

Pertemuan II: Hukum III Newton & Gaya Gesek "Si Penahan Longsor"



Perhatikan video berikut!

Amati bagaimana hujan memengaruhi kondisi tanah dan kestabilan lereng.



Berdasarkan video yang telah diamati, hujan deras dapat menyebabkan lereng menjadi lebih mudah longsor karena...

Pilih salah satu pernyataan yang paling sesuai:

- ☐ Bertambahnya beban tanah
- ☐ Berkurangnya kemampuan tanah menahan massa

Jelaskan secara singkat alasan pilihanmu.

Jawab: _____

Si Penahan yang Melemah

Interaksi Massa Tanah dan Bidang Lereng

Ketika massa tanah berada di atas lereng, tanah menekan permukaan lereng dan permukaan lereng memberikan gaya reaksi yang arahnya berlawanan. Interaksi ini memungkinkan munculnya gaya gesek yang membantu menahan massa tanah agar tetap berada pada posisinya.

Peran Gaya Gesek

Pada kondisi tanah yang masih kering, gaya gesek bekerja menahan massa tanah sehingga lereng tetap stabil.

Pengaruh Air Hujan

Saat hujan deras, air meresap ke dalam pori-pori tanah sehingga kemampuan butiran tanah untuk saling mencengkeram berkurang. Akibatnya, gaya gesek yang menahan massa tanah juga menurun sehingga tanah menjadi lebih mudah bergeser.

lakukan simulasi untuk memperoleh data yang akan digunakan dalam menganalisis pengaruh kondisi lingkungan terhadap kestabilan lereng.

A. Tujuan Simulasi

Menyelidiki pengaruh gaya gesek (μ) dan infiltrasi air hujan (curah hujan dan kelembaban tanah) terhadap kestabilan lereng melalui perubahan kondisi gerak massa tanah.

B. Langkah Kerja Simulasi

1. Buka simulasi melalui tautan yang tersedia pada E-LKPD
2. Atur variabel awal simulasi sebagai berikut (variabel kontrol):
 - massa tanah (m) = 1000 kg (tetap)
 - sudut kemiringan lereng (θ) = 35° (tetap)
 - jenis tanah = campuran (default / tidak diubah)
3. Variabel yang diubah (variabel bebas):
 - curah hujan (mm/hari)
 - kelembaban tanah (%)
 - koefisien gesek (μ)
4. Lakukan 3 kondisi simulasi berikut:
 - a. Kondisi 1 (kering):
 - curah hujan = 0 mm/hari
 - kelembaban = 10%
 - $\mu = 0,8$
 - b. Kondisi 2 (lembab):
 - curah hujan = 150 mm/hari
 - kelembaban = 50%
 - $\mu = 0,5$
 - c. Kondisi 3 (jenuh air):
 - curah hujan = 300 mm/hari
 - kelembaban = 100%
 - $\mu = 0,2$
5. Jalankan simulasi untuk setiap kondisi secara bergantian.
6. Amati perubahan:
 - kondisi gerak lereng (diam / bergerak)
 - waktu luncur (t) jika terjadi pergerakan
7. Catat hasil pengamatan pada tabel yang tersedia.



C. Tabel Pengamatan

No.	Curah Hujan	Kelembaban	Koefisien Gesek	Waktu	Kondisi Gerak

D. Analisis Data

Berdasarkan data hasil simulasi, bagaimana perubahan curah hujan, kelembaban tanah, dan koefisien gesek (μ) memengaruhi kondisi gerak massa tanah dan waktu luncur?

Berdasarkan data hasil simulasi, bagaimana perubahan curah hujan, kelembaban tanah, dan koefisien gesek (μ) memengaruhi kondisi gerak massa tanah dan waktu luncur?

E. Kesimpulan



EVALUASI

Petunjuk: Pasangkan setiap pernyataan sebab dengan akibat yang paling tepat berdasarkan hasil simulasi yang telah kamu lakukan. Perhatikan bahwa terdapat dua pernyataan akibat yang tidak memiliki pasangan.

Hasil simulasi, lereng menunjukkan kecenderungan semakin mudah bergerak ketika hujan terus meningkat selama beberapa waktu

1

Pada simulasi, peningkatan curah hujan dan kelembaban menyebabkan waktu luncur tanah semakin singkat meskipun massa tanah dan sudut lereng tetap.

2

Hasil simulasi menunjukkan bahwa tanah dengan koefisien gesek (μ) yang lebih rendah mulai bergerak lebih cepat dibandingkan tanah dengan koefisien gesek tinggi.

3

A

Infiltrasi air menyebabkan kemampuan tanah menahan gaya penggerak berkurang sehingga kestabilan lereng menurun.

B

Nilai koefisien gesek yang rendah membuat gaya penahan semakin kecil sehingga tanah lebih mudah mengalami longsor.

C

Data hasil simulasi dapat digunakan sebagai dasar untuk meningkatkan status kewaspadaan dan menentukan waktu yang tepat melakukan evakuasi.

D

Curah hujan yang tinggi menyebabkan gaya gravitasi bumi bertambah besar.

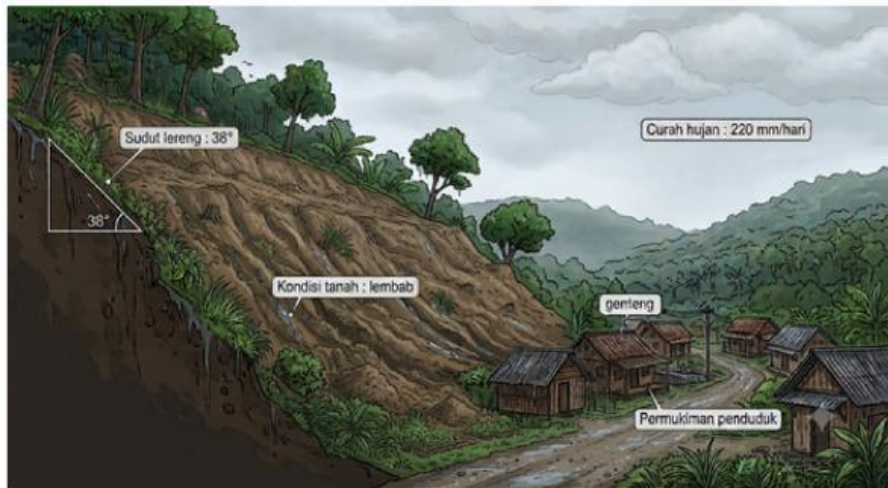
E

Massa tanah otomatis berkurang ketika hujan semakin deras.

Pertemuan III: Aplikasi Hukum Newton Analisis Faktor Keamanan (FS)



Amati ilustrasi berikut!



Sebuah lereng berada di dekat permukiman penduduk. Selama beberapa hari terakhir terjadi hujan dengan intensitas tinggi sehingga kondisi tanah menjadi semakin lembab. Hingga saat ini belum terjadi longsor, namun masyarakat mulai khawatir karena lereng terlihat semakin tidak stabil.

Sebagai bagian dari tim mitigasi bencana, kamu diminta melakukan analisis awal untuk menentukan apakah lereng tersebut masih aman atau sudah berpotensi mengalami longsor.

Berdasarkan ilustrasi dan informasi yang tersedia, menurutmu apakah lereng tersebut masih aman atau sudah berpotensi longsor? Jelaskan alasanmu dan sebutkan data apa yang perlu dianalisis untuk membuktikan dugaan tersebut.

Jawab: _____

Mengukur Tingkat Keamanan Lereng

Pada pertemuan sebelumnya, kamu telah mempelajari bahwa kestabilan lereng dipengaruhi oleh keseimbangan antara gaya penggerak dan gaya penahan. Ketika gaya penahan masih mampu mengimbangi gaya penggerak, massa tanah tetap berada dalam keadaan stabil. Sebaliknya, jika gaya penggerak menjadi lebih besar, massa tanah akan mulai bergerak dan berpotensi menimbulkan longsor.

Namun, dalam upaya mitigasi bencana, mengetahui penyebab longsor saja belum cukup. Diperlukan suatu cara untuk memperkirakan tingkat keamanan lereng sebelum longsor benar-benar terjadi. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan menghitung Faktor Keamanan (*Factor of Safety/FS*). Faktor Keamanan (FS) merupakan perbandingan antara gaya penahan dan gaya penggerak pada lereng. Nilai FS digunakan sebagai indikator untuk memperkirakan tingkat kestabilan lereng.


$$FS = \frac{\sum F_{\text{penahan}}}{\sum F_{\text{penggerak}}}$$

Interpretasi Nilai Faktor Keamanan (FS)

Nilai FS	Interpretasi
$FS > 1$	Aman – Lereng masih stabil karena gaya penahan lebih besar daripada gaya penggerak.
$FS = 1$	Kritis – Lereng berada pada batas kestabilan sehingga perlu diwaspadai
$FS < 1$	Berpotensi Longsor – Gaya penggerak lebih besar daripada gaya penahan sehingga lereng berpotensi mengalami longsor.

Lakukan simulasi untuk memperoleh data yang diperlukan dalam menghitung Faktor Keamanan (FS). Gunakan hasil perhitungan tersebut untuk menentukan tingkat kestabilan lereng berdasarkan nilai FS yang diperoleh.

A. Tujuan Simulasi

Menghitung dan menginterpretasikan nilai Faktor Keamanan (FS) berdasarkan hasil simulasi gaya penahan dan gaya penggerak untuk menentukan tingkat risiko longsor pada lereng.

B. Langkah Kerja Simulasi

1. Buka simulasi melalui tautan yang tersedia pada E-LKPD
2. Atur kondisi awal simulasi sebagai berikut:
 - Massa tanah: konstan (misalnya 1000 kg)
 - Sudut lereng: tetap pada 1 nilai awal (misalnya 40°)
 - Kondisi awal tanah: normal (default simulasi)
3. Variasikan koefisien gesek (μ) sesuai kondisi berikut:
 - $\mu = 0,2$ (tanah basah / lempung lunak)
 - $\mu = 0,4$ (tanah sedang)
 - $\mu = 0,6$ (tanah kering / berpasir padat)
4. Untuk setiap variasi μ :
 - Jalankan simulasi
 - Catat nilai gaya penahan
 - Catat nilai gaya penggerak
5. Pastikan setiap percobaan dimulai dari kondisi awal yang sama sebelum mengubah μ .
6. Hitung Faktor Keamanan (FS) menggunakan rumus:

$$FS = \frac{\sum F_{\text{penahan}}}{\sum F_{\text{penggerak}}}$$

7. Tentukan kategori kestabilan lereng berdasarkan nilai FS.



C. Tabel Pengamatan

No.	Koefisien Gesek (μ)	Gaya Penggerak (N)	Gaya Penahan (N)	Nilai FS	Kategori

D. Analisis Data

Bagaimana pengaruh perubahan koefisien gesek (μ) terhadap besar gaya penahan dan nilai Faktor Keamanan (FS)?

Pada kondisi nilai FS berapakah lereng mulai menunjukkan potensi ketidakstabilan? Jelaskan berdasarkan hasil simulasi.

Jika suatu wilayah memiliki kondisi tanah dengan μ rendah akibat hujan terus-menerus, tindakan apa yang seharusnya dilakukan untuk mengurangi risiko longsor berdasarkan hasil simulasi?

E. Kesimpulan



EVALUASI

Petunjuk: Perhatikan setiap pasangan pernyataan sebab–akibat berikut. Pilih jawaban yang paling tepat berdasarkan konsep Faktor Keamanan (FS) dan hasil simulasi lereng.

Sebab: Sudut lereng diperbesar dari 30° menjadi 50° pada kondisi tanah yang sama.

Akibat: Nilai Faktor Keamanan (FS) menurun sehingga lereng menjadi kurang stabil.

- ☐ Sebab benar karena sudut lereng yang lebih besar meningkatkan komponen gaya penggerak, akibat benar karena FS akan menurun ketika gaya penggerak meningkat.
- ☐ Sebab benar tetapi akibat tidak tepat karena FS tidak dipengaruhi oleh sudut lereng.
- ☐ Sebab salah karena sudut lereng tidak memengaruhi gaya penggerak, akibat benar karena FS selalu menurun dalam semua kondisi.
- ☐ Sebab benar tetapi akibat salah karena FS justru meningkat ketika sudut lereng bertambah.
- ☐ Keduanya salah karena sudut lereng tidak berhubungan dengan kestabilan lereng.

Sebab: Koefisien gesek tanah menurun akibat meningkatnya kadar air dalam tanah.

Akibat: Gaya penahan meningkat sehingga lereng menjadi lebih stabil.

- ☐ Sebab benar karena air menurunkan kohesi dan gesekan tanah, akibat salah karena gaya penahan justru menurun saat koefisien gesek turun.
- ☐ Sebab benar dan akibat benar karena air meningkatkan gaya gesek antar partikel tanah.
- ☐ Sebab salah karena air tidak memengaruhi koefisien gesek, akibat benar karena gaya penahan selalu meningkat saat hujan.
- ☐ Sebab benar tetapi tidak berhubungan langsung dengan akibat karena gaya penahan dipengaruhi massa saja.
- ☐ Keduanya salah karena koefisien gesek tidak berubah oleh kondisi air.



EVALUASI

Sebab: Gaya penahan lebih besar daripada gaya penggerak pada lereng.

Akibat: Nilai FS lebih kecil dari 1 sehingga lereng berpotensi longsor.

- ☐ Sebab benar karena gaya penahan dominan, akibat salah karena FS seharusnya lebih besar dari 1 pada kondisi stabil.
- ☐ Sebab benar dan akibat benar karena FS selalu kurang dari 1 ketika gaya penahan besar.
- ☐ Sebab salah karena gaya penahan tidak berpengaruh pada kestabilan, akibat benar karena FS tidak bergantung pada gaya.
- ☐ Sebab benar tetapi tidak berhubungan langsung dengan akibat karena FS hanya dipengaruhi massa tanah.
- ☐ Keduanya salah karena FS tidak berkaitan dengan gaya penahan maupun penggerak.