

**BARAKKA**  
**JURNAL BANGUNAN KONSTRUKSI**

ISSN(e): 3031-5646 / ISSN(p) : 3031-5654

# Evaluasi Stabilitas Lereng pada Area Longsor di Ruas Jalan Tator-Enrekang Km.242+400

Musdalifah<sup>1</sup>, Andi Muhammad Ashad Sadiq<sup>2</sup>, Bowasis Umar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam Makassar, <sup>2</sup>Universitas Islam Makassar, <sup>3</sup>Universitas Islam Makassar  
[musdalifah.s.dty@uim-makassar.ac.id](mailto:musdalifah.s.dty@uim-makassar.ac.id), [am.ashad.shadiq@uim-makassar.ac.id](mailto:am.ashad.shadiq@uim-makassar.ac.id),  
[bowasisumar.dty@uim-makassar.ac.id](mailto:bowasisumar.dty@uim-makassar.ac.id)

## **Abstrak**

Lereng merupakan permukaan tanah yang memiliki kemiringan tertentu terhadap bidang datar. Keberadaannya dapat terbentuk secara alami melalui proses geologi, maupun secara buatan sebagai hasil aktivitas manusia. Stabilitas lereng menjadi aspek fundamental dalam kajian geoteknik, karena gangguan pada keseimbangan lereng dapat meningkatkan potensi terjadinya kelongsoran, yang pada akhirnya berdampak pada keselamatan serta kerusakan infrastruktur di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stratigrafi tanah pada area longsor, menentukan safety faktor (SF) atau angka keamanan sebelum setelah penanganan. Metode yang dilakukan adalah dengan melakukan pemeriksaan tanah kemudian menghitung SF dan analisis stabilitas lereng dengan bantuan aplikasi Plaxis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeriksaan tanah dan stratigrafi pada lapisan tanah yang mengalami kelongsoran didominasi oleh lempung lunak dengan plastisitas tinggi serta muka air tanah yang cenderung dekat dengan permukaan tanah. Nilai atau angka *Safety faktor* (SF) pada area longsor sebelum dilakukan penanganan yaitu sebesar 0.99 yang mengindikasikan lereng tidak stabil tingkat bahaya tinggi dan sebesar 1.57 setelah dilakukan perkuatan dengan geotekstil yang mengindikasikan lereng stabil dan tingkat bahaya rendah.

**Kata kunci :** Stabilitas lereng, kelongsoran, pemeriksaan tanah, Safety faktor, Plaxis.

## **Abstract**

*A slope is a land surface with a certain inclination relative to a horizontal plane. It can form naturally through geological processes or artificially as a result of human activity. Slope stability is a fundamental aspect in geotechnical studies, as disturbances in slope equilibrium can increase the potential for landslides, ultimately impacting safety and damaging surrounding infrastructure. This study aims to determine the soil stratigraphy in the landslide area and determine the safety factor (SF) before and after treatment. The method used was soil inspection, then calculating the SF and slope stability analysis*

*using the Plaxis application. The results showed that the soil inspection and stratigraphy of the landslide-affected soil layer were dominated by soft clay with high plasticity, and the groundwater table tended to be close to the ground surface. The Safety Factor (SF) value in the landslide area before treatment was 0.99, indicating an unstable slope with a high risk level, and 1.57 after reinforcement with geotextiles, indicating a stable slope with a low risk level.*

**Keywords:** Slope stability, landslide, soil inspection, safety factor, Plaxis.

## **I. PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang**

Infrastruktur jalan di wilayah berbukit dan pegunungan di Indonesia termasuk Sulawesi Selatan sering kali dihadapkan pada resiko geoteknik yang tinggi, terutama berupa kelongsoran lereng yang bisa merusak badan maupun bahu jalan. Pada ruas seperti Tator-Enrekang, kombinasi kondisi topografi, karakteristik tanah atau batuan, serta curah hujan yang intens dapat memicu ketidakstabilan lereng, sehingga membahayakan pengguna jalan dan mengganggu kelancaran lalu lintas.

Kelongsoran pada lereng jalan dapat dipicu oleh masuknya air hujan ke dalam tanah, meningkatnya tekanan pori, berkurangnya kekuatan geser tanah, serta pengaruh beban tambahan dari konstruksi jalan maupun lalu lintas. Sebuah studi pada ruas jalan tol di Jawa menunjukkan bahwa keberadaan tanah retak (*cracked soil*) dan curah hujan maksimum secara signifikan menurunkan faktor keamanan (*safety factor*) SF lereng yaitu dari nilai awal 1,891 hingga

turun menjadi sekitar 1,441 pada kondisi hujan paling kritis.(Purnamayoga et al., 2024)

Kajian terhadap beberapa ruas jalan nasional di Sulawesi Tenggara menunjukkan bahwa desain lereng yang telah dibuat sebelumnya perlu dievaluasi kembali. Pada segmen Awunio–Lapuko lereng yang dinilai stabil berdasarkan perencanaan awal ternyata tidak sesuai dengan kondisi aktual ketika terjadi hujan atau tanah mengalami kejenuhan. Analisis justru mengungkap bahwa nilai faktor keamanan dapat turun hingga di bawah 1,0 pada kondisi paling kritis.(Azhari et al., 2024)

Metode analisis stabilitas lereng yang meliputi rangkaian uji laboratorium tanah, pemodelan geoteknik, serta analisis numerik telah banyak digunakan pada berbagai kasus serupa. Sejumlah penelitian di kawasan konservasi menunjukkan bahwa pendekatan keseimbangan batas (*limit equilibrium*) cukup efektif dalam menilai potensi terjadinya longsor pada jalur jalan yang berada di area lereng (Radityo et al., 2024). Selain itu, penggabungan teknik geofisika seperti *seismic refraction* dengan pengujian sifat tanah juga dimanfaatkan untuk mengungkap kondisi bawah permukaan dan mengidentifikasi zona lemah yang berpotensi mengalami kegagalan lereng, sehingga dapat menjadi dasar penyusunan langkah-langkah mitigasi.(Sam et al., 2025)

Peristiwa tanah longsor pada ruas jalan Tator-Enrekang menyebabkan terputusnya akses jalan dan terjadinya penurunan badan jalan. Oleh karena perlu dilakukan evaluasi terhadap kondisi tofografi, kondisi tanah dan juga bentuk penanganan pasca kelongsoran tersebut

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini :

- Bagaimana pemeriksaan tanah dan stratigrafi tanah di area longsor
- Bagaimana SF (*Safety Factor*) lereng sebelum penanganan
- Bagaimana SF (*Safety Factor*) lereng setelah penanganan

## 3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui kondisi tanah dan stratigrafi tanah di area longsor.
- Untuk mengetahui SF (*Safety Factor*) lereng sebelum penanganan
- Untuk mengetahui SF (*Safety Factor*) lereng setelah penanganan

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Stabilitas lereng

Lereng merupakan permukaan tanah yang memiliki kemiringan tertentu terhadap bidang datar. Keberadaannya dapat terbentuk secara alami melalui proses geologi, maupun secara buatan sebagai hasil aktivitas manusia. Lereng alami misalnya terdapat pada perbukitan atau dinding sungai, sedangkan lereng buatan dapat ditemukan pada area galian dan timbunan untuk konstruksi jalan raya, rel kereta, bendungan, tanggul sungai, kanal, serta kegiatan pertambangan terbuka.(Gazali, 2020)

Secara umum, lereng banyak dijumpai di sepanjang ruas jalan dan di sisi aliran sungai. Lereng yang berada di sisi jalan memiliki kerentanan lebih tinggi, terutama apabila kawasan tersebut tidak memiliki sistem resapan air yang memadai dan terus-menerus menerima beban dinamis dari lalu lintas kendaraan. Kondisi-kondisi tersebut dapat menurunkan kestabilan lereng sehingga memicu terjadinya gangguan geoteknik.

Stabilitas lereng menjadi aspek fundamental dalam kajian geoteknik, karena gangguan pada keseimbangan lereng dapat meningkatkan potensi terjadinya kelongsoran, yang pada akhirnya berdampak pada keselamatan serta kerusakan infrastruktur di sekitarnya.

Secara kuantitatif, tingkat kestabilan suatu lereng dalam kajian geologi teknik dinilai melalui perhitungan *Faktor of Safety* (FoS) atau faktor keamanan. FoS menggambarkan perbandingan antara gaya penahan terhadap gaya pendorong akibat gravitasi. Secara umum, nilai ini dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$FoS = \frac{\text{Gaya penahan}}{\text{Gaya pendorong}}$$

Menurut (Kottama et al., 2023) nilai Faktor Keamanan (FK) diklasifikasikan berdasarkan tingkat atau intensitas kelongsoran. Rinciannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 1.klasifikasi FK terhadap stabilitas lereng

FK	Stabilitas lereng	Tingkat bahaya
FK > 1.5	Kemiringan stabil	Rendah
1.0 < FK < 1.5	Kemiringan kritis	Sedang
FK < 1.0	Tidak stabil	Tinggi

Sumber : *Slope stability classification based on FoS*

### 2. Type kelongsoran

Setiap jenis lereng memiliki potensi mengalami kelongsoran, karena massa tanah dapat bergerak

mengikuti suatu bidang tertentu yang dikenal sebagai bidang gelincir atau bidang geser (*shear surface*). Berdasarkan bentuk bidang runtuhnya, keruntuhan lereng dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tipe. (Aisah & Ardiansyah, 2023)

- a. Kelongsoran Rotasional (*rotational slip*).  
Pada jenis kelongsoran ini, bidang runtuh biasanya berbentuk lengkungan yang dapat berupa busur lingkaran ataupun kurva non-lingkaran.
- b. Kelongsoran Translasi (*translational slip*).  
Tipe ini ditandai dengan bidang longsor yang relatif datar dan arah gelincirnya hampir sejajar dengan permukaan lereng.
- c. Kelongsoran Campuran.  
Pada kategori ini, permukaan keruntuhan merupakan kombinasi antara bidang melengkung dan bidang datar sehingga menunjukkan karakteristik gabungan dari kedua tipe sebelumnya.

### 3. Pemeriksaan tanah dengan SPT

Standard Penetration Test (SPT) merupakan metode pengujian lapangan yang dilakukan bersamaan dengan proses pengeboran tanah untuk menilai tingkat kepadatan relatif pada tanah berpasir serta konsistensi tanah lempung. Uji ini termasuk dalam kategori pengujian in-situ dan menjadi salah satu teknik yang paling banyak digunakan dalam studi geoteknik karena prosedurnya sederhana, biayanya rendah, dan hasilnya dianggap cukup mewakili kondisi tanah.

SPT distandarisasi melalui ASTM D1586 dan SNI 4153:2008, yang berisi ketentuan mengenai tahapan pelaksanaan serta cara pengukuran jumlah pukulan atau N (blow count).

### 4. FEM (Plaxis)

Metode Elemen Hingga (FEM) pada PLAXIS bekerja dengan membagi massa tanah ke dalam elemen-elemen kecil yang saling berhubungan. Setiap elemen dianalisis untuk memenuhi keseimbangan gaya serta hubungan tegangan-regangan sesuai dengan model perilaku tanah yang digunakan, seperti *Mohr-Coulomb*, *Hardening Soil*, dan lainnya.

*Strength Reduction Method* (SRM) digunakan untuk menentukan nilai faktor keamanan (FS) pada analisis numerik. Pada metode ini, parameter kekuatan geser tanah—yakni kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ )—direduksi secara bertahap menggunakan faktor reduksi SR hingga model menunjukkan kondisi tidak stabil. Saat kondisi gagal terjadi, nilai SR tersebut dianggap sebagai nilai FS. Secara matematis, parameter yang direduksi mengikuti hubungan:  $c' = c / SR$  dan  $\tan\phi' = \tan\phi / SR$ .

Dalam PLAXIS, proses reduksi ini berjalan otomatis. Aplikasi akan menurunkan parameter kekuatan tanah sampai terlihat deformasi yang sangat besar atau ketidakstabilan pada elemen-elemen mesh. Nilai SR pada saat munculnya kegagalan tersebut merupakan faktor keamanan yang dihitung secara numerik. (Anggraini & Haris, 2025)

## III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif yang berorientasi pada analisis stabilitas lereng dengan memanfaatkan perangkat lunak Plaxis sebagai alat bantu. Proses penelitian mencakup pengumpulan data geoteknik di lapangan melalui pengamatan langsung pada area longsoran, yang berlokasi di kawasan Kulinjang jalan poros Tanah toraja-Enrekang pada km. 242 + 400.



Gambar 1. Lokasi longsor

Pengumpulan data dilakukan secara observasi atau pengamatan lapangan kemudian dilakukan pemeriksaan tanah di lapangan dengan menggunakan logbor N-SPT untuk mendapatkan kondisi existing tanah setelah mengalami kelongsoran. Pemeriksaan geolistrik juga dilakukan untuk mengidentifikasi lapisan tanah dan batuan serta mengetahui resistivitas tanah dan distribusinya.

Perhitungan FK atau faktor keamanan dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan bantuan aplikasi geoteknik yaitu Plaxis. Diharapkan mampu memberi gambaran nilai FK setelah tanah mengalami kelongsoran lalu kemudian dilakukan penanganan dan di evaluasi kembali nilai FK apakah sudah aman atau tidak.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kondisi area longsor

Area longsor terdiri dari bahu jalan dan juga sebagian dari badan jalan yang mengalami penurunan, hal ini diidentifikasi disebabkan oleh adanya penurunan kuat geser dari lapisan tanah di area tersebut

Gambar 3. Sampel tanah BH-01

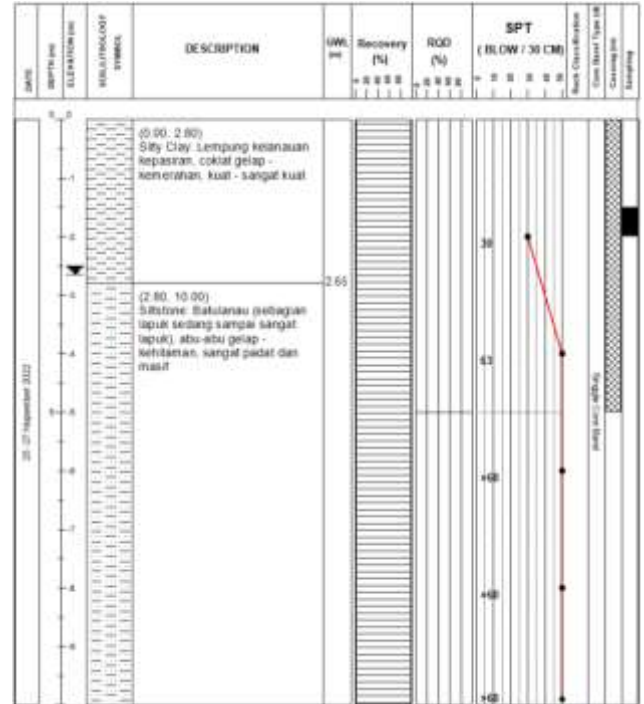


Gambar 2. Kondisi area longsor

## 2. Hasil penyelidikan tanah

### A. Hasil pengujian lapangan (N-SPT)

Pengujian lapangan yang dilakukan berupa pengeboran menggunakan bor mesin untuk mengetahui jenis tanah pada setiap lapisan serta memperoleh nilai N-SPT. Pengujian di lakukan di 2 titik.



Tabel 2. Data hasil pengujian lapangan BH-01

Gambar 3 menunjukkan visual tanah hasil pengeboran dalam tube/tabung pada lokasi atau titik 1 yang diberi simbol BH-01.

Tabel 2 mendeskripsikan jenis tanah pada tiap lapisan dan letak muka air tanah. Dapat dilihat bahwa pada kedalaman 0-3 meter terdapat tanah lempung lunak yang bersifat plastis, pada kedalaman 3-10 meter berupa tanah lanau padat kelempungan dengan plastisitas tinggi. Sedangkan di kedalaman 10-20 meter terdapat batu lempung (*Claystone*). Untuk nilai N-SPT sebesar 60 didapatkan mulai pada kedalaman 10 meter serta muka air tanah pada kedalaman 2.65 meter.



Gambar 4. Sampel tanah BH-02

SPT	SPT (Blow / 30 CM)	Recovery (%)	RQD (%)	DESCRIPTION	GWL (m)	Water Content (%)	Liquid Limit (%)	Plasticity Index (%)	Soil Classification
0-1	0-1	100	100	(0.00 - 0.20) Silty Clay Lempung berwarna keemasan, sangat lempung - kemasakan, suat - sangat suat	3.50				CL
2-3	2-3	100	100	(3.20 - 10.00) Batu lanau (sebagian lapuk sedang sampai sangat lapuk) abu-abu gelap - kemasakan, sangat padat dan suat					ML

Tabel 3. Data hasil pengujian lapangan BH-02

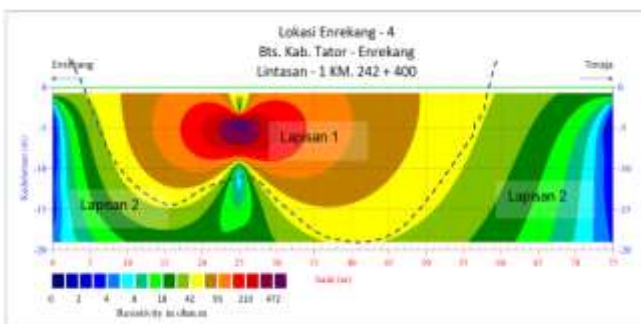
Gambar 4 menunjukkan visual tanah hasil pengeboran dalam tube/tabung pada lokasi atau titik 1 yang diberi simbol BH-01.

Tabel 3 memperlihatkan jenis tanah pada tiap lapisan dan letak muka air tanah. Dapat dilihat bahwa pada kedalaman 0-0.8 meter terdapat urugan sirtu, pada kedalaman 0.8-2.5 meter berupa tanah lempung lunak dengan plastisitas sedang. Kedalaman 2.5-11.6 berupa lanau kelempungan kepadatan sedang dengan plastis tinggi.

Sedangkan di kedalaman 11.6-25 meter terdapat lempung padat dengan plastisitas tinggi.. Untuk nilai N-SPT sebesar 60 didapatkan mulai pada kedalaman 12 meter serta muka air tanah pada kedalaman 3.5 meter

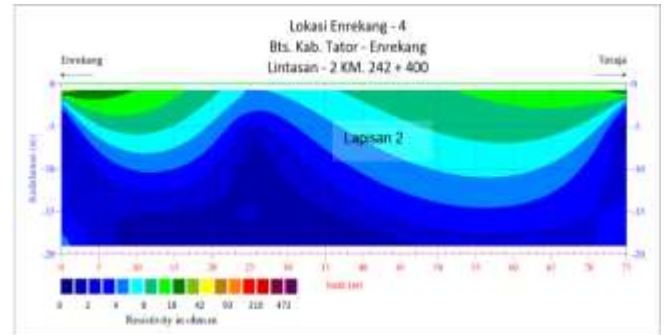
### B. Hasil Geolistrik

Hasil pengujian geolistrik untuk lapisan 1 yaitu lapisan permukaan menunjukkan nilai resistivity 42-472 ohm.m tergolong tinggi berupa material urugan yang merupakan tanah berpasir dengan kandungan kerikil dan batu.



Gambar 5. Hasil pengujian geolistrik lap.1

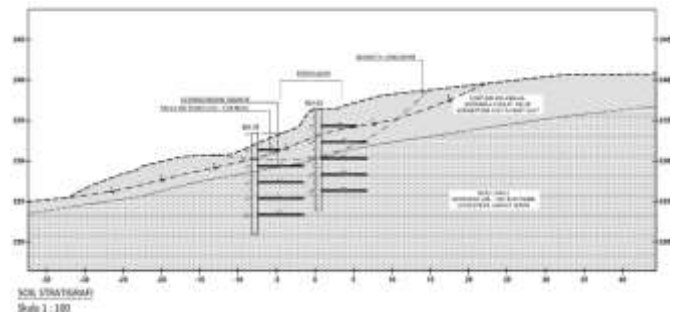
Sedangkan pada lapisan 2 memperlihatkan nilai resistivity sebesar 0-42 tergolong rendah berupa tanah lunak dengan kandungan air yang tinggi.



Gambar 6. Hasil pengujian geolistrik lap.2

### 3. Stratigrafi tanah

Kondisi stratigrafi tanah pada gambar 7 dapat digambarkan berdasarkan hasil pengujian lapangan dan laboratorium. Lapisan 1 berupa tanah lempung kelanauan yang berwarna coklat gelap dengan konsistensi yang sangat kuat sedangkan pada lapisan 2 berupa batu lanau berwarna abu-abu ketitaman dengan konsistensi sangat keras. Perkiraan bidang longsor juga di perlihatkan



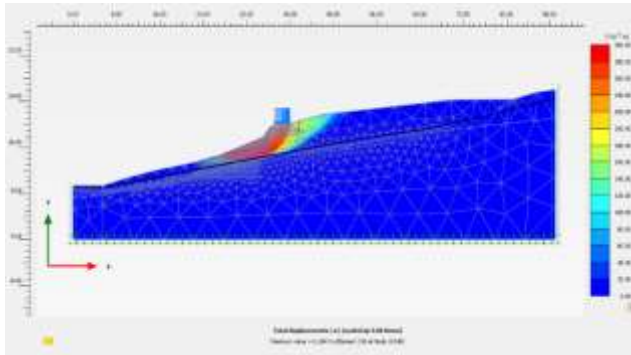
Gambar 7. Stratigrafi tanah

### 4. Safety Faktor (SF) atau angka keamanan

#### A. Sebelum penanganan

Back analysis dilakukan untuk menentukan faktor keamanan atau *safety factor* (SF) kondisi kritis pada saat terjadi longsor disamping itu juga untuk menganalisis stabilitas lereng serta membantu memvisualkan jalur atau bidang longsor yang mungkin terjadi sehingga di peroleh tindakan penanganan yang tepat.

Perhitungan angka keamanan dilakukan dengan menggunakan alat bantu program Plaxis dimana dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini



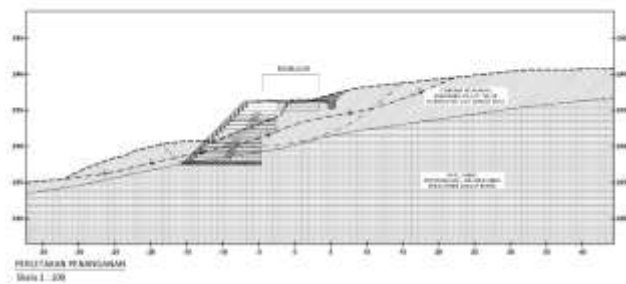
Gambar 8. Hasil back analysis dengan Plaxis

Dari hasil back analysis tersebut didapatkan bahwa nilai SF sebesar 0.99, menurut ketentuan lereng dengan  $SF < 1.0$  tergolong kritis dengan tingkat bahaya yang tinggi.

#### B. Setelah penanganan

Setelah mengetahui kondisi existing dan bidang longsor serta safety faktor saat terjadinya longsor maka selanjutnya dilakukan upaya penanganan longsor kemudian memeriksa kembali nilai SF nya apakah sudah stabil atau aman. Jika sudah aman maka opsi penanganan tersebut dapat direalisasikan.

Pada kejadian longsor pada lereng bahu jalan poros Tanah Toraja – Enrekang dilakukan penanganan dengan memberi perkuatan tanah timbunan dengan Geotekstil dan juga pengendalian aliran permukaan.

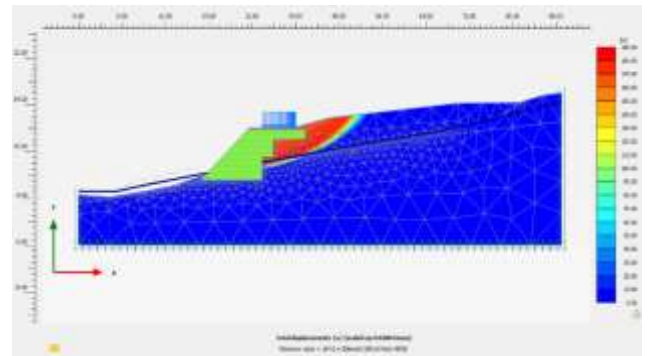


Gambar 9. Perletakan penanganan

Perletakan penanganan dengan geotekstil dapat dilihat pada gambar 9 di atas. Perkuatan dilakukan dengan melakukan covering terhadap timbunan pilihan dengan geotekstil pada tiap lapisan bantalan setebal 50 cm.

Dari hasil analisis didapatkan bahwa setelah penanganan dengan menggunakan geotekstil dan subdrain yang disimulasikan dengan program Plaxis terjadi peningkatan nilai SF atau angka keamanan yaitu dari 0.99 sebelum penanganan menjadi 1.57 setelah penanganan.

Hasil ini menunjukkan bahwa setelah dilakukan penanganan dengan perkuatan geotekstil stabilitas lereng menjadi stabil dan tingkat bahaya menjadi rendah yang memenuhi ketentuan nilai  $FK > 1.5$ .



Gambar 10. Hasil analisis Plaxis setelah penangan

### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa :

1. Jenis tanah yang di tunjukkan oleh pemeriksaan tanah dan stratigrafi pada lapisan tanah yang mengalami kelongsoran didominasi oleh lempung lunak dengan plastisitas tinggi serta muka air tanah yang cenderung dekat dengan permukaan tanah yaitu pada kedalaman 2.65 m untuk titik 1 dan 3.5 m pada titik 2
2. Nilai atau angka *Safety faktor* (SF) pada area longsor sebelum dilakukan penanganan yaitu sebesar 0.99 dimana  $FK < 1.0$  menunjukkan kemiringan lereng tidak stabil dan tingkat bahaya tinggi
3. Nilai atau angka *Safety faktor* (SF) setelah dilakukan penanganan yaitu sebesar 1.57 dimana  $FK > 1.5$  menunjukkan kemiringan lereng stabil dan tingkat bahaya rendah.

### REFERENSI

- [1] Aisah, E., & Ardiansyah, D. (2023). *Pengaruh Geometri Lereng Terhadap Stabilitas Lereng Menggunakan Aplikasi SLOPE / W 2012*. 12(01), 1–7.
- [2] Angraini, M., & Haris, V. T. (2025). *Pengenalan Aplikasi Plaxis 2D Versi 2023 bagi Komunitas Literasi Muda Teknik Sipil Pekanbaru*. 3(2), 61–71. <https://doi.org/10.26623/kolaboratif.v3i2.12341>
- [3] Azhari, A., Khoiri, M., & Siagian, F. (2024). *Analysis of Existing Slope Reinforcement Design on Clay Shale Soil and Its Alternative Modifications : A Case Study of the Awunio – Lapuko Road Section Sta 4 + 955 – 5 + 015 in the Southeast Sulawesi Province*. 6(January), 31–48.
- [4] Gazali, A. (2020). Analisis Stabilitas Lereng Dan Penanggulangan. *Jurnal Kacapuri, Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3, 1–13.
- [5] Kottama, G. W., Candra, A. I., Rivianto, A., Rohman, M. R. F., & Budiawan, M. R. A. J. (2023). Optimasi Geometri Lereng dengan Evaluasi Nilai Faktor Keamanan. *Jurmateks: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Sipil*, 6. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v6i2.4864>

- [6] Purnamayoga, W., Satrya, T. R., & Maulana, M. A. (2024). *Excavation Slopes Stability Analysis with Cracked Soil in the Construction of the Serang – Panimbang Toll Road ( STA 54 + 625 ) Under Maximum Rainfall Condition*. 6(2), 17–29.
- [7] Radityo, D., Farishi, B. Al, Hendrawan, R. N., & Sadisun, A. (2024). *Engineering , Environment , and Technology Slope Stability Analysis Throughout Road Around Bukit Barisan Selatan National Park ( BBSNP ) using Fellenius Method*. 9(3), 273–280. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2024.9.3.14902>
- [8] Sam, D. N., Massinai, M. A., & Pramadi, A. M. (2025). *Slope stability analysis by integrating seismic refraction method and geotechnical soil testing: Case study of landslide in Bulobulo Village , Barru Regency , Indonesia*. 12(3), 7779–7787. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2025.123.7779>