

Pengaruh Penggunaan Geotextile terhadap nilai Faktor Keamanan Lereng pada konstruksi Dinding Penahan Tanah kantilever

Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Tanjung Selor – Malinau STA 88+140

Ruminsar simbolon ¹⁾, Heri sutanto ²⁾

¹Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda,

Email: ruminsar_15@yahoo.co.id

²Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda,

Email: herisutanto@yahoo.co.id

ABSTRAK

Badan Jalan pada struktur tanah berbentuk lereng dengan kemiringan yang curam dapat mengalami kelongsoran. Apabila sudah terjadi longsor, maka diperlukan penanganan perkuatan lereng yang dapat berupa konstruksi dinding penahan tanah dengan bored pile dikombinasi dengan geotekstil. Geotekstil sering digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain mudah dalam pelaksanaan serta dapat meningkatkan stabilitas lereng. Penggunaan konstruksi bored pile dikombinasi dengan geotekstil dilakukan di ruas Jalan Nasional Tanjung Selor – Malinau STA 88+140. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan factor keamanan lereng yang menggunakan konstruksi dinding penahan tanah dengan bored pile sebelum dan setelah diberi perkuatan geotekstil. Stabilitas lereng dianalisa dengan metode Elemen Hingga dengan dibantu Program Plaxis 2D. Dari hasil perhitungan didapat nilai faktor keamanan pada kondisi awal sebelum terjadi longsor sebesar 1,024. Nilai faktor keamanan pada saat longsor sebesar 1,00 yang diperoleh dengan analisis balik (back analisis). Nilai factor keamanan lereng dengan konstruksi bored pile sebesar 1,43 masih lebih kecil dari factor keamanan yang disyaratkan sebesar 1,5, dan Nilai factor keamanan setelah menggunakan perkuatan geotekstile sebesar 1,53. Maka dapat disimpulkan bahwa geotekstile dapat meningkatkan kestabilan lereng dengan memberikan sumbangan factor keamanan sebesar 0,10 (7%).

Kata Kunci : *bored pile, geotekstil, back analisis, factor keamanan*

ABSTRACT

Road bodies on slope-shaped soil structures with steep slopes can experience landslides. If a landslide has occurred, it is necessary to handle slope reinforcement which can be in the form of the construction of a soil retaining wall with bored pile combined with geotextiles. Geotextiles are often used because they have several advantages, including being easy to implement and can increase slope stability. The use of bored pile construction combined with geotextiles is carried out on the Tanjung Selor – Malinau National Road section STA 88 + 140. This study aims to determine the increase in slope safety factors that use the construction of soil retaining walls with bored piles before and after being reinforced with geotextiles. The slope stability was analyzed by the Finite Element method with the help of the Plaxis 2D Program. From the results of the calculation, the value of the safety factor in the initial condition before the landslide occurred was 1.024. The value of the safety factor at the time of the landslide was 1.00 which was obtained by back analysis. The value of the slope safety factor with bored pile construction of 1.43 is still smaller than the required safety factor of 1.5, and the value of the safety factor after using geotextile reinforcement is 1.53. Therefore, it can be concluded that geotextiles can increase slope stability by contributing a safety factor of 0.10 (7%).

Keywords: *bored pile, geotextile, back analysis, safety factor*

1. PENDAHULUAN

Bencana longsor merupakan salah satu bencana yang paling sering terjadi di Indonesia. Infrastruktur yang sering terdampak akibat bencana longsor adalah jalan. Jalan sebagai akses penghubung dari satu wilayah ke wilayah lain akan sangat terganggu akibat bencana longsor. Dalam hal ini pada ruas Jalan Nasional Tanjung Selor – Malinau STA 88+140 telah terjadi longsor yang dipicu oleh curah hujan dengan intensitas tinggi dan kondisi drainase jalan yang tidak memadai, mengakibatkan satu lajur badan jalan terputus sehingga mengganggu dan dapat membahayakan pengguna jalan.

Banyak Metode konstruksi yang dapat digunakan untuk mengatasi longsor, salah satunya adalah dengan konstruksi dinding penahan tanah menggunakan bored pile yang diperkuat dengan geotextile. Penggunaan geotextile bertujuan untuk meningkatkan kekakuan tanah sehingga meningkatkan keamanan lereng untuk memenuhi persyaratan minimal Faktor Keamanan yang dipersyaratkan. Peningkatan faktor keamanan akibat penggunaan geotextile umumnya tidak signifikan, tetapi diperlukan untuk kondisi tertentu.

Ditemukannya lapisan clay shale di kedalaman 8 meter pada ruas Jalan Nasional Tanjung Selor – Malinau STA 88+140 menyebabkan keterbatasan panjang pondasi bored pile yang bisa dimasukkan kedalam tanah.

Karakteristik clay shale yang lama kelamaan akan berubah menjadi bubuk apabila terkena air menyebabkan ujung bored pile tidak diperbolehkan menumpu pada clay

shale. sehingga diperlukan metode analisa kestabilan lereng untuk memastikan dipenuhinya nilai faktor keamanan yang dipersyaratkan sesuai SNI sebelum ditemukannya lapisan clay shale.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 GEOGRID

Geogrid merupakan pengembangan dari teknologi Geotextile yang dikenal dengan nama Geotextile yang berbentuk lembaran dengan lubang-lubang seperti frame yang mana fungsinya sebagai tulangan untuk memperkuat struktur perkuatan tanah. Lubang-lubang pada geogrid pada umumnya berbentuk segiempat, lonjong, ataupun bentuk-bentuk lainnya. Cara kerja Geogrid ini adalah dengan cara digelar di atas permukaan tanah yang kemudian diberi timbunan sehingga terjadi interlocking akibat masuknya timbunan ke dalam lubang-lubang rusuk dari geogrid sehingga menghasilkan tahanan gesek yang tinggi. Geogrid sendiri dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan bentuk lubang dari geogrid itu sendiri.

a. Geogrid Biaxial





Gambar 2.1 Geogrid Biaxial

Geogrid biaxial ini memiliki ciri lubang berbentuk bujur sangkar, fungsinya sendiri sebagai material stabilisasi tanah dasar untuk mencegah terjadinya diferensial settlement (penurunan setempat) sehingga dapat mereduksi biaya pemeliharaan. Geogrid tipe ini juga dapat mereduksi tebal base atau sub base sampai dengan 60% sehingga menghemat biaya pelaksanaan konstruksi.

b. Geogrid Triaxial

Geogrid ini disebut triaxial karena bukaan lubang yang dimiliki berbentuk segitiga, secara fungsi kurang lebih sama dengan Geogrid biaxial untuk perkuatan tanah lereng, perkuatan tanah jalan di kombinasi dengan woven geotextile.

c. Geogrid Uniaxial

Geogrid ini memiliki bukaan lubang yang lebih lebar dibandingkan dengan 2 jenis geogrid sebelumnya secara fungsi juga sama dengan geogrid jenis lainnya hanya saja aplikasinya lebih banyak untuk slope stabilization sehingga dapat mendirikan bangunan lebih tinggi di ruang yang terbatas.



Gambar 2.2 Geogrid Uniaxial

2.2 ANALISA KESTABILAN LERENG

Analisis Kestabilan Lereng bertujuan untuk mendapatkan angka faktor keamanan dari suatu bentuk lereng tertentu. Dengan mengetahui faktor keamanan lereng, maka dapat diketahui kondisi lereng terhadap risiko longsor sehingga memudahkan pekerjaan pembentukan atau perkuatan lereng untuk memastikan kestabilan lereng.

Terdapat dua metoda yang dipakai dalam analisis kestabilan lereng, yaitu metoda keseimbangan batas (Limit Equilibrium Method) dan metoda elemen hingga (Finite Element Method). Perbedaan utama antara kedua metode ini adalah, metode keseimbangan batas didasarkan pada keseimbangan statis sedangkan metoda elemen hingga memanfaatkan hubungan tegangan-regangan.

Konsep dasar metode elemen hingga adalah apabila suatu sistem dikenai gaya luar, maka gaya luar tersebut diserap oleh sistem tersebut dan akan menimbulkan gaya dalam dan perpindahan. Untuk mengetahui besarnya gaya dalam dan perpindahan akibat gaya luar tersebut, perlu

dibentuk suatu persamaan yang mewakili sistem tersebut. Dalam metode elemen hingga keseluruhan sistem dibagi kedalam elemen elemen dengan jumlah tertentu. Selanjutnya dibentuk persamaan :

Metode elemen hingga pada rekayasa geoteknik memiliki sedikit perbedaan dengan metode elemen hingga pada rekayasa struktur, sebab dalam rekayasa geoteknik terjadi interaksi elemen yang memiliki kekakuan yang berbeda. Seperti halnya pondasi dan tanah, dalam menganalisis pondasi dengan metode elemen hingga terdapat perbedaan kekakuan antara dua elemen, yaitu elemen tanah dan elemen struktur atau pondasi itu sendiri. Jaringan (mesh) terdiri dari elemen-elemen yang dihubungkan oleh node. Misal untuk analisa displacement, nilai variabel primernya adalah nilai dari displacement. Nilai-nilai nodal displacement diinterpolasikan pada elemen agar didapatkan persamaan aljabar untuk displacement, dan regangan, melalui jarring-jaring yang terbentuk.

$$[K]\{D\} = \{R\}$$

Dimana:

$[K]$: matriks kekakuan global

$\{D\}$: matriks perpindahan global

$\{R\}$: matriks gaya global

Dalam metoda elemen hingga atau FEM, tidak dilakukan asumsi bidang longsor. Faktor keamanan dicari dengan mencari bidang lemah pada struktur lapisan tanah. Faktor keamanan didapatkan dengan cara mengurangi nilai kohesi, c , dan sudut geser dalam tanah, ϕ , secara bertahap hingga tanah mengalami keruntuhan. Nilai faktor keamanan, kemudian dihitung. Plaxis adalah sebuah paket program yang disusun

berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas dalam bidang Geoteknik

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini dilakukan pada lereng ruas Jalan Nasional Tanjung Selor - Malinau STA 88+140 di Provinsi Kalimantan Utara



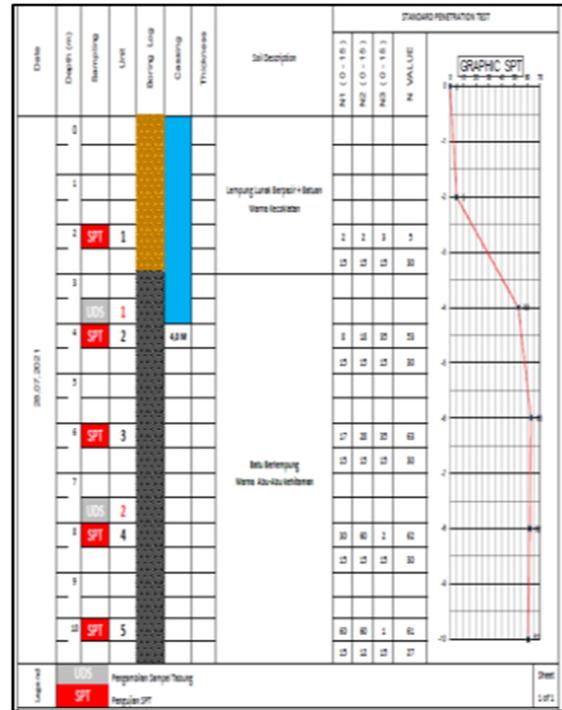
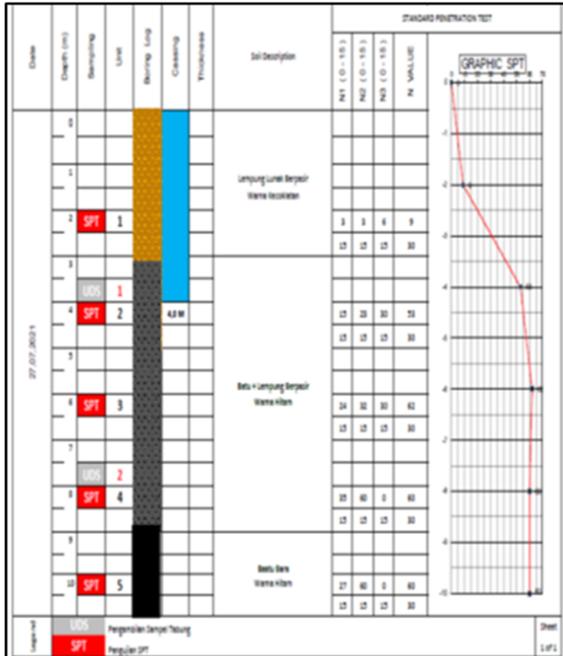
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 3.2 Dokumentasi Kondisi longsor

3.2 Data Penyelidikan Tanah

3.2.1 Data tanah hasil bor log sebanyak 2 (dua) titik



3.2.2 Resume Data Properties Tanah

Tabel 3.1 Resume Data Properties Tanah

Kedalaman	Jenis Tanah	Cohesi kN/m ²	Sudut Geser	Berat Isi kN/m ³	N-SPT
0 - 4	Lempung Lunak Berpasir	17,29	20,204	17	5
4 - 8	Batu+Lempung Berpasir	50	50	17	60
8 - 12	Clay shale				60

3.3 Faktor keamanan dan Pembebanan

Merujuk pada pedoman Rekyasa Penanganan Keruntuhan Lereng pada Tanah

Residual dan Batuan (Pd T-09-2005-B), kriteria perencanaan meliputi faktor keamanan dan pembebanan

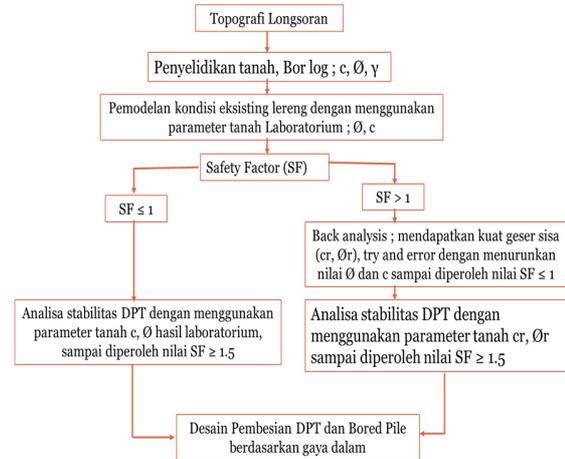
Tabel 3.2 Rekomendasi nilai faktor keamanan untuk lereng

Resiko terhadap nyawa manusia		Rekomendasi nilai faktor keamanan terhadap resiko kehilangan nyawa manusia		
		Diabaikan	Rendah	Tinggi
Rekomendasi nilai faktor keamanan terhadap resiko kehilangan secara ekonomis	Diabaikan	1.1	1.2	1.5
	Rendah	1.2	1.2	1.5
	Tinggi	1.4	1.4	1.5

Tabel 3.3 Beban lalu lintas untuk analisis stabilitas lereng

Kelas Jalan	Beban Lalu Lintas (kPa)	Beban di luar jalan (kPa)
I	15	10
II	12	10
III	12	10

3.4 Bagan Alir Proses Penelitian



4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

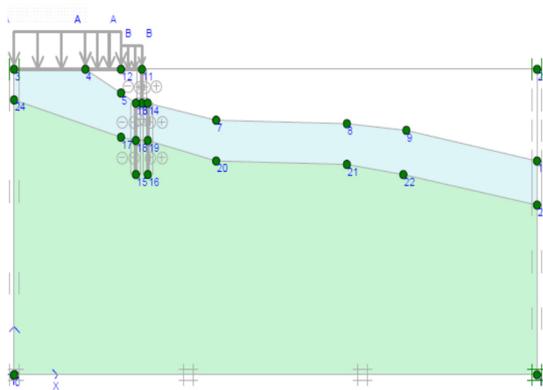
4.1 Faktor Keamanan Lereng Sebelum terjadi longsor

Analisis kondisi geometri lereng sebelum terjadi kelongsoran memiliki tinggi 25 m dengan kemiringan lereng 31°. Kondisi lereng yang tidak stabil membuat lereng mencari kondisi stabil dengan kesetimbangan baru pada kemiringan lereng yang semula 31° berubah menjadi 26°. Dalam penelitian ini, analisis kestabilan lereng eksisting sebelum terjadi longsor dilakukan dengan menggunakan metode Finite Elemen dibantu dengan *software* PLAXIS 2D. Parameter tanah yang digunakan adalah parameter hasil laboratorium. Sedangkan beban yang bekerja adalah beban kendaraan sebesar 15 kN/m².

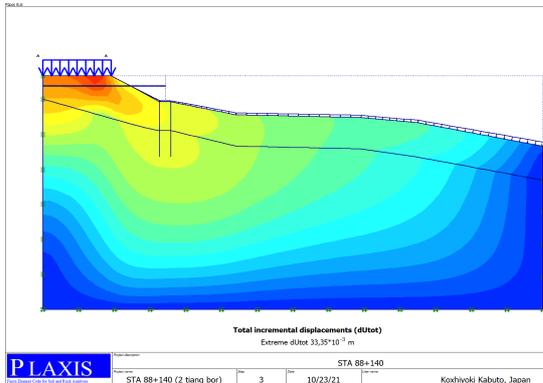
Berdasarkan hasil analisis diperoleh faktor keamanan (FK) lereng kondisi eksisting (sebelum terjadi longsor) sebesar 1,507, nilainya lebih besar 1,00 yang menunjukkan bahwa lereng awalnya masih dalam keadaan aman.

Tabel 4.1. Parameter Geoteknik Hasil Penyelidikan Tanah

<i>Jenis Tanah</i>	<i>Bobot Isi Asli kN/m³</i>	<i>Kohesi kN/m²</i>	<i>Friction Angle (°)</i>	<i>Faktor Keamanan (FK)</i>
Lempung Lunak	18	17,29	20,2°	1,507



Gambar 4.1 Pemodelan lereng eksisting

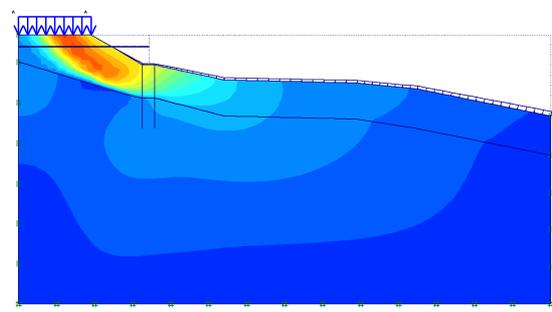


Gambar 4.2 Model keruntuhan lereng eksisting

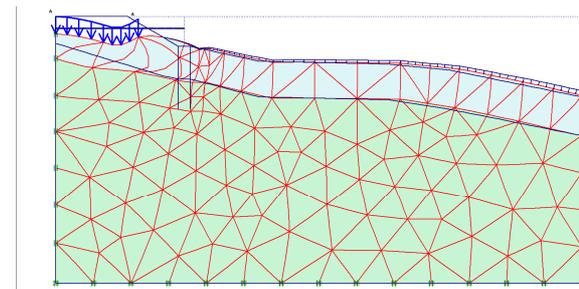
4.2 Analisis Balik Kestabilan Lereng

Zydron (2011) menyatakan bahwa kuat geser tanah yang terdiri dari sudut geser dalam dan kohesi merupakan parameter dasar yang menggambarkan karakteristik mekanik tanah terhadap aspek kestabilannya. Kuat geser sisa yang merupakan kuat geser tanah setelah mencapai kuat geser maksimum menjadi sangat penting diperhitungkan dalam

stabilitas lereng. Untuk menghitung stabilitas lereng yang aman disarankan untuk menggunakan parameter kuat geser sisa pada kadar air maksimum.



Gambar 4.3 Bidang Gelincir Kondisi Residual



Gambar 4.4 Model keruntuhan kondisi residual

Karena faktor keamanan yang diperoleh dari Analisa kestabilan lereng sebelum terjadi longsor lebih besar dari 1,00 yaitu sebesar

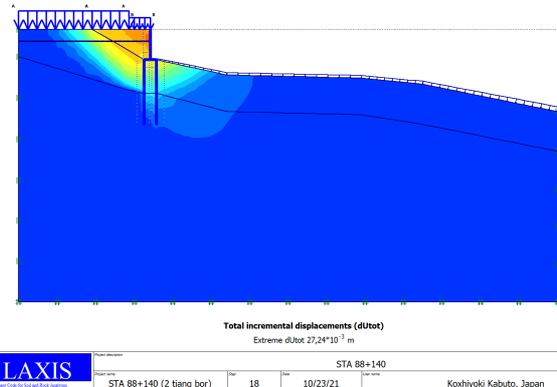
1,507 maka perlu dilakukan analisis balik terhadap lereng untuk mendapatkan parameter sudut geser tanah yang baru. Dari hasil analisis balik, diperoleh parameter tanah dengan nilai cohesi (c) = 12,64 kN/m² dan sudut geser tanah (ϕ) = 3,00⁰ dengan nilai faktor keamanan SF=1,043

Tabel 4.2. Parameter Geoteknik Hasil Back Analysis

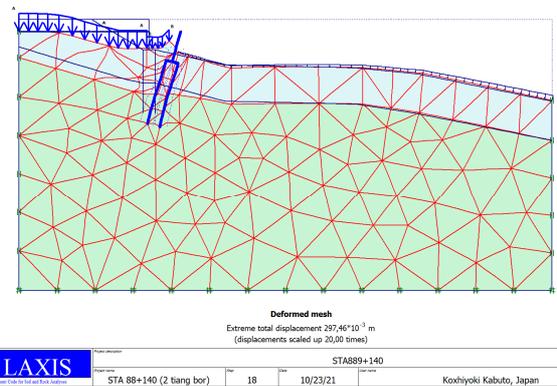
Jenis Tanah	Bobot Isi Asli kN/m ³	Kohesi kN/m ²	Friction Angle (°)	Faktor Keamanan (FK)
Lempung Lunak	18	12,64	3,00	1,043

4.3 Analisis Kestabilan Lereng dengan konstruksi dinding penahan tanah kantilever tanpa geotextile

Memperhatikan faktor keamanan yang diperoleh dari Analisa kestabilan lereng kondisi residual, maka diperlukan konstruksi dinding penahan tanah untuk meningkatkan nilai factor keamanan dengan menggunakan parameter geoteknik hasil back analisis. Dengan menggunakan konstruksi DPT cantilever wall dengan Bored Pile, didapatkan nilai factor keamanan sebesar 1,43 masih lebih kecil dari 1,5 sesuai yang dipersyaratkan pada Pedoman Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng pada Tanah Residual dan Batuan (Pd T-09-2005-B) sebesar 1,5 untuk resiko terhadap nyawa manusia yang tinggi.



Gambar 4.5 Bidang Gelincir dengan DPT tanpa Geotextile



Gambar 4.6 Model keruntuhan kondisi dengan DPT tanpa Geotextile

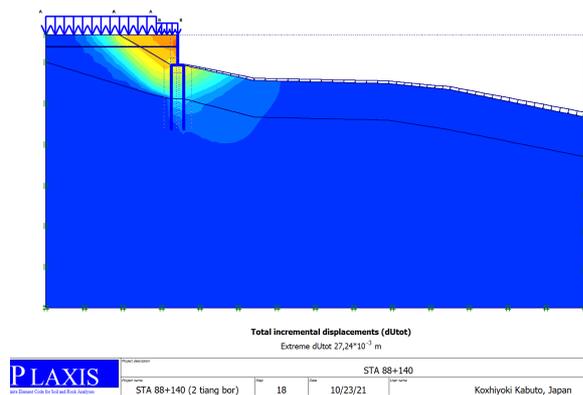
Dari hasil analisa menggunakan bantuan program Plaxis, diperoleh nilai faktor keamanan SF=1,43, masih lebih kecil dari 1,5, sehingga perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan nilai factor keamanan ke angka 1,5 tersebut.

4.3 Analisis Kestabilan Lereng dengan konstruksi dinding penahan tanah kantilever dengan menambah geotextile

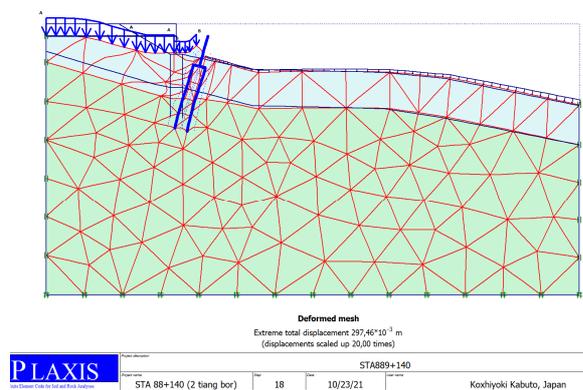
Memperhatikan data penyelidikan tanah yang menunjukkan lapisan clay shale di kedalaman 8 meter, maka usaha untuk meningkatkan nilai factor keamanan lereng

tidak dilakukan dengan menambah panjang tiang, namun dengan memasang geotextile dengan jarak tiap lapisan 50 cm.

Dari hasil analisa menggunakan bantuan program Plaxis, diperoleh nilai faktor keamanan sebesar $SF=1,53$, meningkat sebesar 0.1 atau sekitar $\pm 7\%$, sehingga konstruksi penahan longsor yang dipergunakan pada Jalan Nasional ruas Tanjung Selor- Malinau pada STA 88+140 adalah menggunakan struktur DPT kantilever dengan pondasi bored pile, dikombinasi dengan Geotextile.



Gambar 6.7 Bidang Gelincir DPT dengan Geotextile



Gambar 6.8 Model keruntuhan DPT dengan Geotextile

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis diperoleh faktor keamanan (FK) lereng kondisi eksisting (sebelum terjadi longsor) sebesar 1,507, nilainya lebih besar 1,00 yang menunjukkan bahwa lereng awalnya masih dalam keadaan aman.
2. Parameter geoteknik kohesi tanah dari semula $c=17,29$ menjadi residu $c=12,64$, dan sudut geser dari semula $\phi=22,2^0$ menjadi $\phi=3,0^0$
3. Nilai factor keamanan menggunakan konstruksi DPT dengan pondasi bored pile, kedalaman 7 meter tanpa menggunakan geotextile didapatkan factor keamanan sebesar 1,43, sehingga lereng belum stabil. Jika analisa dilakukan dengan menambah geotextile, didapatkan nilai factor keamanan sebesar 1,53 yang artinya memberikan tambahan factor keamanan sebesar 0,10 setara 7%. Dalam hal ini lereng sudah berada dalam kondisi yang labil karena mempunyai nilai safety factor lebih besar dari 1,5.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari analisis yang telah dilakukan diberikan yaitu perlu dilakukan penambahan jumlah titik uji sesuai SNI, serta menambah penelitian di laboratorium terhadap sampel tanah agar mendapatkan data tanah yang sesungguhnya, sehingga hasil analisis bisa menjadi lebih akurat. selain dengan perkuatan geotextile, dapat menggunakan beberapa metode perkuatan lainnya, misalnya dinding penahan tanah, soil nailing, cerucuk, dan lain sebagainya, untuk penelitian lebih lanjut dapat membandingkan hasil analisis Plaxis

dengan program lain seperti Geoslope dan X Stable.

6. Daftar Pustaka

1. Mau, J., Rasidi, N., & Hanggara, I. (2017). Studi Penentuan Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellinius Dan Bishop Pada Dinding Penahan Batu Kali Di Jl. Raya Beji Puskesmas Kota Baru. EUREKA: Jurnal Penelitian
2. Gati, B. M., & Purwanto, E. (2018). Analisis Stabilitas Lereng Timbunan Badan Jalan dan Prediksi Timbunan yang Terjadi Menggunakan Program Plaxis. Universitas Islam Indonesia
3. Christine, R., Suroso, & Munawir, A. (2014). Pengaruh Lebar Pondasi dan Jumlah Lapisan Geotekstil Terhadap Daya Dukung Pondasi pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir dengan Kemiringan Universitas Brawijaya, Malang
4. Fauzi, I. M., & Hamdhan, I. N. (2019). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Woven Akibat Pengaruh Termal Menggunakan Metode Elemen Hingga. RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil, 5(2), 61–72