

## Studi Metode Perkuatan Lereng Menggunakan *Soil Nailing* Dan *Shotcrete* (Studi Kasus: Lereng Off Ramp Karawang Barat Pada Ruas Jalan Tol Jakarta - Cikampek )

Fento Hara<sup>1</sup>, Abdul Rochim<sup>2</sup>, Sumirin<sup>3</sup>.

<sup>1,2,3</sup>Program studi magister teknik sipil fakultas teknik Universitas islam sultan agung  
Email: fentohara1@gmail.com

**Abstract:** Landslides that occur on slopes can be caused by several influences, both human and natural influences. There are also several ways to handle slopes, adjusting the type of soil at the handling location and its function and purpose. The reinforcement method using *Soil Nailing* and *shotcrete* is one alternative choice for strengthening slopes. The purpose of this study is to determine the value of the safety factor of the existing slope before reinforcement with *Soil Nailing* and *shotcrete* and the value of the safety factor of the slope after reinforcement with *Soil Nailing* and *shotcrete* on the slope of the West Karawang Off Ramp, Jakarta - Cikampek Toll Road. Slope stability analysis using the *Plaxis.2D* program (*finite element method*). At this stage, the existing conditions are analyzed for slope stability with a pavement load of 10 kPa and earthquake loads. The results of the analysis of the existing slope before reinforcement with *Soil Nailing* and *Shotcrete*, the condition of the existing embankment is still with a safety factor value in the short-term condition of no water level (dry) namely ( $SF = 1.328$ ) > 1.30 safe (Stable) in the safety factor condition  $C = 0$  seismic / earthquake collapse occurs ( $SF = 0.88$ ) < 1.0 has the potential for landslides (unsafe) and the safety factor in the long-term condition of water-saturated conditions is ( $SF = 1.221$ ) < 1.50 has the potential for landslides (unsafe) So the slope needs to be repaired and strengthened. Analysis Results after reinforcement using *Soil Nailing* and *Shotcrete*, the results of the slope stability analysis showed a short-term safety factor for short-term conditions without water level (dry) namely ( $SF = 1.823$ ) > 1.30 Safe (stable), in the safety factor for section  $C = 0$  seismic / earthquake conditions namely ( $SF = 1.130$ ) > 1.0 safe (stable) and the safety factor for long-term conditions (Saturated water) namely ( $SF = 1.759$ ) > 1.50 Safe (stable).

**Keywords:** Slope Stability, Slope Reinforcement, *Soil Nailing*, *Shotcrete*.

**Abstrak:** Kelongsoran yang terjadi pada lereng bisa diakibatkan dari beberapa pengaruh baik pengaruh dari manusia dan juga pengaruh secara alami, Penanganan terhadap lereng juga ada beberapa cara menyesuaikan jenis tanah pada lokasi penanganan serta fungsi dan tujuannya. Metode perkuatan menggunakan *Soil Nailing* dan *shotcrete* merupakan salah satu alternatif pilihan perkuatan terhadap lereng. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui berapa nilai keamanan (*Safety Factor*) lereng eksisting sebelum dilakukan perkuatan dengan *Soil Nailing* dan *shotcrete* dan berapa nilai keamanan (*Safety Factor*) lereng setelah diberikan perkuatan dengan *Soil Nailing* dan *shotcrete* pada lereng Off Ramp Karawang Barat, Tol Jakarta – Cikampek. Analisis stabilitas lereng menggunakan program *Plaxis.2D* (*finite element method*). Pada tahap ini kondisi eksisting dicoba dianalisis terhadap kestabilan lerengnya dengan dengan beban perkerasan 10 kPa, dan beban gempa. Hasil analisa lereng eksisting sebelum dilakukan perkuatan dengan *Soil Nailing* dan *Shotcrete*, kondisi timbunan eksisting masih dengan nilai faktor keamanan pada kondisi jangka pendek kondisi tanpa muka air (kering) yaitu ( $SF = 1.328$ ) > 1.30 aman (Stabil) pada factor keamanan kondisi  $C=0$  seismic/gempa terjadi collapse ( $SF = 0.88$ ) < 1.0 berpotensi longsor (tidak aman) dan faktor keamanan pada kondisi jangka panjang kondisi Jenuh air yaitu ( $SF = 1.221$ ) < 1.50 berpotensi longsor (tidak aman) Sehingga lereng perlu dilakukan perbaikan dan perkuatan. Hasil Analisa setelah dilakukan perkuatan menggunakan *Soil Nailing* dan *Shotcrete*, didapatkan hasil analisis stabilitas lereng menunjukkan faktor keamanan *shortterm* kondisi jangka pendek kondisi Tanpa Muka Air (kering) yaitu ( $SF = 1.823$ ) > 1.30 Aman (stabil), pada faktor keamanan kondisi *section*  $C=0$  seismic/gempa yaitu ( $SF = 1.130$ ) > 1.0 aman (stabil) dan faktor keamanan kondisi *longterm* jangka panjang kondisi (Jenuh air) yaitu ( $SF = 1.759$ ) > 1.50 Aman (stabil).

**Kata Kunci:** Stabilitas Lereng, Perkuatan lereng, *Soil Nailing*, *Shotcrete*

### Pendahuluan

Jalan tol di Indonesia memiliki peran yang sangat penting dalam memperlancar arus perekonomian masyarakat sekaligus berfungsi sebagai jalur penghubung antarwilayah yang tersebar di lima pulau, yaitu Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Bali.

Sejak pertama kali dibangun pada tahun 1978 hingga pertengahan Januari 2024, total panjang jalan tol di Indonesia telah mencapai 2.816 km. Rinciannya mencakup 1.782,47 km di



Pulau Jawa, 865,43 km di Pulau Sumatera, 97,27 km di Pulau Kalimantan, 61,64 km di Pulau Sulawesi, dan 10,07 km di Pulau Bali.

Seluruh jalan tol yang telah beroperasi dikelola oleh 59 Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) yang tersebar di 73 ruas jalan tol. Selain itu, terdapat 132 Tempat Istirahat dan Pelayanan (TIP) yang menunjang kenyamanan pengguna jalan. (Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat / Badan Pengatur Jalan Tol / BPJT <https://bpjt.pu.go.id/> /2024).

Dalam rangka menjaga Standart Pelayanan Minimal (SPM), sebagai pengelola senantiasa memperhatikan terutama dalam hal ini adalah kondisi jalan tol baik indikator kekesatan jalan, kerataan, kondisi berlubang, *rutting*, retak dan kerusakan-kerusakan lainnya. Sehubungan dengan upaya peningkatan pelayanan kepada pengguna jalan tersebut, pada tahun ini, tahun 2024, PT.Jasamarga *Tollroad Maintenance* mengupayakan perbaikan jalan tol,

Jalan Tol Jakarta–Cikampek, yang sering disebut Tol Japek, merupakan jalur bebas hambatan yang menghubungkan Provinsi DKI Jakarta dengan Provinsi Jawa Barat. Jalan tol ini juga menghubungkan beberapa daerah, termasuk Jakarta Timur, Kota Bekasi, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Karawang, dan Kabupaten Purwakarta. Sebagai infrastruktur transportasi Tol Jakarta–Cikampek berperan penting dalam mendukung mobilitas masyarakat. Jalan tol ini dilengkapi dengan sejumlah gerbang tol, seperti Cikarang Barat, Cibatu, Cikarang Timur, Karawang Barat, Karawang Timur, Kalihurip, Cikampek Utama, dan Cikampek. Selain itu, sepanjang jalur tol ini juga terdapat berbagai fasilitas penunjang bagi pengguna jalan. Lokasi yang mengalami longsor dan ada juga yang berpotensi longsor. Lokasi lereng jalan tol yang mengalami longsor adalah *Off Ramp* Karawang Barat dengan Penanganan longsor dengan *Soil Nailing* dan *Shotcrete*.

Kelongsoran pada lereng jalan tol *Off Ramp* Karawang Barat terjadi akibat meningkatnya tegangan geser atau menurunnya kekuatan geser massa tanah. Dengan kata lain, tanah pada lereng tidak mampu menahan beban yang bekerja di atasnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya longsor antara lain karakteristik tanah pada lereng, kondisi kemiringan lereng, serta intensitas curah hujan. Longsor atau sliding pada lereng ini disebabkan oleh aliran air yang tidak terarah akibat saluran drainase samping yang tidak berfungsi dengan baik. Saat curah hujan tinggi, air menggerus timbunan lereng, meresap ke dalam struktur tanah, dan terakumulasi di area lereng, yang pada akhirnya memicu pergerakan lateral tanah.

Berikut adalah beberapa contoh kasus kelongsoran lereng yang terjadi di jalan tol di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa. Beberapa di antaranya meliputi:

Ruas Tol Cipularang di Km 118+600 arah Bandung pada tahun 2020. Ruas Tol Cikopo - Palimanan (Cipali) di Km 122 arah Jakarta pada tahun 2021. Ruas Tol Ciawi - Sukabumi ("Bocimi") seksi 2 di Km 64+600 A dari arah Jakarta menuju Sukabumi pada tahun 2024. Selain itu, longsor juga terjadi di Jalan Tol Cipularang Km 91+200 dan Km 92+600 akibat pergerakan pada lapisan batu lempung (*clay shale*). Kondisi ini menuntut penanganan yang tepat dan efektif untuk mencegah dampak yang lebih besar. (Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat – Badan Pengatur Jalan Tol / BPJT, PT Trans Jabar Tol, 2024; Indra Noer Hamdhan & Desti Santi Pratiwi, 2017).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh I Nengah Sinarta (2016), bahwa tekanan air pori negatif, faktor hisapan (*suction*) berperan dalam penyebab keruntuhan lereng. hisapan (*suction*) yang maksimum umumnya terjadi di dekat permukaan tanah pada akhir musim kemarau. Sebaliknya, hisapan minimum terjadi pada akhir musim hujan, sehingga kapasitas *infiltrasi* tanah menurun secara signifikan. Kondisi ini sering kali memicu keruntuhan lereng karena tanah mengalami kejenuhan akibat *infiltrasi* air yang tinggi, menyebabkan stabilitas lereng menurun.

Upaya untuk mencegah terjadi kelongsoran pada bagian Lereng Jalan Tol *Off Ramp* Karawang Barat maka dilakukannya proteksi pada lereng timbunan dengan tujuan meningkatkan stabilitas lereng. Upaya perkuatan yang dilakukan untuk penanggulangan

longsor di lokasi pada lereng jalan tol *Off Ramp* Karawang Barat menggunakan metode perkuatan dengan *Soil Nailing* dan *Shotcrete* pada lereng slope badan jalan tol *Off ramp* Karawang Barat.

Menurut Tarakashima et al. (2023), longsor termasuk dalam kategori gerakan tanah yang ditandai dengan perpindahan massa tanah atau batuan secara *vertikal* maupun *horizontal*. Peristiwa ini biasanya terjadi di daerah dengan lereng curam, kelembaban tinggi, lahan terbuka, atau tanah yang tidak stabil. Beberapa faktor pemicu longsor meliputi rembesan air, aktivitas geologi, serta kondisi lingkungan yang mempengaruhi stabilitas lereng. Oleh karena itu, diperlukan teknologi konstruksi yang mampu memperbaiki dan memperkuat lereng agar tetap stabil. Salah satu metode yang digunakan dalam perencanaan rekayasa sipil adalah *soil nailing*. Teknik ini berfungsi sebagai penguat lereng dengan memasang elemen "pancang" ke dalam tanah yang kurang stabil guna menyatukan massa tanah serta meningkatkan stabilitas lereng. *Soil nailing* dapat diterapkan pada lereng alami maupun buatan, sehingga dapat dijadikan sebagai solusi untuk mengurangi risiko longsor.

Wesley (2010) menjelaskan bahwa ada dua pendekatan utama dalam menangani keruntuhan lereng, yaitu dengan mengurangi gaya pendorong atau meningkatkan gaya perlawanan. Cara untuk mengurangi gaya pendorong salah satunya adalah dengan mengubah geometri lereng. Sementara itu, peningkatan gaya perlawanan dapat dilakukan dengan menambahkan tanah timbunan di kaki lereng, menambah material pada tubuh lereng, menggunakan metode injeksi, atau membangun dinding penahan tanah secara mekanis. Berdasarkan pertimbangan tersebut, metode *soil nailing* dipilih sebagai solusi untuk mengatasi longsor di lokasi penelitian. Teknik ini merupakan sistem perkuatan rigid yang mengombinasikan batang baja sebagai perkuatan pasif dengan beton semprot yang diperkuat menggunakan besi wiremesh atau *reinforced shotcrete* (Setiawan, Sentosa, dan Iskandar, 2018).

Faktor internal penyebab ketidakstabilan lereng antara lain komposisi lapisan tanah dan kondisi geometri lereng. Sedangkan faktor eksternal meliputi distribusi beban dari luar seperti aktivitas lalu lintas dan gempa bumi, serta peningkatan tinggi muka air akibat curah hujan (Pangemanan, Turangan, dan Sompie, 2014).

Penelitian ini yang akan membahas tentang stabilitas lereng berdasarkan penjelasan diatas berapa nilai *Safety Factor (SF)* saat terjadinya *sliding* (longsor) dan setelah dilakukannya perbaikan lereng. Analisa ini menggunakan Analisa stabilitas lereng menggunakan Program Plaxis 2D supaya bisa memudahkan penelitian untuk menentukan suatu pola kerlongoran pada lereng. Kajian analisa ini nantinya akan membandingkan hasil stabilitas eksisting lereng saat terjadinya longsor dan setelah diberi perkuatan menggunakan *Soil Nailing* dan *Shotcrete*.

### **Metode Penelitian**

Dalam penelitian analisis geoteknik ini tentang Studi Metode Perkuatan Terhadap Lereng menggunakan *Soil Nailing dan Shotcrete* (Studi Kasus : Lereng *Off Ramp* Karawang Barat Pada Ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek ) tujuannya untuk membandingkan nilai Faktor keamanan (*Safety Factor*) dari hasil analisa lereng pada eksisting saat terjadinya longsor dengan hasil nilai faktor keamanan (*Safety Factor*) pada lereng setelah dilakukan perkuatan dengan *Soil Nailing* dan *shotcrete* berdasarkan jenis tanahnya. Menggunakan bantuan aplikasi Plaxis 2D, untuk menganalisa pada lereng eksisting dan pada lereng yang telah dilakukan perkuatan Selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap hasil perhitungan untuk merumuskan kesimpulan serta memberikan rekomendasi mengenai pemilihan metode perkuatan lereng yang paling efektif.

## Analisis dan Pembahasan

### 1.1 Survei topografi dan geoteknik

Survei topografi dilakukan untuk mendapatkan batas row, bangunan permanen (drainase, guardrail), kemiringan lereng dan lain – lain. Survei topografi perlu dilakukan karena hasil survei topografi terkait dengan perhitungan volume pekerjaan penanganannya.

Survei geoteknik atau penyelidikan tanah yang dilaksanakan untuk memperoleh data dan pemahaman awal terkait jenis dan stratigrafinya di lokasi – lokasi titik penyelidikan tanah, mengetahui karakteristik lapisan tanah bawah permukaan dan mendapatkan parameter tanah desain yang akan digunakan dalam melakukan analisis geoteknik, dan untuk mengetahui kedalaman muka air tanah. Adapun rangkuman titik – titik penyelidikan tanah pada beberapa lokasi longsor ditunjukkan dalam Tabel, 1.1.

**Tabel, 1.1 Rangkuman Titik Penyelidikan Tanah di Area Lereng Lokasi Longsoran Off Ramp Karawang Barat Tol Jakarta-Cikampek**

No	Lokasi	CPT ID / BH ID	Koordinat (UTM, Zona 48)		Kedalaman m	Muka Air Tanah m
			Easting	Northing		
1	Off Ramp Karawang Barat	BH-01	-	-	2.0	-
		BH-02	-	-	20.0	-11.5
		BH-03	-	-	20.0	-12.1

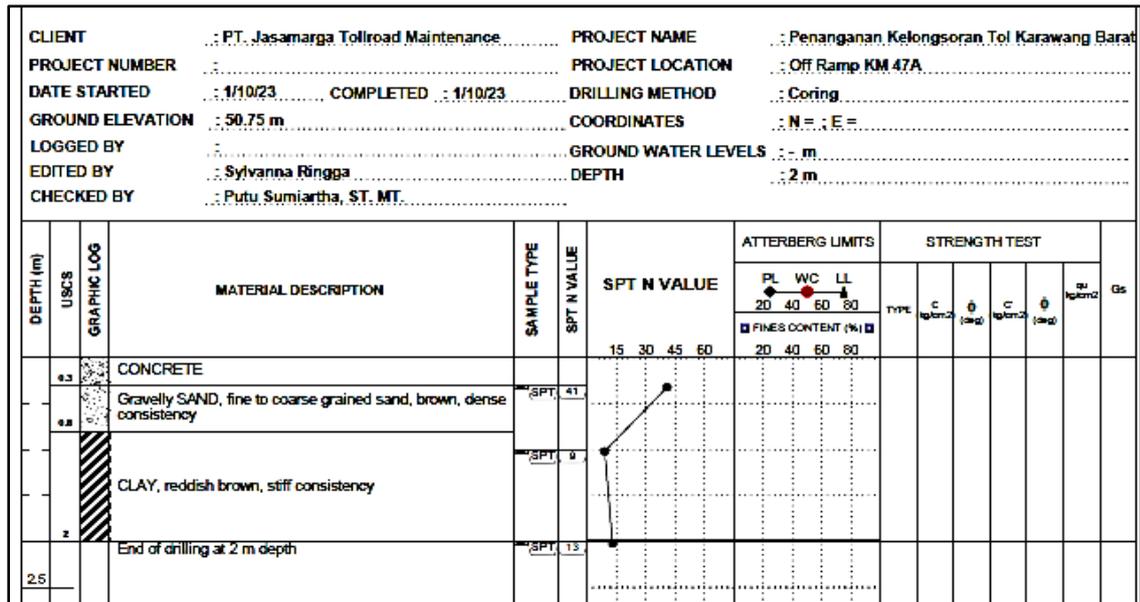
Beberapa lokasi yang memiliki potensi longsor tidak dilakukan penyelidikan tanah karena kondisi lereng masih bisa ditangani dengan penanganan teknis sederhana.

### 1.2 Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Eksisting

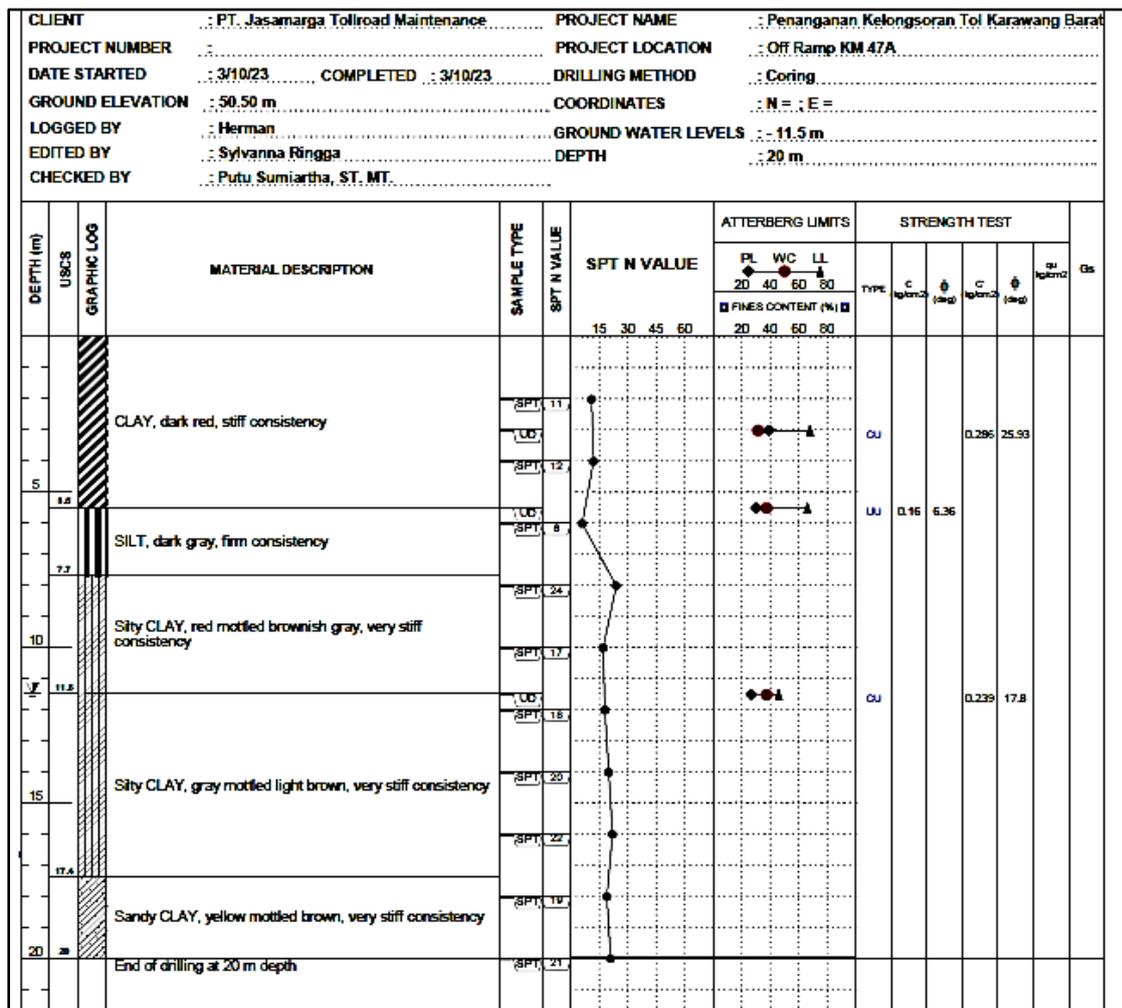
Berdasarkan hasil identifikasi lapangan, maka dilakukan suatu simulasi perhitungan dengan menggunakan PLAXIS 2D. Analisis ini dilakukan pada lokasi yang teridentifikasi adanya pergerakan lereng. Parameter tanah desain yang digunakan untuk tiga lokasi longsor ditampilkan dalam Tabel, 4.7.

**Tabel, 1.2 Parameter Desain Tanah Off Ramp Karawang Barat**

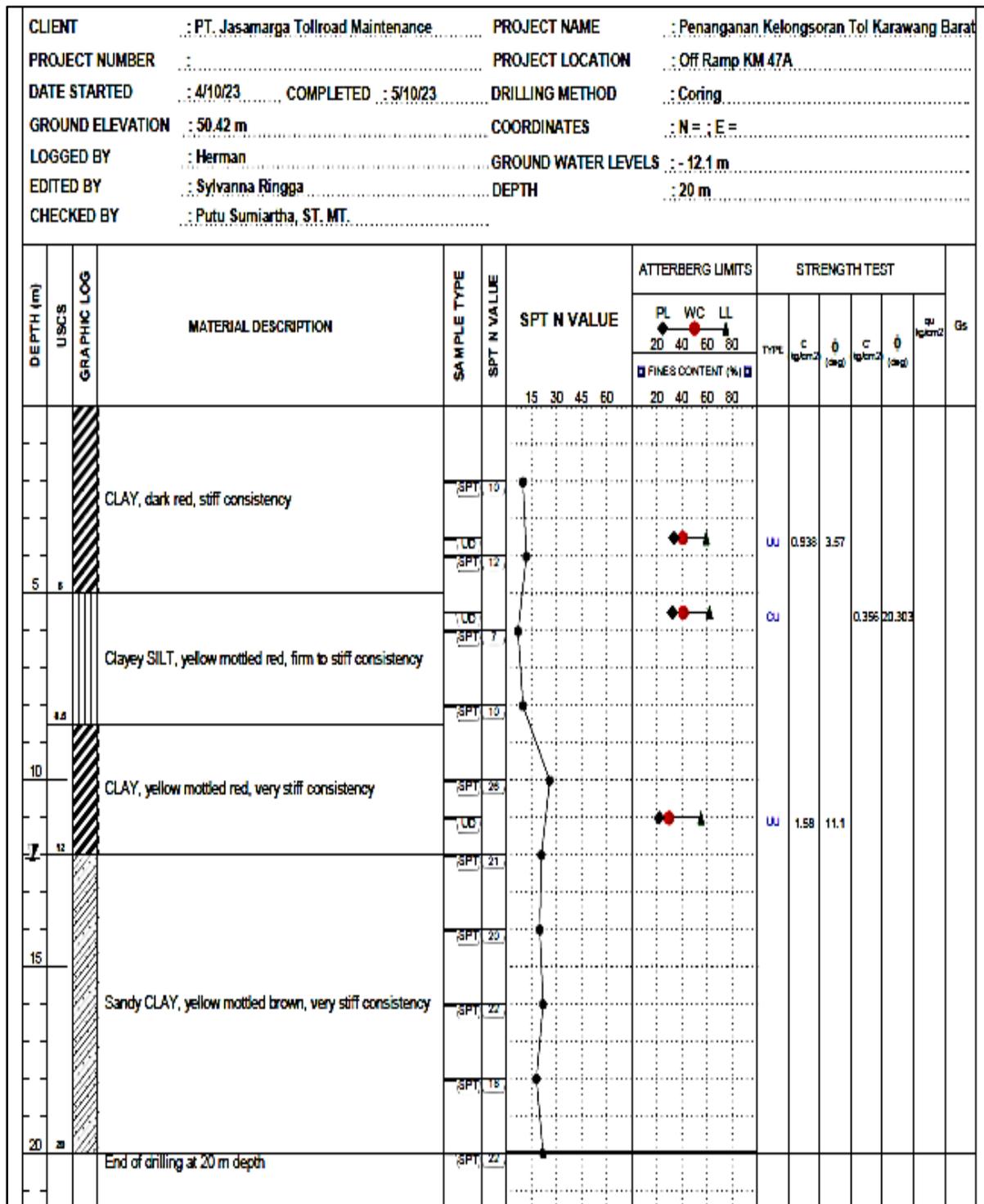
No	Depth			Thick ness m	Soil Descriptio n	N-SPT Desain	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Drained Parameter (Kolerasi)		
	m	-	m					$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	$E'$ (kN/m <sup>2</sup> )
1	0	-	4.0	4.0	Clay	11 — 12	17	6	22	2400
2	4.0	-	10.0	6.0	Silt	6	17	3	20	1400
3	10.0	-	16.0	6.0	Sandy Clay	17 — 24	17	20	28	4000
4	16.0	-	20.0	4.0	Sandy / Silty Clay	19 — 21	17	20	28	4000



**Gambar 1.3 Data Borlog BH -1**  
(Sumber: Dok PT. Jasamarga dan Kontraktor)



**Gambar 1.4 Data Borlog BH- 2**  
(Sumber: Dok PT. Jasamarga dan Kontraktor)

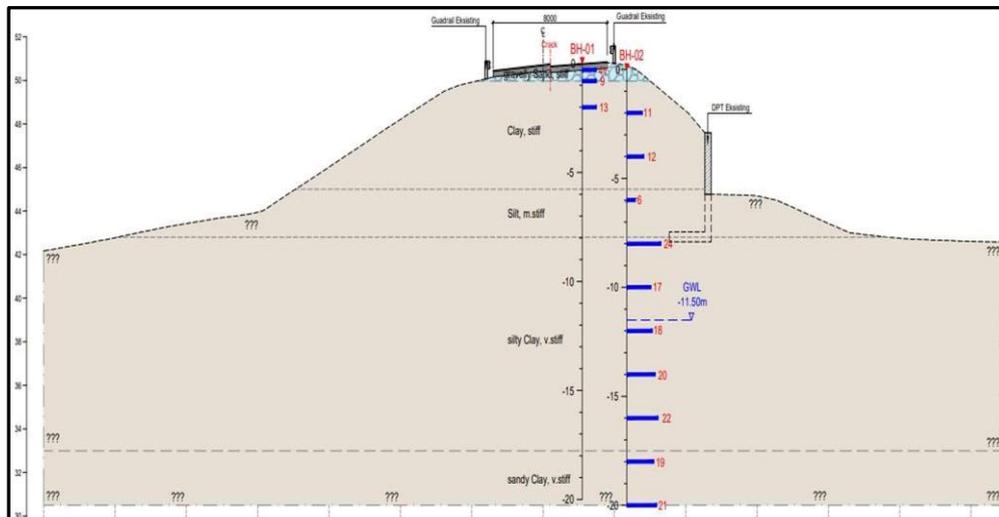


**Gambar 1. 5 Data Borlog BH-3**

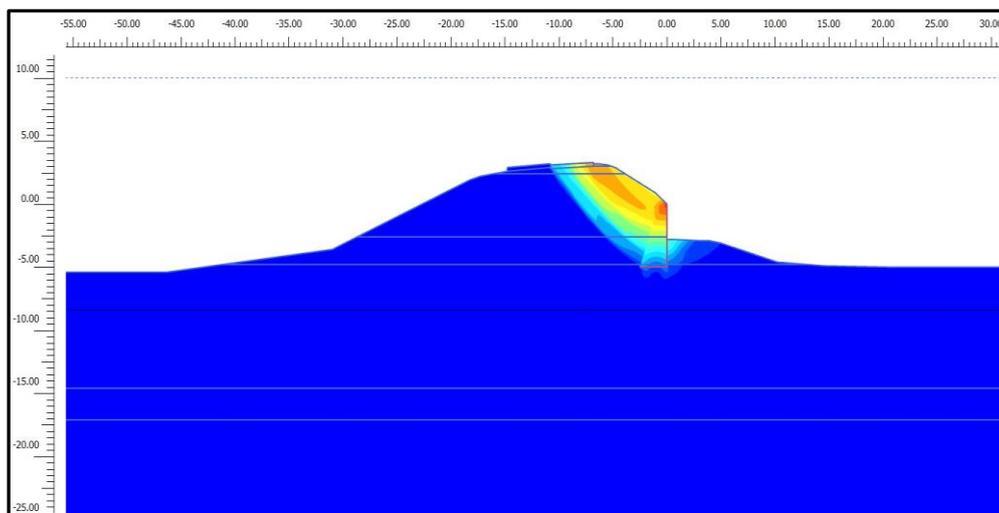
(Sumber: Dok PT. Jasamarga dan Kontraktor)

Analisis stabilitas lereng eksisting di lokasi longsor dilakukan untuk mengakomodasi hasil identifikasi lapangan dimana kondisi lereng di area tersebut relatif masih stabil. Berdasarkan kondisi tersebut maka dilakukan suatu analisis untuk kondisi eksisting. Lalu dilakukan juga analisis untuk kondisi setelah dilakukan penanganan.

Ilustrasi *cross section* untuk pemodelan ditunjukkan pada Gambar 4.4. Hasil dari analisa dari pemodelan kondisi eksisting ditampilkan dalam Gambar, 4.5.



**Gambar 1.6 Ilustrasi Cross Section H Pemodelan Kondisi Eksisting**



**Gambar 1.6 Hasil Analisis Kondisi Eksisting Lereng dengan MAT -11.5m (FoS) sebesar 1.33**

Dalam melakukan analisis stabilitas pada timbunan lereng digunakan bantuan perangkat lunak PLAXIS 2-D (*finite element method*). Pada tahap ini kondisi eksisting dicoba dianalisis terhadap kestabilan lerengnya dengan dengan beban perkerasan 10 kPa, dan beban gempa.

1. Kondisi Kering (Ada Suction) atau Kondisi Tanpa Muka Air

A. Penjelasan:

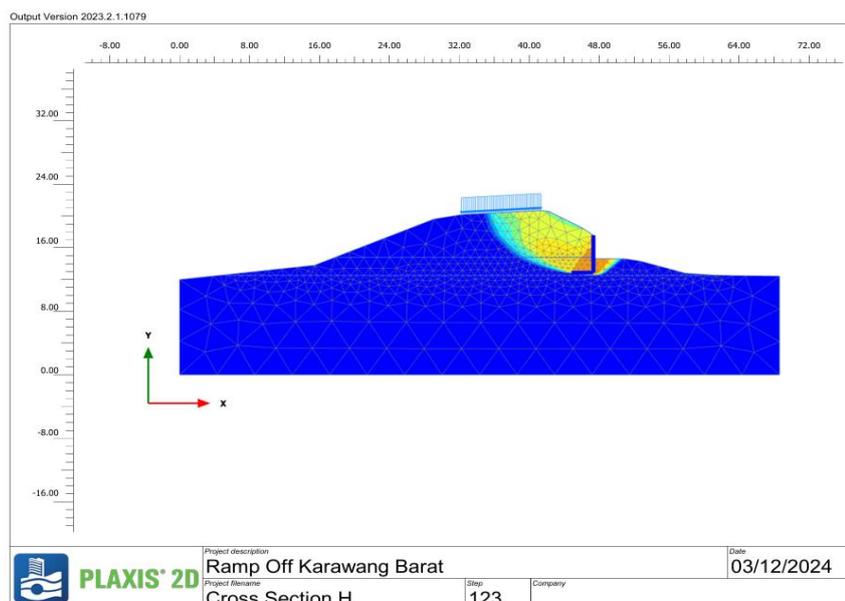
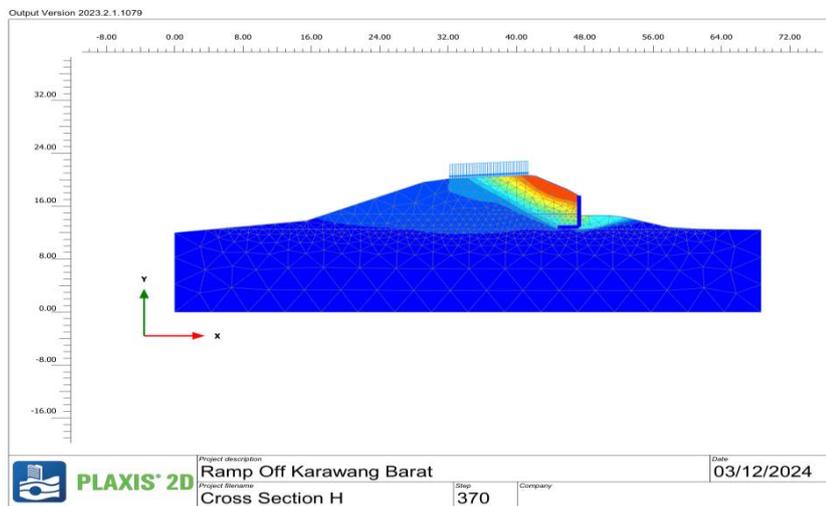
- a. Pada kondisi kering, tanah memiliki tegangan air pori negatif (*matric suction*), yang meningkatkan kekuatan geser tanah.
- b. Suction membantu meningkatkan kekuatan efektif tanah, meskipun kohesi ( $c'$ ) rendah atau nol.
- c. Faktor keamanan cenderung lebih tinggi dibanding kondisi jenuh.

B. Hasil Analisis:

- a. Faktor keamanan dipengaruhi oleh tegangan suction ( $u_w$ ) yang menghasilkan peningkatan kekuatan geser:  $\tau = (\sigma' + \chi u_a - u_w) \tan \phi' + c'$
- b. Dimana  $\chi u_a$  adalah tekanan udara,  $u_w$  tekanan air, dan  $\chi$  koefisien efektif saturasi.
- c. *Safety paktor* (Faktor keamanan) diperkirakan  $SF > 1.328$  (dari data tanpa hujan maksimum)

Hasil dari analisa terhadap stabilitas lereng mendapatkan faktor keamanan pada kondisi tanah eksisting masih pada nilai faktor keamanan pada kondisi tidak dengan muka air tanah kondisi ini adalah kondisi jangka pendek (*short term*) yaitu  $1.328 > 1.30$  Aman (Stabil), pada factor keamanan kondisi gempa berpotensi longsor (tidak stabil), dan faktor keamanan pada kondisi jangka panjang yaitu  $1.221 < 1.50$  berpotensi longsor (tidak stabil), Hasil *slip circle*, dapat dilihat dalam Gambar, 1.7 dan 1.8.

**Gambar 1.7 Slip Circle Stabilitas Lereng Timbunan Eksisting dengan Faktor Keamanan Kondisi Short Term  $1.328 > 1.3$  Aman ( Stabil )**



**Gambar 1.8 Slip Circle Stabilitas Lereng Timbunan Eksisting dengan Kondisi Seismic terjadi Collapse berpotensi longsor ( tidak stabil)**

## 2. Kondisi Basah (Setelah Hujan Maksimum) atau Menggunakan Muka Air

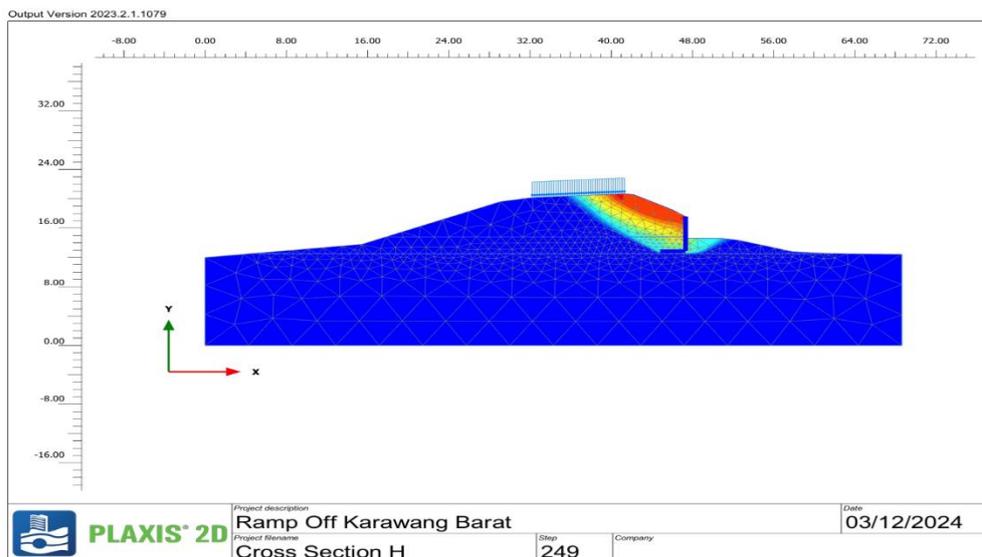
### A. Penjelasan:

- Pada kondisi ini, infiltrasi hujan meningkatkan tekanan air pori ( $uw$ ), sehingga suction hilang atau berkurang.
- Tanah menjadi lebih jenuh, dan kekuatan geser tanah berkurang secara signifikan karena tekanan air pori positif mengurangi tegangan efektif
$$\tau = (\sigma' - uw) \tan \phi' + c''$$
- Akibatnya, stabilitas lereng menurun.

### B. Hasil Analisis:

- Faktor keamanan cenderung lebih rendah karena pengurangan kekuatan geser tanah.
- Dari hasil yang sudah ada, faktor keamanan turun ke 0.88 tidak stabil menunjukkan lereng mendekati kondisi tidak aman.

Hasil dari analisa stabilitas pada lereng menunjukkan faktor keamanan pada kondisi tanah timbunan eksisting masih pada faktor keamanan pada kondisi dengan muka air tanah adalah pada kondisi Jangka Panjang (*long term*) yaitu  $1.221 < 1.5$  tidak stabil dapat ditampilkan pada Gambar, 4.8



**Gambar 1.9 Slip Circle Stabilitas Lereng Timbunan Eksisting dengan Faktor Keamanan Kondisi Long Term  $1.221 < 1.5$  (tidak Aman) berpotensi longsor**

## 3. Kondisi Suction (Pada Tanah Clay Kering dengan $C = 0$ ) atau Kondisi Saat Hujan

### A. Penjelasan:

- Pada kondisi suction, tanah mendapatkan kekuatan tambahan dari tegangan matrik negatif ( $-uw$ ).
- Pengaruh suction sangat signifikan pada tanah clay karena pori-porinya kecil dan mampu mempertahankan tegangan negatif air pori lebih lama.
- Jika suction signifikan, kekuatan geser meningkat meskipun  $c'=0$ , karena formula geser menjadi:
$$T = (\sigma' - uw) \tan \phi'$$
- Namun, jika tanah menjadi jenuh karena hujan atau infiltrasi, suction menghilang, dan lereng berisiko gagal.

## B. Hasil Analisis

- a. Dalam kondisi suction, faktor keamanan lebih besar dibandingkan kondisi basah/jenuh (mungkin mendekati atau lebih besar dari 1.328, tergantung besar suction).
- b. Saat suction menghilang, faktor keamanan dapat turun drastis ke  $< 1.088$  jika jenuh penuh terjadi.

Hasil dari analisa dari stabilitas pada lereng mendapatkan faktor keamanan pada kondisi tanah timbunan eksisting masih pada nilai faktor keamanan pada kondisi  $C = \text{nol}$  (0) atau merupakan kondisi saat hujan pada permukaan didapatkan faktor keamanan yaitu  $1.088 < 1.30$  (tidak Aman) berpotensi longsor, dan analisa stabilitas lereng tanpa adanya hujan maksimum pada permukaan didapatkan faktor keamanan yaitu  $1.328 > 1.30$  Aman, seperti ditampilkan pada gambar, 4.9

## Kesimpulan

Hasil dari analisis dan pembahasan studi kasus lereng *Off Ramp* Karawang Barat Tol Jakarta-Cikampek yang sudah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, maka kesimpulan yang didapatkan dari analisa ini adalah sebagai berikut;

1. Hasil Analisa lereng eksisting *Off Ramp* Karawang Barat Tol Jakarta – Cikampek sebelum dilakukan perkuatan dengan *Soil Nailing* dan *Shotcrete*, kondisi timbunan eksisting masih dengan hasil dari faktor keamanan lereng pada kondisi jangka pendek kondisi tanpa mukaair (kering) yaitu ( $SF = 1.328$ )  $> 1.30$  aman (Stabil) pada factor keamanan kondisi  $C=0$  seismic/gempa terjadi collapse ( $SF = 0.88$ )  $< 1.0$  berpotensi longsor (tidak aman) dan faktor keamanan pada kondisi jangka panjang kondisi Jenuh air yaitu ( $SF = 1.221$ )  $< 1.50$  berpotensi longsor (tidak aman) Sehingga lereng perlu dilakukan perbaikan dan perkuatan.
2. Hasil Analisa lereng *Off Ramp* Karawang Barat Tol Jakarta – Cikampek, setelah dilakukan perkuatan menggunakan *Soil Nailing* dan *Shotcrete*, analisa stabilitas pada lereng menunjukkan faktor nilai keamanan pada kondisi tanah timbunan dengan dilakukannya perkuatan tanah berupa penggunaan *soil nailing* D25 pada lereng timbunan dengan proteksi permukaan menggunakan *shotcrete* setebal 10 cm dengan mutu beton fc30, didapatkan hasil analisis stabilitas lereng menunjukkan faktor keamanan *shortterm* kondisi jangka pendek kondisi Tanpa Muka Air ( kering )) yaitu ( $SF = 1.823$ )  $> 1.30$  Aman (stabil), pada faktor keamanan kondisi section  $C=0$  seismic/gempa yaitu ( $SF = 1.130$ )  $> 1.0$  aman (stabil) dan faktor keamanan kondisi *longterm* jangka panjang kondisi (Jenuh air) yaitu ( $SF = 1.759$ )  $> 1.50$  Aman (stabil).

## Daftar Pustaka

- Atikah, Dewi., Pitojo Tri. Juwono, and Andre Primantyo. Hendrawan. 2017. Pengaruh Hujan Pada Stabilitas Lereng Di Jalan Tol Gempol – Pandaan. *Jurnal Teknik Pengairan*, issued 2017. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.008.01.08>.
- Adrianto, I, I D Pusparini, S Prabandiyani, and B Pardoyo. 2016. “Analisis Stabilitas Lereng Boja–Darupono Sta. 10+ 720 Jawa Tengah Dan Usulan Penanganannya.” *Jurnal Karya Teknik Sipil* 5:230–38. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/12642>.
- Ardiansyah, Rahman Hakim, and Agus Hari Wahyudi. 2014. “Pengaruh Fluktuasi Muka Air Waduk Terhadap Debit Rembesan Menggunakan Model Seep/ W (Studi Kasus Di Bendungan Benel, Kabupaten Jembrana, Bali).” *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, no. September: 471–76.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN) 2017 SNI 8460: 2017 Pesyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: BSN

- Bunsri, Thidarat, Muttucumaru Sivakumar, and Dharmappa Hagare. 2011. "20 Simulation of Water and Contaminant Transport Through Vadose Zone - Redistribution System." ResearchGate.2011. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3657.8242>.
- Braja M. Das 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid1*. Edited by Yani Sianipar. 1st ed. Surabaya: ERLANGGA.
- Braja M.Das 1994. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Edited by Purnomo Wahyu Indarto and Dedi Hidayat. 2nd ed. Surabaya: ERLANGGA.
- Fuad, Muhammad Stiftahul; Febrisnyah, Muhammad Iqbal. 2023 "Analisis Stabilitas Lereng Dan Penanggulangannya Pada Perumah An Bikit Manyaran Permai Kota Semarang Menggunakan Metode Fellenius Simfplified Bishop Serta Program Plaxis.V20". 2023. Ms Fuad, Mi Febrisnyah - 2023 - *Repository.Unissula.Ac.Id*
- Fauzi, Imron Maulana, and Indra Noer Hamdhan. 2019. "Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Woven Akibat Pengaruh Termal Menggunakan Metode Elemen Hingga. (Hal. 61-72)." *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil 5 (2)*: 61. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v5i2.61>.
- Fika Famungkas, Widodo Suyadi, Yulvi Zaika. 2014. "Analisis Stabilitas Lereng Memakai Perkuatan Geotekstil Dengan Bantuan Perangkat Lunak (Studi Kasus Pada Sungai Parit Raya)." *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya 53 (9)*: 1689–99.
- Google Maps (2024). Gerbang Tol *Off Ramp* Karawang Barat, di akses April 2024, dari "https://www.google.com/maps)
- Ganda, Iro, and Roesyanto. 2012. "GEOGRID ( Studi Kasus Jalan Medan – Berastagi , Desa Sugo." *Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara*.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2019. *MEKANIKA TANAH 2*. Edited by Tim UGM Press. 6th ed. Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Chirstady. 2020. *PERBAIKAN TANAH*. Edited by Galih. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Anggota IKAPI dan APPTI.
- Hamdhan, Indra Noer, and Desti Santi Pratiwi. "Analisis Stabilitas Lereng dalam Penanganan Longsoran di Jalan Tol Cipularang Km. 91+ 200 dan Km. 92+ 600 Menggunakan Metode Elemen Hingga (FEM)." *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan 1.2 (2017)*.
- Iftikhar, Azmi Aufa. Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Soil Nailing menggunakan Program Plaxis 2D V20 (Studi Kasus: Tebing Cibeureum, Kabupaten Cianjur). Diss. Universitas Islam Indonesia, 2024.
- Imbar, Enricho R. B, Agnes T. Mandagi, and Steev G. Rondonuwu. 2019. "Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Slope/W Dan Geostructural." *Tekno 17 (72)*: 59–64.
- Ibrahim, M. F., Putra, P. P., & Nurtjahjaningtyas, I. (2021). "Analisis Stabilitas Soil Nailing Sebagai Alternatif Penanganan Longsor di Jalur Nasional Picket Nol Lumajang Jawa Timur" *Jurnal Jalan-Jembatan binamarga.pu.go.id*. 38(1), 34-46. 2021
- Kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat/ Badan Pengatur Jalan Tol / BPJT, Management PT Trans Jabar Tol, <https://bpjt.pu.go.id/berita> 2024
- Lubis, Erwin Ananda, and Yulian Firmana Arifin. 2020. "Kombinasi Geotekstil Dan Beronjong Untuk Penanganan Kelongsoran Lereng." *Buletin Profesi Insinyur 3 (1)*: 39–44. <https://doi.org/10.20527/bpi.v3i1.69>.
- Luriyanto, A. 2014. "Analisis Stabilitas Lereng Dan Alternatif Penanganannya : Studi Kasus Longsoran Pada Ruas Jalan Pringsurat Km. Mgl. 22+631 – 22+655 Kabupaten Temanggung." *Jurnal Karya Teknik Sipil 3 (4)*: 861–89.
- Mansyurdin, Novitryawati Adis Pratiwi, and Fatin Adriati. "Pengaruh Kombinasi Panjang, Diameter dan Jumlah Nail Terhadap Stabilitas Lereng Zona Penyangga Situs Gunung Padang." *Spirit of Civil Engineering (SPRING) JOURNAL 2.01 (2024)*: 16-23.

- Nugraha, Fikri Yudhistira, and Indra Noer Hamdhan. 2016. "Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Perkuatan Tanaman Switchgrass." *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* 2 (2): 71–82.
- Pratikso. 2017. *MEKANIKA TANAH I*. Semarang: UNISSULA PRESS.
- Pradhana, Radhitya. 2010. "Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil (Studi Kasus: Bantaran Sungai Code, Kecamatan Jetis, Daerah Istimewa Yogyakarta)." *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 2012* (1): 41–49.
- Pratama, Rahmawan Bagus, Imam Muslih Muhibbi, Indrastono Dwi A, and Siti Hardiyati. 2014. "Analisis Stabilitas Lereng Dan Alternatif Penanganannya (Studi Kasus Longsor Jalan Alternatif Tawangmangu STA. 3+150 s/d STA. 3+200, Karanganyar)." *Jurnal Karya Teknik Sipil* 3 (3): 573–85. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts%0AANALISIS>.
- Rusydy, Ibnu. 2016. "Mengenali Gerakan Tanah Longsor." *Kabar Handayani*. 2016 . [kabarhandayani.com/mengenali-gerakan-tanah-longsor](http://kabarhandayani.com/mengenali-gerakan-tanah-longsor)
- Sinarta, I Nengah. 2016. "Tegangan Pori Negatif Sebagai Parameter Stabilitas Lereng Tanah Tak Jenuh (Soil Mechanics on Unsaturated Soil)." *Paduraksa* 5: 31–42.
- Suhendra, Muhammad; Muhksin. 2017. "Pengaruh Gaya Cabut Akar Pada Jenis Vegetasi Terhadap Stabilitas Lereng." In , 978–79.
- Tarakashima, Champernic, Athaya Zhafirah, and Dicky Muhamad Fadli. 2023. "Perkuatan Soil Nailing pada Lereng Singajaya Garut." *Jurnal Konstruksi* 21.2 (2023): 217-223.
- Wandira, S.A., and A. Rahayu. 2021. "Peningkatan Stabilitas Lereng Pada Ruas Jalan Tawaeli – Toboli Dengan Vegetasi/Bioengineering." *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development* 1033: 23–32. <https://doi.org/10.22487/renstra.v2i1.235>.
- WIDIANSYAH, MOHAMAD ILHAM, and DIAN ASTRIANI ARWAN ILYAS. "Pengaruh Kemiringan Lereng Terhadap Kebutuhan Soil Nailing dan Stabilitas Lereng (Studi Kasus: Lingkar Timur Kuningan STA 1+ 100)." *Prosiding FTSP Series* (2024): 119-124.
- Yatjong, Isramyano, and Fachryano. 2018. "Analisis Stabilitas Dan Pemilihan Perkuatan Lereng Pada Ruas Jalan Pemuda Km. 3 Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara." *Jurnal Teknologi Technoscientia* 10 (2): 117– 26. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/technoscientia/article/view/91/38>