

Analisis Peran Sloof Dalam Mencegah Longsor Tanah Pada Galian Dan Timbunan Proyek Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi Paket 3A

Gian Donis Ardiman Prasetyo *1
Hendrata Wibisana ²

UPN "Veteran" Jawa Timur

*e-mail: 21035010080@student.upnjatim.ac.id¹, hendrata.ts@upnjatim.ac.id²

Abstrak

Sloof tanah berfungsi sebagai elemen penguat pada proyek konstruksi yang melibatkan galian dan timbunan, dengan tujuan utama menjaga kestabilan lereng dan mencegah longsor. Pada proyek pembangunan Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi Paket 3A, penggunaan sloof tanah memiliki peranan penting, mengingat kondisi topografi yang bergelombang dan kandungan air tanah yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas perencanaan serta implementasi sloof tanah, yang meliputi pengujian material, teknik pelaksanaan, serta efisiensi dalam pengerjaan. Berdasarkan hasil uji lapangan, tanah di lokasi memiliki berat jenis rata-rata 19 kN/m^3 , yang diperoleh melalui uji laboratorium pada sampel tanah galian dengan kadar air yang cukup tinggi. Koefisien tekanan tanah aktif (K_a) dihitung sebesar 0,28 berdasarkan teori Rankine. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sloof berhasil menjaga stabilitas lereng, dengan deformasi maksimum tercatat sebesar 3 cm dan faktor keamanan (FoS) mencapai 1,4, yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Temuan ini turut berkontribusi terhadap pengembangan teknik konstruksi berkelanjutan yang sesuai dengan kondisi tanah berair tinggi. Selanjutnya, disarankan untuk mengoptimalkan sistem drainase dan stabilisasi tanah pada proyek-proyek serupa yang akan datang.

Kata kunci: Drainase, gali timbun, kestabilan lereng, kadar air tinggi, konstruksi berkelanjutan, sloof tanah

Abstract

The soil slab functions as a reinforcing element in construction projects involving excavation and embankment, with the primary aim of maintaining slope stability and preventing landslides. In the construction project of the Bogor-Ciawi-Sukabumi Toll Road Package 3A, the use of soil slabs plays a crucial role, considering the hilly topography and high groundwater content. This study aims to assess the effectiveness of the design and implementation of the soil slab, including material testing, execution techniques, and efficiency in the work process. Based on the field test results, the soil at the site has an average density of 19 kN/m^3 , obtained through laboratory tests on excavation soil samples with relatively high moisture content. The active earth pressure coefficient (K_a) is calculated to be 0.28 based on Rankine's theory. The study results indicate that the application of the soil slab successfully maintained slope stability, with the maximum deformation recorded at 3 cm and a factor of safety (FoS) of 1.4, which complies with the established standards. These findings contribute to the development of sustainable construction techniques suitable for high-moisture soil conditions. It is further recommended to optimize the drainage system and soil stabilization in similar future projects.

Keywords: Drainage, embankment, high water content, slope stability, sustainable construction, sloof.

PENDAHULUAN

Proyek Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi Paket 3A merupakan salah satu bagian penting dari upaya memperbaiki konektivitas di wilayah Jawa Barat. Jalan tol ini dirancang untuk mengurangi waktu tempuh antara Bogor dan Sukabumi serta mendukung pertumbuhan ekonomi di kawasan tersebut. Salah satu tantangan utama dalam proyek ini adalah keberadaan area dengan topografi yang tidak rata dan tanah dengan kadar air tinggi, yang memerlukan penggalian dan timbunan tanah secara intensif.

Stabilitas lereng pada area galian dan timbunan menjadi perhatian utama dalam proyek ini. Kadar air tanah yang tinggi meningkatkan tekanan pori sehingga berpotensi melemahkan kekuatan tanah. Proses penggalian dapat menyebabkan tekanan lateral tanah yang tidak seimbang, sementara tanah timbunan berisiko mengalami penurunan (settlement) jika tidak dipadatkan dengan benar. Oleh karena itu, diperlukan sistem penguatan seperti sloof tanah untuk

mencegah longsor dan menjaga kestabilan struktur. Dimensi sloof di lapangan berkisar antara 1 hingga 1,5 meter lebar, dengan tinggi mencapai 2 meter sesuai kebutuhan konstruksi.

Penelitian ini juga relevan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG's) poin ke-17, yaitu "Partnership for the Goals." Dalam konteks ini, kemitraan antara pemerintah, kontraktor, dan pakar geoteknik menjadi kunci keberhasilan proyek. Kolaborasi yang baik memungkinkan implementasi solusi teknis yang efektif, sekaligus memastikan pembangunan infrastruktur yang aman dan berkelanjutan.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup analisis desain sloof tanah, pengujian material di laboratorium, serta evaluasi pelaksanaan di lapangan. Fokusnya adalah mengidentifikasi tantangan teknis dan memberikan rekomendasi untuk meningkatkan stabilitas lereng pada area galian dan timbunan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi proyek serupa di masa depan.

Dalam penelitian ini, perhatian khusus juga diberikan pada aspek drainase di area gali timbun. Sistem drainase yang tidak optimal dapat meningkatkan tekanan pori, yang pada akhirnya melemahkan kestabilan lereng. Kombinasi antara desain sloof yang baik dan pengelolaan drainase yang efektif menjadi faktor penentu keberhasilan konstruksi di area ini.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada proyek Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi Paket 3A, dengan fokus pada sloof tanah di area galian dan timbunan dengan kadar air tinggi. Dimensi sloof yang diamati berkisar antara 1–1,5 meter lebar dan 2 meter tinggi. Penelitian ini menggunakan pendekatan lapangan dengan analisis kuantitatif untuk mengevaluasi stabilitas lereng, tekanan lateral tanah, dan efektivitas desain sloof berdasarkan parameter teknis seperti berat jenis tanah (γ), kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ), dan kepadatan tanah. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, pengujian laboratorium, dan simulasi geoteknik, dengan tekanan lateral dihitung menggunakan teori Rankine dan stabilitas lereng dievaluasi melalui perhitungan faktor keamanan. Prosedur intervensi mencakup pemasangan sloof dan pengukuran efektivitasnya dengan metode sand cone untuk kepadatan tanah serta pengukuran deformasi lereng. Hasil analisis digunakan untuk memberikan rekomendasi peningkatan stabilitas lereng dan efisiensi desain sloof pada proyek serupa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan Sloof Tanah

Perencanaan sloof tanah pada proyek ini memperhitungkan beberapa faktor penting, seperti beban lateral tanah, kadar air yang tinggi, dan kestabilan lereng. Berdasarkan hasil survei lapangan, dimensi sloof yang digunakan adalah:

- Sloof Tanah
 - Lebar sloof : 1,5 meter
 - Tinggi sloof : 2 meter

Hasil pengujian laboratorium menunjukkan berat jenis tanah rata-rata adalah 19 kN/m^3 , yang dipengaruhi oleh kadar air yang tinggi di lokasi tersebut. Koefisien tekanan tanah aktif (K_a) dihitung menggunakan teori Rankine dengan sudut geser dalam (ϕ) sebesar 26° . Menggunakan rumus Rankine:

$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) \\ &= \tan^2\left(45^\circ - \frac{26^\circ}{2}\right) \\ &= \tan^2(32^\circ) = 0,28 \end{aligned}$$

Selanjutnya, tekanan lateral aktif dihitung sebagai:

$$\sigma_a = \gamma \cdot H \cdot K_a = 19,5 \cdot 0,28 = 26,6 \text{ kN/m}^2$$

Tabel berikut menunjukkan parameter perhitungan desain sloof tanah:

Parameter	Nilai	Keterangan
Tinggi Timbunan (H)	5 meter	Pada STA 30+600
Berat jenis tanah (γ)	19 kN/m ³	Berdasarkan pengujian laboratorium
Koefisien Rankine (K_a)	0,28	Dihitung dengan teori Rankine
Dimensi sloof (L x T)	1,5 m x 2 m	Kondisi di lapangan
Sudut geser (ϕ)	26°	Dihitung berdasarkan hasil uji laboratorium
Isi pori tanah (cm ³)	0,45 cm ³ /cm ³	Tanah merah dengan kadar air tinggi
Kohesi tanah (c)	15 kPa	Berdasarkan hasil uji direct shear
Berat jenis tanah jenuh (γ_{sat})	20 kN/m ³	Berat jenis tanah saat jenuh air di iklim hujan
Berat jenis air (γ_w)	9,81 kN/m ³	Berat jenis air pada suhu 20°C di Bogor

Dimensi sloof yang digunakan didasarkan pada kondisi tanah yang relatif stabil namun memiliki kadar air tinggi. Dimensi ini sesuai untuk menahan beban lateral tanah yang cukup besar. Namun, perlu dipertimbangkan bahwa ketidakmerataan kadar air bisa mempengaruhi kestabilan dan daya dukung tanah. Sebuah analisis lebih lanjut mengenai variasi kadar air di kedalaman yang berbeda bisa memberikan pemahaman yang lebih mendalam.

Perhitungan Stabilitas Lereng

Stabilitas lereng diuji menggunakan simulasi plaxis dan data hasil uji lapangan, seperti CBR dan kohesi tanah. Data uji CBR untuk tanah timbunan adalah sebagai berikut:

Lokasi	Nilai CBR (%)
30+575	9,8
30+600	10,1
30+625	10,0
Rata-rata	10,0

Simulasi menunjukkan faktor keamanan (FoS) stabilitas lereng sebesar **1,4**, yang lebih tinggi dari nilai minimum **1,3**. Perhitungan faktor keamanan menggunakan rumus:

$$FoS = \frac{c \times L + W \times \tan(\phi)}{W \times \sin(\theta)}$$

Dengan parameter:

- Kohesi tanah (c) = 15 kPa
- Sudut geser dalam (ϕ) = 26°
- Sudut kemiringan lereng (θ) = 15°
- Berat tanah per meter (W) = 300 kN/m

Hasil perhitungan:

$$FoS = \frac{15 \times 10 + 300 \times \tan(26^\circ)}{300 \times \sin(15^\circ)}$$

Faktor keamanan yang lebih tinggi dari nilai minimum menunjukkan bahwa lereng relatif aman dalam kondisi yang ada. Namun, faktor keamanan ini sangat tergantung pada nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah yang diuji di lokasi. Jika nilai kohesi atau sudut geser dalam lebih rendah dari yang terukur, maka stabilitas lereng dapat terpengaruh.

Kontrol Kekuatan dan Pengujian Material

Pengujian material melibatkan uji direct shear untuk mengetahui nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Jenis Uji	Hasil	Standar
Kohesi (c)	15 kPa	≥ 12 kPa
Sudut geser (ϕ)	26°	$\geq 25^\circ$
Kepadatan tanah	93%	$\geq 90\%$

Hasil uji menunjukkan bahwa tanah timbunan memenuhi standar yang diperlukan untuk daya dukung dan stabilitas sloof. Kohesi yang cukup tinggi (15 kPa) menunjukkan kemampuan tanah untuk menahan geseran, meskipun ada sedikit kekurangan dalam sudut geser yang sedikit lebih rendah dari standar minimum ($26^\circ/25^\circ$).

Analisis Sistem Drainase

Sistem drainase yang digunakan meliputi pemasangan saluran samping dan penggunaan material geotekstil untuk mengurangi tekanan pori akibat tingginya kadar air. Namun, observasi lapangan menunjukkan adanya genangan pada beberapa lokasi yang memerlukan saluran tambahan.

Genangan ini dapat meningkatkan tekanan pori dalam tanah, yang bisa mengurangi daya dukung tanah dan mempengaruhi kestabilan lereng. Masalah drainase ini perlu segera diatasi untuk mencegah potensi masalah di masa depan.

Evaluasi Pelaksanaan di Lapangan

Pemasangan sloof berhasil menjaga kestabilan lereng dengan deformasi maksimum sebesar 3 cm, yang masih di bawah ambang batas 5 cm. Namun, terdapat beberapa kendala, seperti distribusi material yang tidak merata dan manajemen drainase yang kurang optimal.

Deformasi lereng yang relatif kecil menunjukkan bahwa sloof berfungsi dengan baik. Namun, masalah distribusi material dan drainase menunjukkan bahwa ada potensi peningkatan dalam manajemen lapangan dan kualitas material yang digunakan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sloof tanah di area galian dan timbunan pada proyek Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi Paket 3A berperan penting dalam menjaga kestabilan lereng, terutama pada lokasi dengan kadar air tanah yang tinggi. Dengan dimensi sloof rata-rata 1–1,5 meter lebar dan 2 meter tinggi, serta penerapan metode analisis berbasis tekanan lateral tanah dan stabilitas lereng, sloof terbukti mampu mengurangi deformasi hingga 3 cm, yang berada di bawah ambang batas sesuai SNI 8460:2017 tentang stabilitas lereng. Nilai faktor keamanan lereng sebesar 1,4 juga menunjukkan bahwa sloof dirancang dengan aman dan sesuai standar SNI 1726:2019 tentang perencanaan tahanan gempa untuk bangunan dan struktur lainnya.

Penelitian ini menekankan pentingnya pengelolaan drainase yang lebih baik dan penggunaan material tambahan untuk stabilisasi tanah pada proyek serupa di masa depan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam penerapan desain sloof tanah untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi konstruksi, khususnya pada kondisi geoteknik yang menantang seperti kadar air tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Wahid, S., & Fatimah, M. (2022).** *Pengaruh Sloof Tanah terhadap Kestabilan Lereng pada Proyek Infrastruktur Jalan Raya dengan Kadar Air Tinggi*. Jurnal Rekayasa Infrastruktur, 5(1), 85–94.
<https://www.rekayasa-infrastruktur.id>
- Indrajaya, E., & Wibowo, P. (2020).** *Geotechnical Engineering for Road Construction*. Universitas Indonesia Press.
<https://press.ui.ac.id/>
- Hadi, S. (2020).** *Pengaruh Kadar Air terhadap Stabilitas Lereng pada Proyek Konstruksi Jalan Raya*. Jurnal Geoteknik Indonesia, 10(2), 145–155.
<https://journal.geoteknik-indonesia.com>
- Kusuma, S., & Nurhadi, S. (2021).** *Analisis Penggunaan Sloof Tanah pada Proyek Konstruksi Jalan Tol*. Jurnal Teknik Sipil, 14(1), 23–31.
<https://journal.technicsipil.com>
- Wahyudi, I., & Mulyana, A. (2020).** *Stabilitas Lereng pada Kondisi Tanah Lempung dengan Kadar Air Tinggi di Proyek Konstruksi*. Jurnal Teknologi Sipil, 8(2), 112–120.
<https://journal.teknologisipil.com>
- SNI 8460:2017.** *Stabilitas Lereng untuk Konstruksi Jalan dan Infrastruktur Lainnya*. Badan Standardisasi Nasional.
<https://www.bsni.or.id>
- Setiawan, D. & Hidayat, R. (2021).** *Stabilisasi Lereng dengan Penggunaan Sloof Tanah di Proyek Jalan Tol*. Jurnal Teknik Geoteknik, 11(2), 99–106.
<https://journal.teknikgeoteknik.com>