Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Software Plaxis Pada Ruas Jalan Antara Desa Kulo - Desa Suluan

Joana Therescova Kasim

Jeffrey Andre Delarue, Rocky Roring

Program Studi Teknik Sipil UNIMA

Email: jnkasim@gmail.com

ABSTRAK

Tanah adalah suatu bahan kimia yang terdiri dari agregat mineral padat (butiran) yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dan partikel-partikel komponen organic yang lapuk. Cairan dan gas mengisi ruang antara partikel materi padat (Das, 1955). Dinding penahan tanah dimaksudkan untuk mencegah terjadinya pergeseran tanah. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis numerik dengan bantuan software Plaxis untuk memodelkan kondisi lereng dan menghitung faktor keamanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi lereng eksisting memiliki tingkat stabilitas yang rendah sehingga memerlukan perencanaan pengaman perkuatan tanah berupa dinding penahan tanah guna meningkatkan faktor keamanan lereng. Dengan adanya perkuatan lereng yang direncanakan, diharapkan risiko longsoran dapat diminimalkan dan keamanan serta kelancaran lalu lintas pada ruas jalan tersebut dapat terjaga. Hasil analisa pada kestabilan lereng pada gambar diatas didapatkan nilai angka keamanan lereng sebesar 1,369 < 1,5 maka lereng tersebut dinyakatan tidak aman. Terjadi juga deformasi tanah yang berpotensi kelongsoran di sisi atas sehingga perlu adanya penanganan pada kondisi awal lereng tersebut. Hasil analisa pada kestabilan lereng setelah diberikan dinding penahan tanah pada kalkulasi diatas didapatkan nilai angka keamanan lereng sebesar 1.728 > 1,5 maka lereng tersebut dinyakatan stabil dan aman.

Kata Kunci : ***Faktor Keamanan Lereng, Plaxis, Dinding Penahan Tanah***

ABSTRACT

Soil is a chemical substance consisting of solid mineral aggregates (grains) that are not chemically bound to each other and decayed organic particles. Liquids and gases fill the spaces between solid particles (Das, 1955). Retaining walls are intended to prevent soil displacement. The research method used was numerical analysis with the help of Plaxis software to model slope conditions and calculate safety factors. The analysis results showed that the existing slope conditions had a low level of stability, requiring the planning of soil reinforcement in the form of retaining walls to increase the slope safety factor. With the planned slope reinforcement, it is hoped that the risk of landslides can be minimized and the safety and smooth flow of traffic on the road section can be maintained. The results of the slope stability analysis in the figure above show a slope safety factor of 1.369 < 1.5, meaning that the slope is considered unsafe. There is also soil deformation with the potential for landslides on the upper side, so it is necessary to address the initial condition of the slope. The results of the slope stability analysis after providing a retaining wall in the calculation above obtained a slope safety factor of 1.728 > 1.5, so the slope is declared stable and safe.

Translated with DeepL.com (free version)

Keywords: ***Slope Safety Factor, Plaxis, Retaining Wall***

LATAR BELAKANG

Dinding penahan tanah merupakan suatu bangunan yang dibangun untuk mencegah material agar tidak longsor dimana kestabilannya dipengaruhi oleh kondisi topografinya. Apabila dilakukan pekerjaan tanah seperti penanggulan atau pemotongan tanah, terutama bila jalan dibangun berbatasan dengan sungai atau danau maka konstruksi penahan itu dibangun untuk melindungi kemiringan tanah dan melengkapi kemiringan dengan pondasi yang kokoh. Selain itu dinding penahan tanah juga digunakan untuk menahan timbunan tanah serta tekanan-tekanan akibat beban-beban lain seperti beban merata, tekanan air dan beban gempa. Daerah ruas jalan Tondano – Kembes merupakan jalan penghubung Kabupaten Minahasa dan Kota Manado. Ruas jalan ini biasanya digunakan sebagai alternatif untuk menghindari macet di jalur utama (via. Tomohon). Namun, Ruas jalan ini sering ditakuti oleh para pengguna jalan karena memiliki lereng curam disamping atas maupun bawah jalan tidak menggunakan pengaman perkuatan tanah atau dinding penahan tanah yang beresiko terjadinya longsor atau runtuhan tanah.

Mengenai ruas jalan ini perlu adanya perencanaan pengaman perkuatan tanah untuk mencegah kerugian akan terjadi ketika longsoran/runtuhan yang dapat mengakibatkan tertahannya arus kendaraan dan kemungkinan terburuknya hingga memakan korban nyawa. Dinding penahan tanah dimaksudkan untuk mencegah terjadinya pergeseran tanah. Perencanaan pengaman perkuat tanah membutuhkan analisis stabilitas lereng.

Dalam penelitian ini penggunaan program Plaxis memberikan kemudahan dalam pemodelan dan menemukan alternatif yang sesuai yang memenuhi faktor keamanan untuk stabilitas lereng.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Dimana penelitian ini mengupayakan data-data parameter tanah yang telah diuji dilaboratorium dan menganalisis angka keamanan menggunakan software *plaxis*.

Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini bertempat di Ruas Jalan Antara Desa Kulo – Desa Suluan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengumpulan geometri dan parameter tanah berikut;

Tabel 4.1 Parameter Tanah

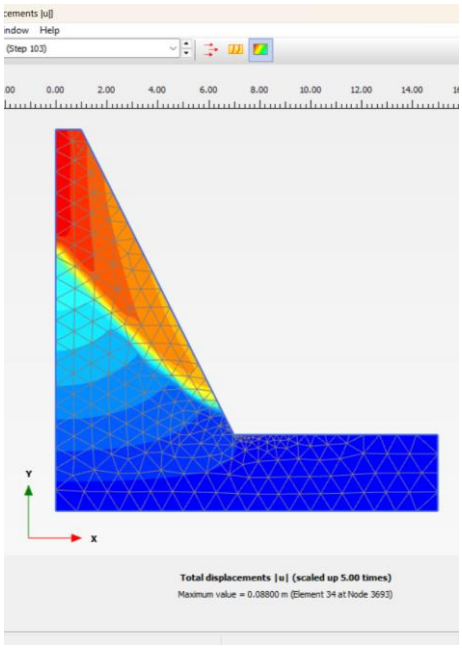
PARAMETER	SIMBOL	JENIS TANAH	SATUAN
		Lempung	
	-	Mohr-Coulomb	-
		Drained	
	Y unsat	1,076	*kn/m3*
PARAMETER	***Y sat***	1,318	*kn/m3*
		19855	
	E'	**20000**	*kN/m2*
	v	3	-
	Cref	1,051	*kN/m2*
PARAMETER	φ	5,084	°
	ψ	0	°
Horizontal Permeability	*Kx*	1	
Vertikal Permeability	Ky	1	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Berdasarkan tabel 4.1 telah dilakukan pengambilan sample tanah dilapangan yaitu di ruas jalan antara Desa Kulo – Desa Suluan, sample tanah diuji pada laboratorium mekanika tanah Universitas Negeri Manado dan Universitas Sam Ratulangi. Langkah awal yang dilakukan dalam menentukan stabilitas lereng, dalam langkah ini menentukan meterial yang digunakan dalam perhitungan stabilitas sebelum ke langkah perencanaan, analisa faktor aman, dan menentukan desain. Dari percobaan pada beberapa titik sampel, telah diambil 1 sample yang mewakili dikarenakan hasil dari pengujian dan perhitungan data lapangan menyatakan bahwa jenis tanah yang ada pada daerah sekitar lokasi tinjauan itu sama, untuk analisa perhitungan keamanan lereng pada program PLAXIS.

Pada Gambar 4.6 menunjukkan distribusi deformasi total pada model lereng kondisi awal di mana pola warnanya menampilkan peningkatan deformasi dari daerah bawah yang stabil (biru) menuju bagian atas lereng yang mengalami pergerakan besar (merah). Mesh yang terdeformasi memperlihatkan arah pergerakan massa tanah yang bergeser ke bawah mengikuti kemiringan lereng, dan garis biru pada batas elemen menunjukkan bentuk geometri setelah diperbesar lima kali untuk memudahkan visualisasi. Warna merah dan oranye yang mendominasi area atas lereng menandakan lokasi deformasi maksimum sebesar 0,08880 m, mengindikasikan terbentuknya potensi bidang longsor. Secara keseluruhan, hasil ini menggambarkan kondisi lereng yang tidak stabil karena tidak adanya struktur penahan yang menahan pergerakan tanah.

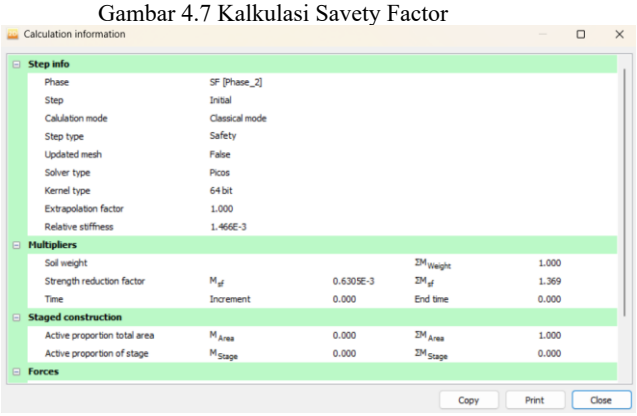
Gambar 4.6 Deformasi Total



Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Dalam pengujian menggunakan software plaxis Perhitungan Safety Factor (SF) menggunakan metode phi–c reduction, yaitu teknik di mana parameter kekuatan geser tanah—sudut geser dalam (φ) dan kohesi (c)—secara bertahap dikurangi hingga model mengalami kondisi runtuh. SF mencerminkan seberapa besar kekuatan geser tanah masih dapat diturunkan sebelum sistem gagal, sehingga memberikan indikator stabilitas lereng. Angka aman yang didapat pada kondisi awal lereng yaitu $\sum M_{sf} = 1.369$

Gambar 4.7 Kalkulasi Savety Factor



Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Dari hasil analisa stabilitas lereng jalan Desa Kulo-Suluan telah didapatkan nilai faktor keamanannya yaitu $\sum M_{sf} = 1.369$, maka dalam penelitian ini dibutuhkan konstruksi untuk mencegah longsoran disekitar ruas jalan tersebut dengan konstruksi dinding penahan tanah tipe gravity wall. Kombinasi

kemudahan konstruksi, biaya yang relatif ekonomis, serta kestabilan yang tinggi menjadikan gravity wall pilihan umum dalam proyek perbaikan dan penahan lereng. Yang kemudian akan hitung juga menggunakan plaxis dengan parameter dan dimensi yang akan diinput sebagai berikut :

Tabel 4.2 Parameter Tanah + DPT

PARAMETER	SIMBOL	JENIS TANAH	DPT	SATUAN
		Lempung	Grafity Wall	
General				
Material Model	-	Mohr-Coulomb	Linier Elastis	-
Material Type		Undrained	Non - Porus	
Dry Soil Weight	***Ɣ unsat***	11,17	-	*kn/m3*
Wet Soil Weight	***Ɣ sat***	13,55	24,0	*kn/m3*
Parameters				
Young's Modulus		19855		
dibulatkan	*E'*	**20000**	250.000.000	*kN/m2*
Possion's Ratio	*v*	0,32	0,2	-
Cohesion	***Cref***	13,14	-	*kN/m2*
Friction Angle	φ	61,50	-	°
Dilatancy Angle	ψ	0	-	°
Horizontal Permeability	*Kx*	0,0001	-	
Vertikal Permeability	Ky	0,0001	-	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

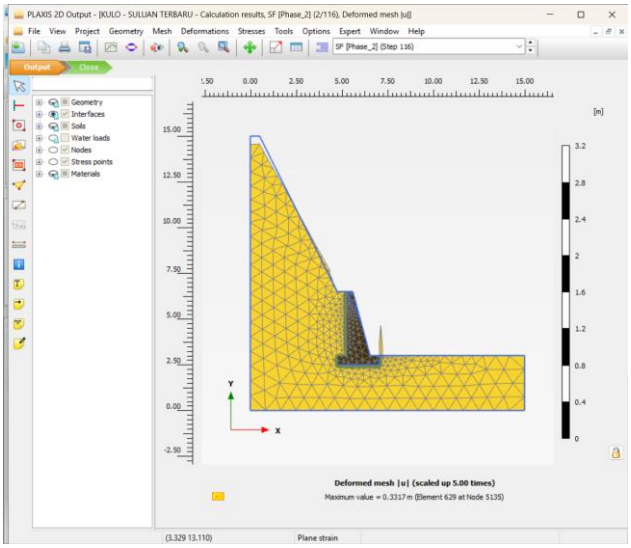
Tabel 4.3 Dimensi Penahan Tanah (DPT)

Bagian	Rumus	Hasil	Dipakai	Satuan
Tinggi Dinding	-	-	3	Meter
Lebar Atas	H/12	0,333	0,35	Meter
Tinggi Tapak	H/8 ~ H/6	0,50 0,57 0,67	0,5	Meter
Lebar Tapak	D/2 ~ D	0,25 0,5	0,5	Meter
Lebar Bawah	0,5 ~ 0,7 H	2 2,4 2,8	2,4	Meter

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Dalam penelitian ini menunjukkan hasil *Output* berupa Deformed Mesh |u| untuk memperjelas deformasi pada model geoteknik, di mana deformasi terbesar tercatat sekitar 0,3317 m pada elemen dan node tertentu; mesh segitiga tampak berubah bentuk mengikuti pergerakan tanah dan struktur, dengan area deformasi signifikan terlihat pada zona lereng dan bagian struktur yang berada di tengah, sementara skala warna di sisi kanan menunjukkan besarnya perpindahan dari nilai nol (tidak bergerak) hingga maksimum, sehingga visualisasi ini membantu memahami pola deformasi dan potensi ketidakstabilan pada model.

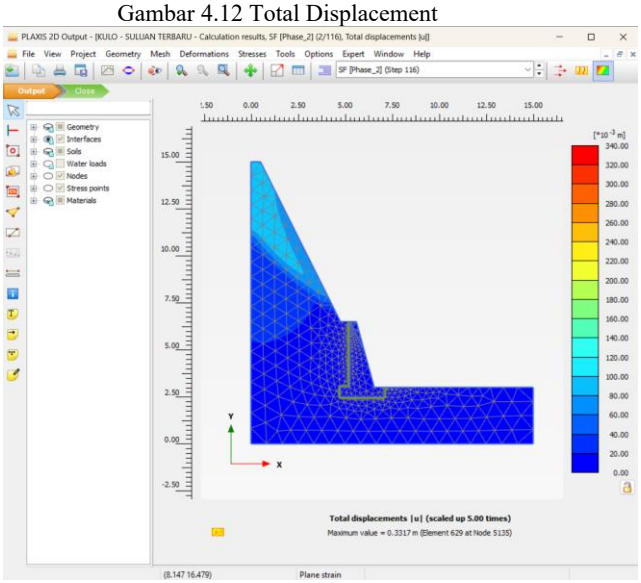
Gambar 4.11 Mesh Deformasi



Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Gambar ini menampilkan hasil *Output* berupa Total Displacements |u|, yang dimana kontur warna menunjukkan besarnya perpindahan total pada setiap titik model; area dengan warna biru menandakan deformasi kecil, sedangkan gradasi menuju warna hijau hingga kuning di bagian atas lereng menunjukkan deformasi yang lebih besar, dengan nilai maksimum mencapai 0,3317 m pada elemen dan node tertentu, sehingga visualisasi ini membantu mengidentifikasi zona yang mengalami pergerakan signifikan serta mengevaluasi stabilitas keseluruhan struktur dan tanah pada fase analisis tersebut.

Gambar 4.12 Total Displacement



Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Gambar 4.14 Kalkulasi Safety Factor

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Setelah ditambahkan penanganan dinding penahan tanah tipe grafity, didapatkan angka aman pada kondisi lereng yang telah diberikan perkuatan yaitu $\sum M_{sf} = 1.644$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Nilai keamanan lereng (Safety Factor) kondisi awal hasil analisis program plaxis pada lereng diruas jalan antara Desa Kulo – Desa Suluan dalam kondisi kritis dengan angka keamanan yang didapat yaitu 1,369. Maka kondisi awal lereng tersebut dinyatakan tidak stabil dan dibutuhkan penanganan untuk stabilitas lereng.
- Dinding penahan tanah dipilih sebagai penanganan dalam kondisi awal lereng tersebut sehingga, setelah dilakukan perkuatan dinding penahan tanah (DPT) tipe grafity wall tercapai nilai faktor keamanan sebesar 1.728, sehingga dapat dikatakan kondisi lereng tersebut aman dan stabil.

Saran

Saran yang dapat berikan berdasarkan dari hasil penelitian sebagai berikut.

1. Sample tanah yang digunakan untuk uji laboratorium harus dalam kondisi asli tanah.
2. Diperlukan ketelitian dalam memasukan data-data kedalam program karena kesalahan dalam input data akan berakibat fatal.
3. Dapat dilakukan perbandingan perkuatan tanah yang lain, sehingga dapat dilakukan perbandingan antara perkuatan tanah lainnya
4. Untuk Penelitian lanjutan perlu dilakukan perbandingan analisis menggunakan program-program geoteknik lainnya seperti Xstable, Geoslope, dll.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulah, Joelfikar. (2024). Analisis Kekuatan Dinding Penahan Tanah di Kelurahan Malalayang I Barat Kota Manado. Skripsi, Universitas Negeri Manado

Banda, Petrus Kanisius Kristian. (2025). Perkuatan Lereng Menggunakan Dinding Penahan Tanah Tipe *Gravity Wall* di Sungai Manikin Kabupaten Kupang. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi.

Isdianto. (2023). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program Plaxis (Studi Kasus : Ruas Jalan Gesek-Simpang Busung. Kabupate Bintan). Jurnal, Sigma Teknika.

Muhamad Rifai, Rachmad Rian. (2020). Analisis Stabilitas Lereng di Embung Ringinarum Kabupaten Kendal. Skripsi, Universitas Semarang.

Nurtanti EZ. (2019). Analisis Perkuatan Tanah dengan Menggunakan Dinding penahan Tanah Beton Bertulang dan Dinding Turap Baja dengan Program Plaxis 8.6 pada sungai Pabelan Yogyakarta : Jurnal Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia

SNI 8460 – 2017 Persyaratan Perencangan Geoteknik, 2017 Badan Standaristasi Nasional