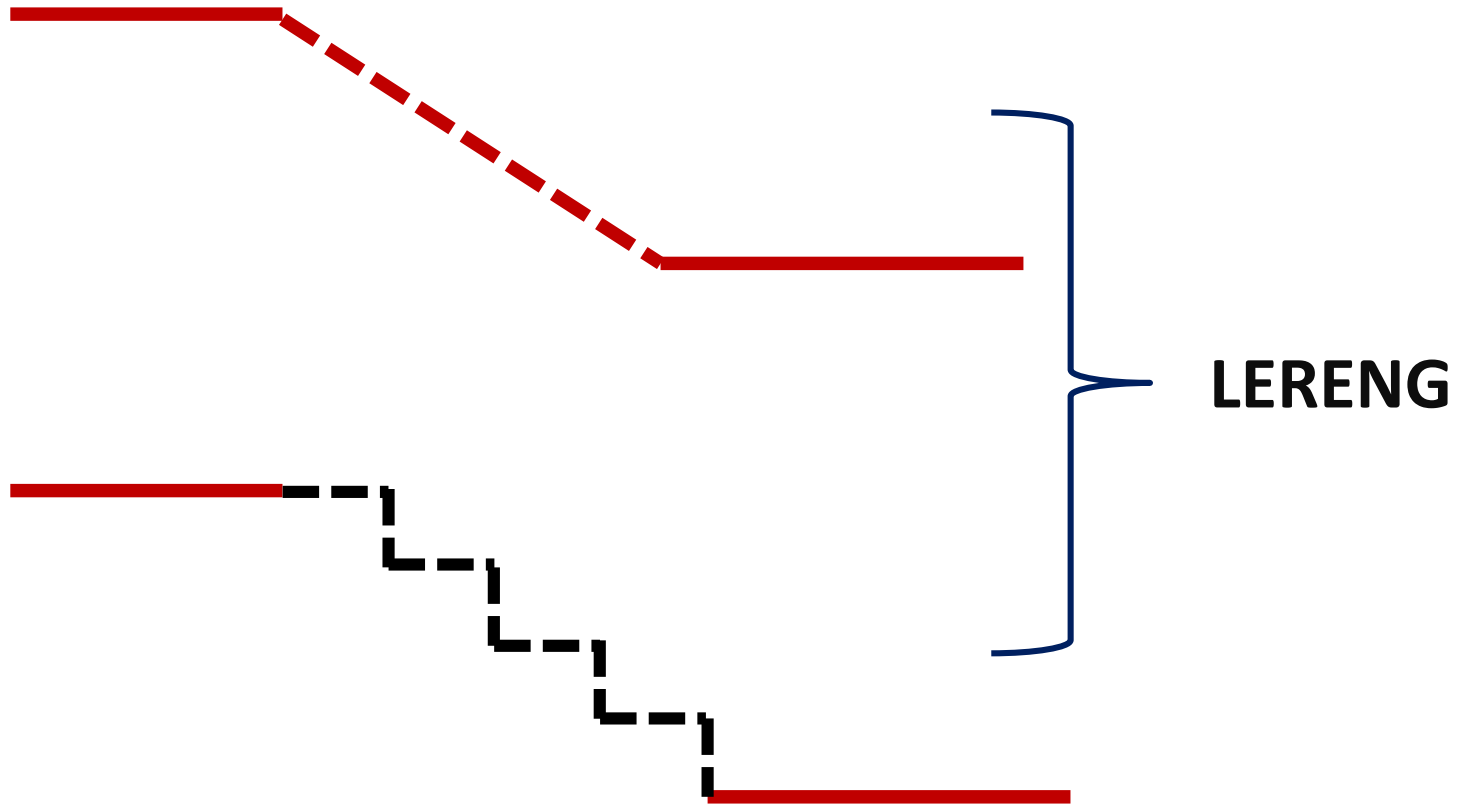


TIMBUL GAYA YANG MENDORONG TANAH DI BAWAH



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

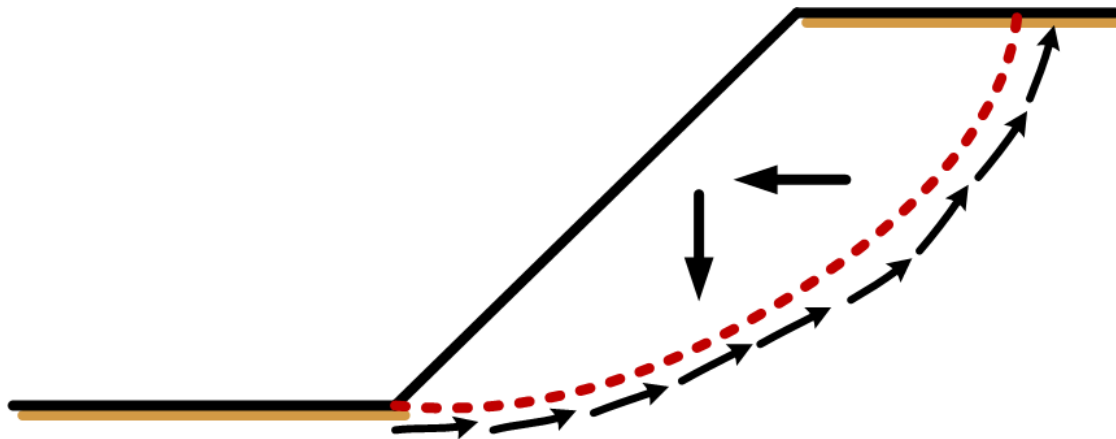
Mekanisme keruntuhan lereng

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



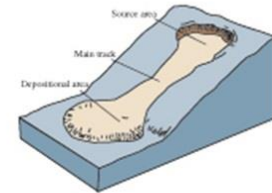
PENGELUPASAN (TOPPLES)

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



LONGSORAN (SLIDE)

Peralihan geser sepanjang bidang geser, dapat berupa translasi maupun rotasi

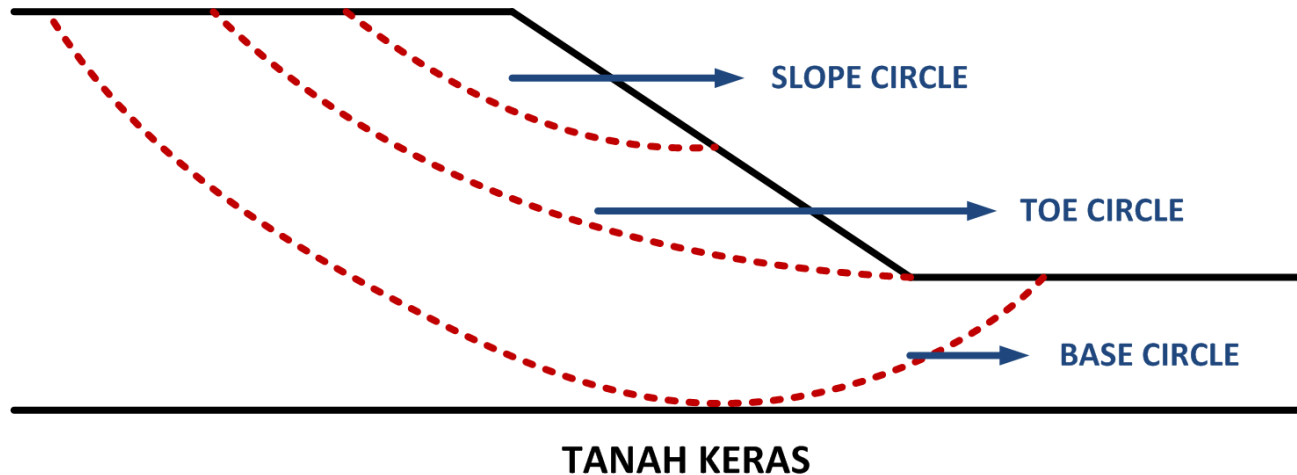


ALIRAN TANAH (EARTH FLOW)

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

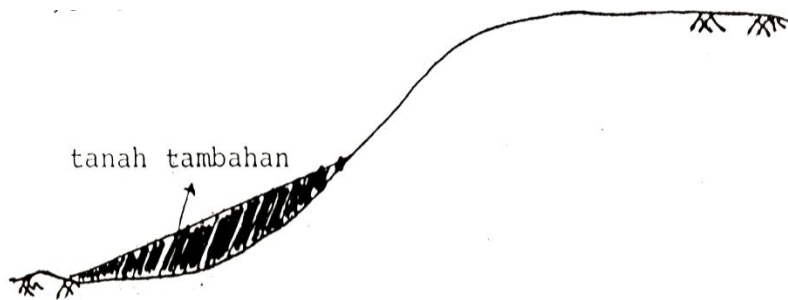
- Contoh gaya luar yang merusak kestabilan : beban lalu lintas atau gerusan banjir serta gaya sentrifugal dari air sungai

Memperkecil gaya penggerak atau momen penggerak

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

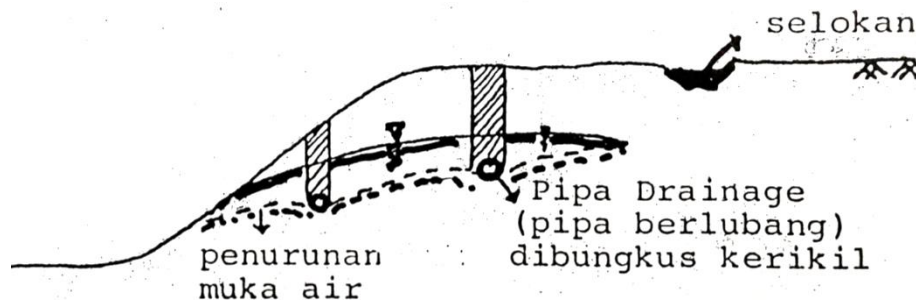
Memperbesar gaya melawan/momen melawan

Memakai counterweight



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

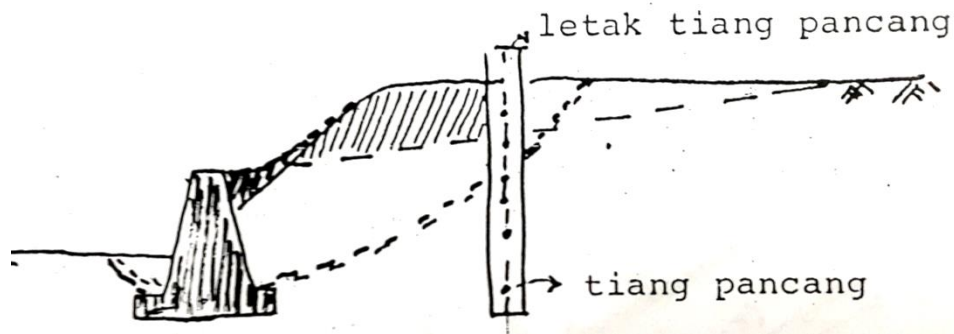
Mengurangi tegangan air pori di dalam lereng



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

Memperbesar gaya melawan/momen melawan

Dengan cara mekanik

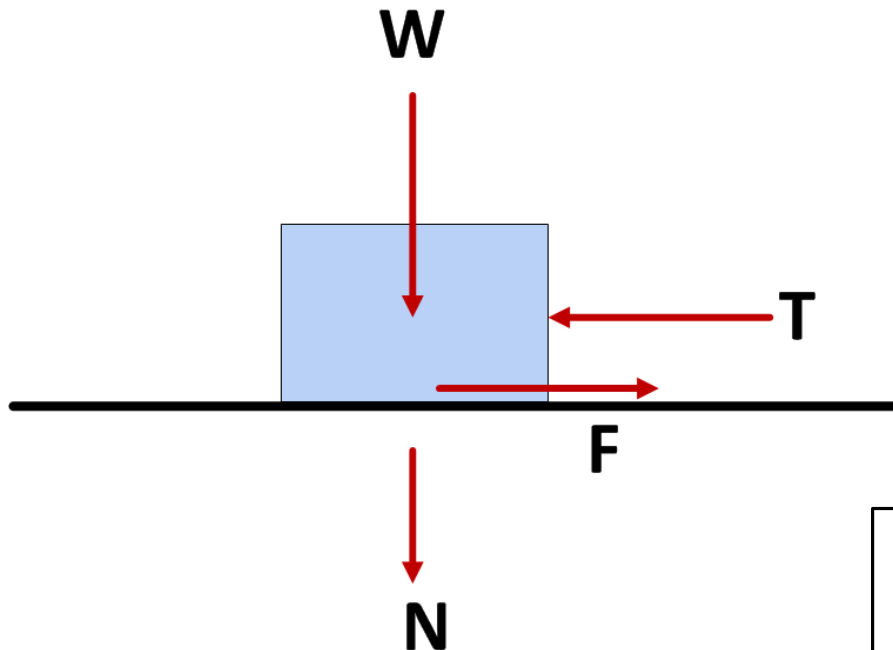


- Memasang tiang atau membuat dinding penahan tanah
- Hanya dipakai pada lereng atau kelongsoran yang kecil.

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

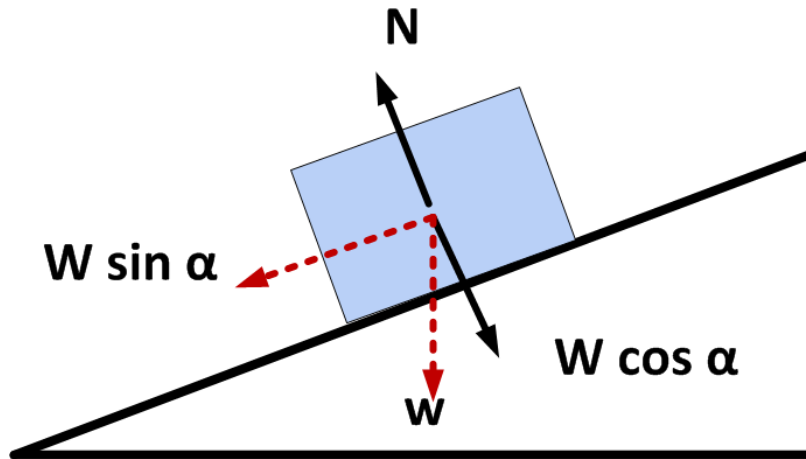
F = gaya tahan → gaya gesek

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

Bila $T > F_{\text{max}}$, 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

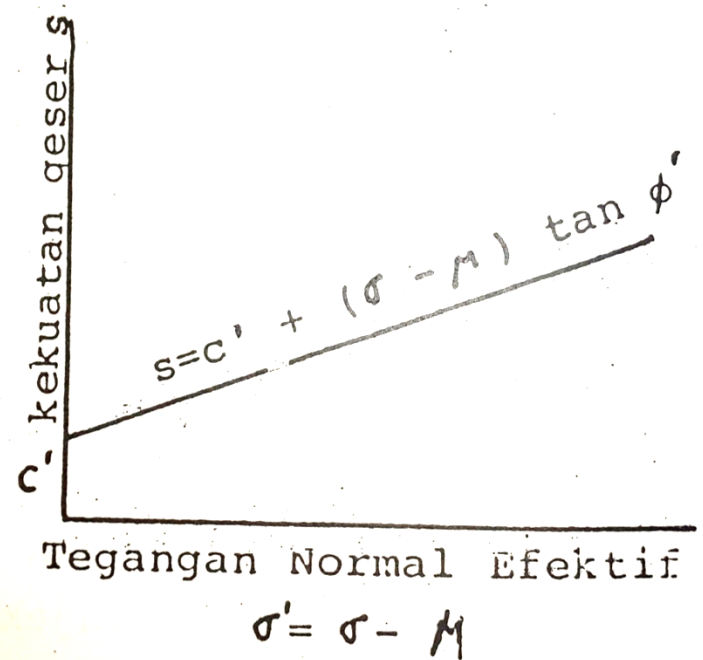
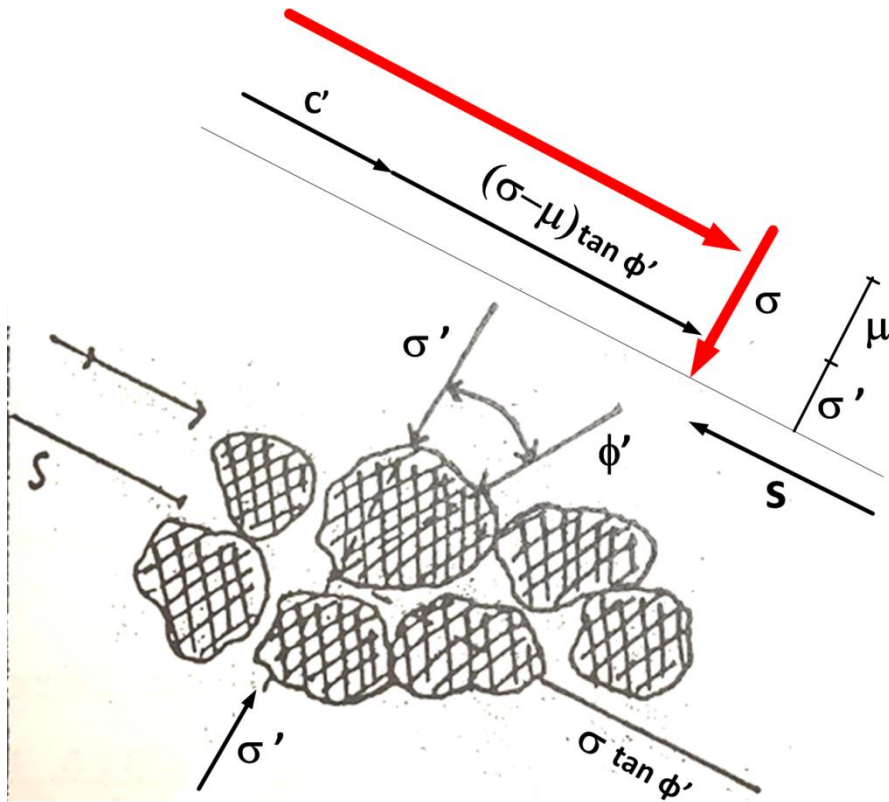
KERUNTUHAN GESER
DALAM TANAH



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 (μ) = 0

Formula tegangan geser :

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

- Nilai c dan φ diperoleh dari uji undrained test
- Digunakan untuk analisis jangka pendek

ANALISIS TEGANGAN EFEKTIF :

Dalam kondisi tegangan air pori (μ) ada

Formula tegangan geser :

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

- Nilai c' dan φ' 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 :

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

τ_f = kuat geser tanah rata – rata

τ_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 :

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

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

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

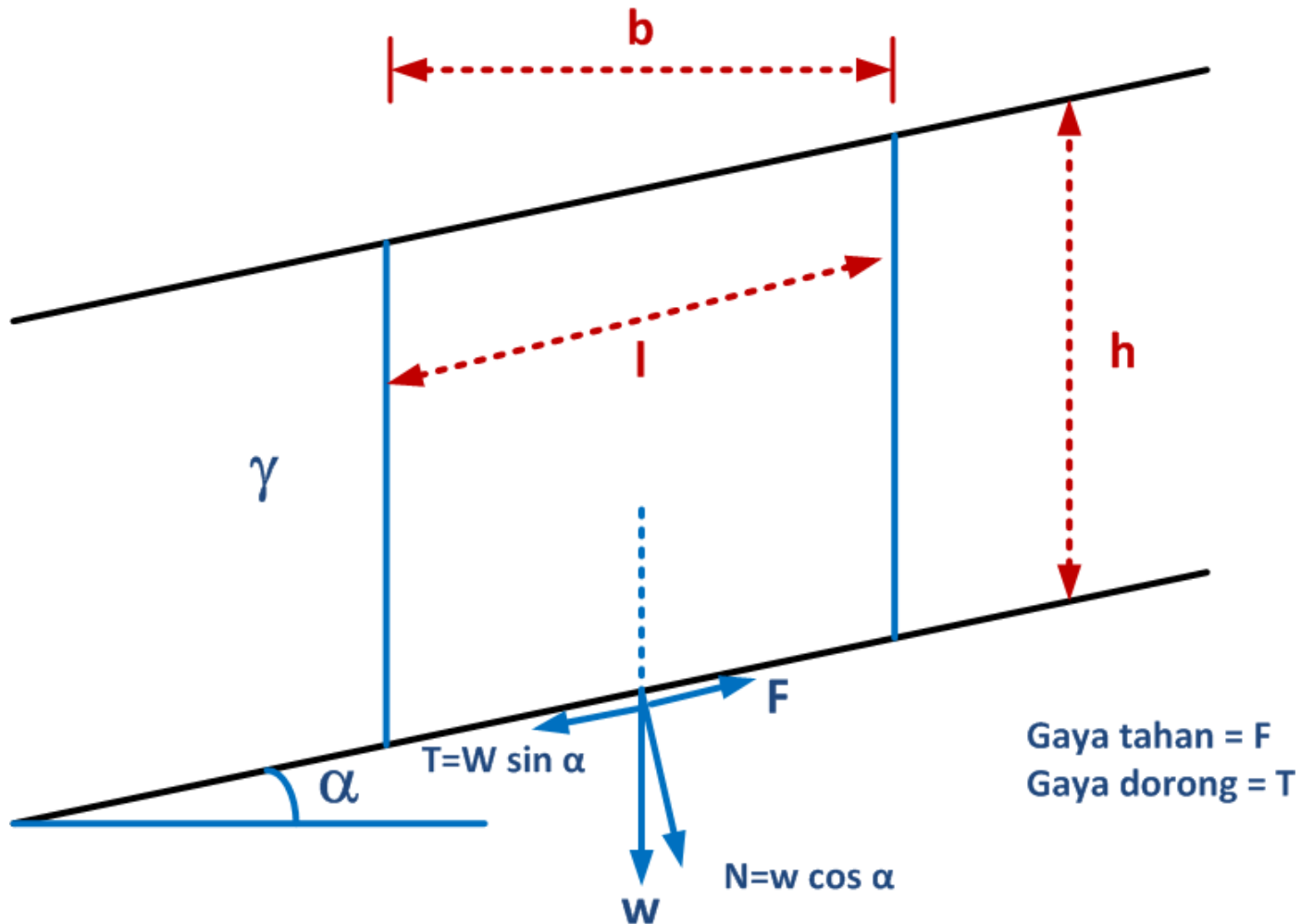
Faktor keamanan terhadap kohesi :

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

Faktor keamanan terhadap friction :

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

ANALISIS PADA LERENG MENERUS (dry condition)



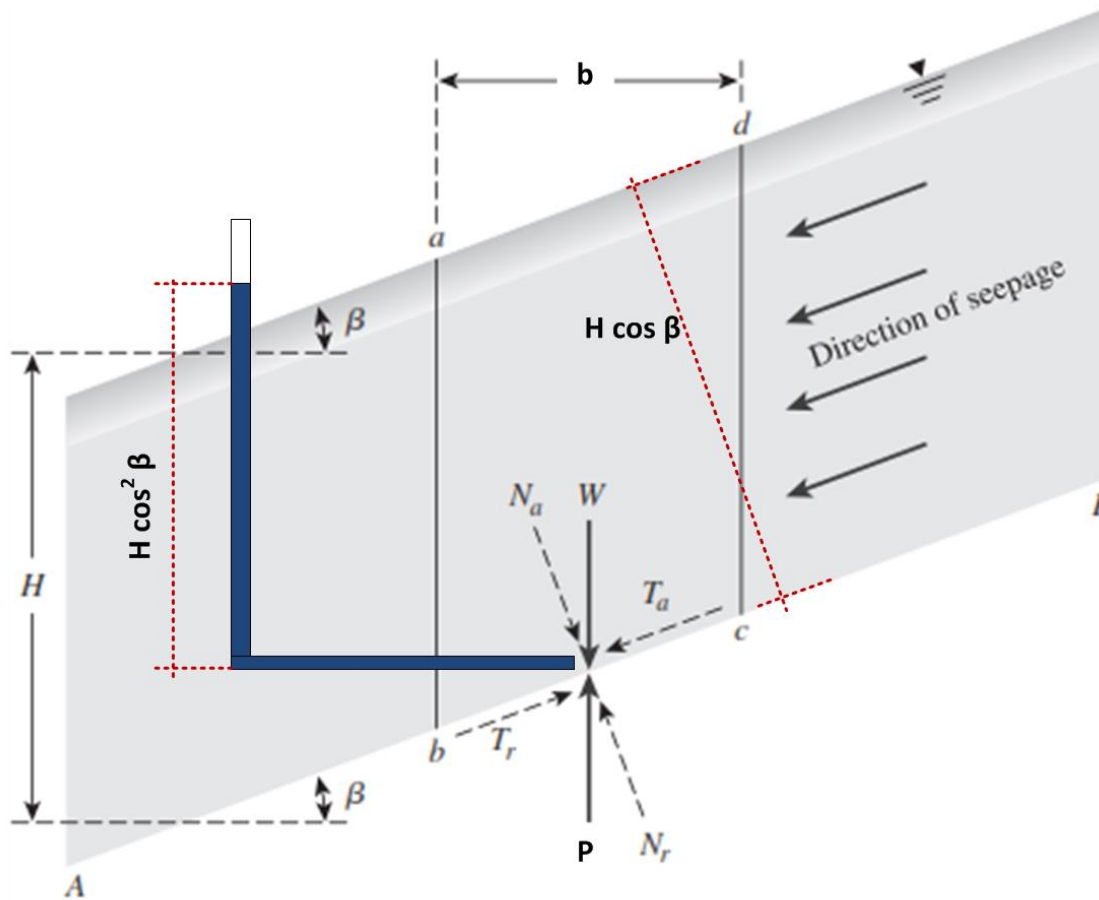
CONTOH SOAL :

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



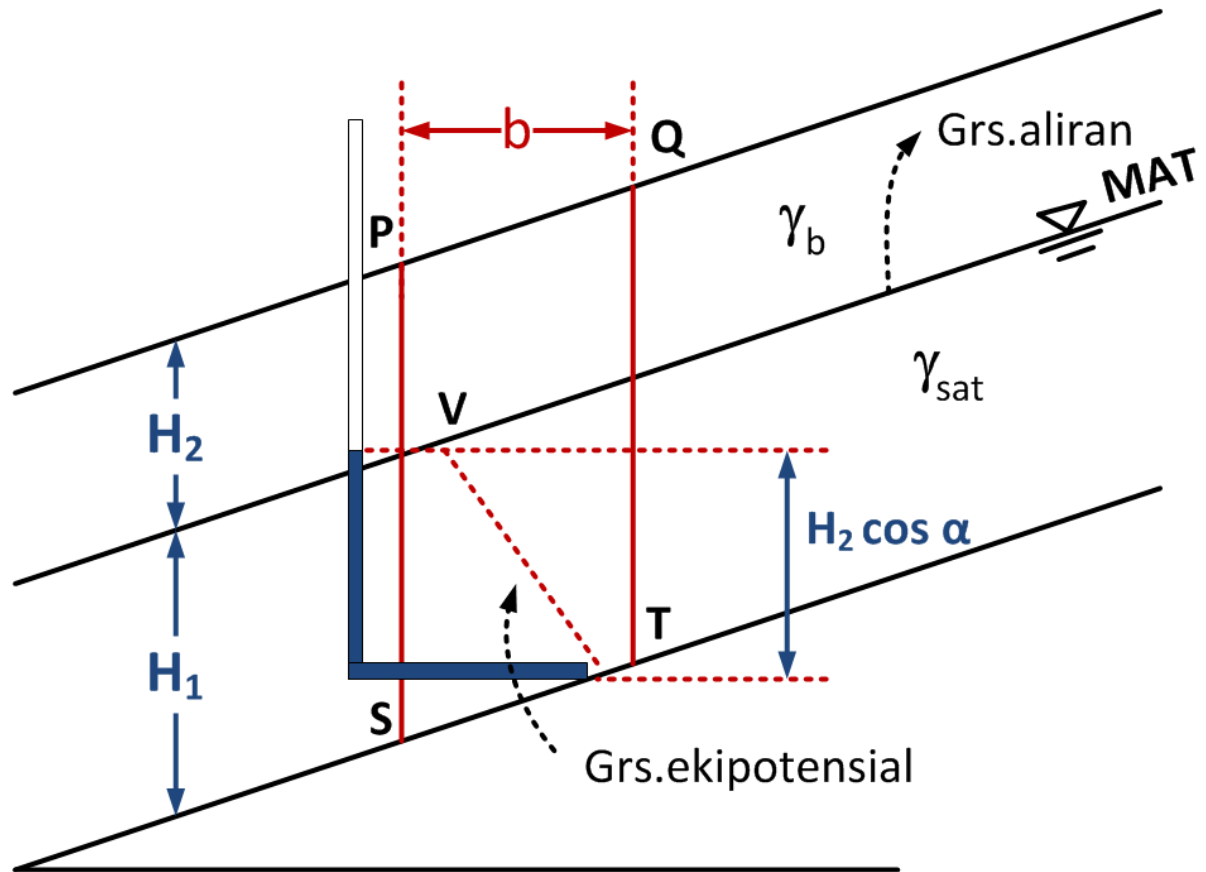
CONTOH SOAL :

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 $\varphi = 20^\circ$

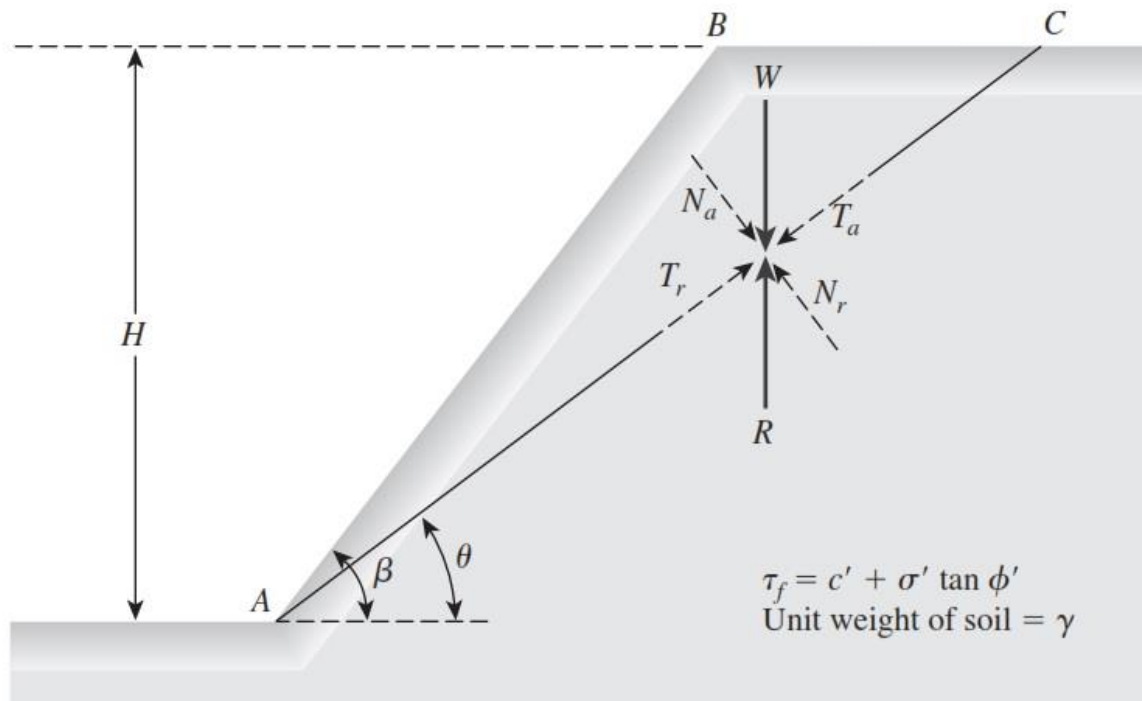
ANALISIS PADA LERENG MENERUS (wet condition)

PERMUKAAN AIR TANAH DI BAWAH PERMUKAAN LERENG



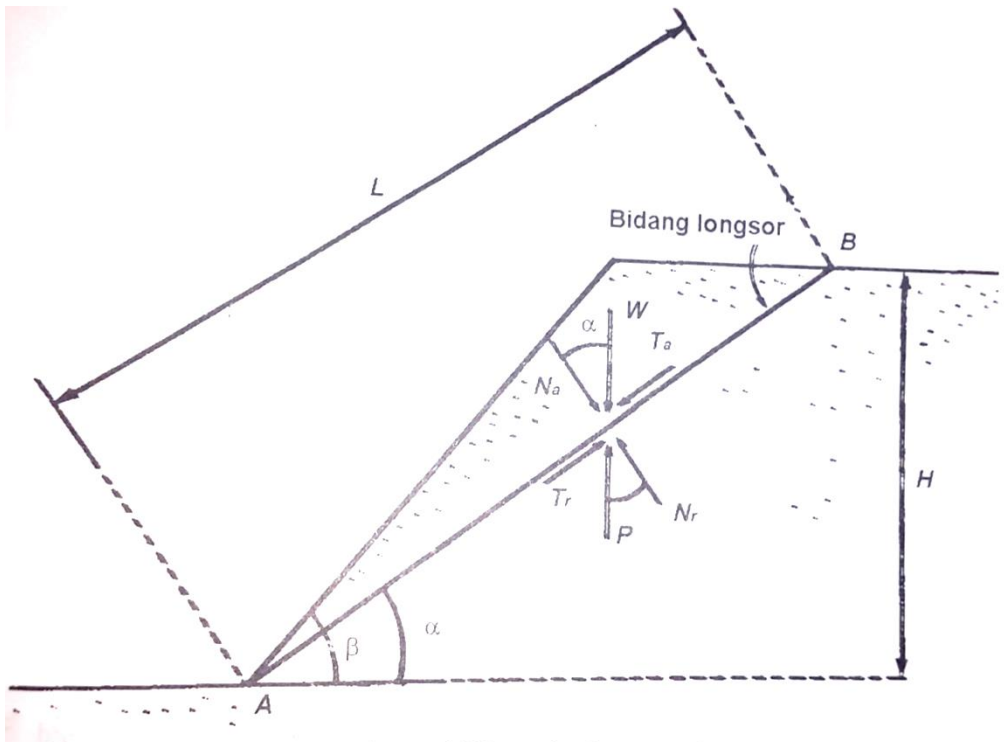
ANALISIS PADA LERENG TERBATAS (metode Culman)

- 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 $FK=2$?

