

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL DAN TURAP MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS

Nurrahman Iftah Fitradi¹, Muhammad Rifqi Abdurrozak²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 14511284@students.uui.ac.id

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 135111101@uui.ac.id

Abstract *The Ponorogo-Trenggalek highway is a provincial road that connects Ponorogo Regency and Trenggalek Regency, this route becomes an important route for transportation on the South line in East Java Province. In 2017 the road at station 23 + 600 has landslides with cracks of 50 m and width of 55 m, on the southern part of the road which causes the slope on the road of PonorogoTrenggalek to collapse. Slope stability analysis is done manually and uses computer programs such as Plaxis 8.6. This study aims to determine the safety factor. Each review uses variations in load, namely with earthquake loads and without earthquake loads. All reviews use a vehicle load of 15 kN / m². The results of the analysis on the original slope with the original slope modeling without earthquake load obtained a safety factor of 1,1789, while the original slope with the earthquake load obtained a safety factor of 1,1436, both values <1,25, then the slope was considered unstable and prone to landslides. On the new geometry slope with modeling without seismic load obtained a safety factor of 1,5709, while the new geometry slope with earthquake load obtained a safety factor of 1,5156. Both values are >1,25, then the slope is considered safe. on the new geometry slope with geotextile reinforcement, with slope modeling without earthquake load the 2,3719 safety factor was obtained, while the slope with the earthquake load obtained a safety factor of 2,3467. Both values are >1,25, then the slope is considered safe. on the sheet pile slope with slope modeling without seismic load obtained a safety factor of 1,7831, while the slope with the earthquake load obtained safety factor 1,7776. Both values are >1,25, then the slope is considered safe.*

Keyword: *slope stability, geotextile, sheet pile, plaxis 8.6*

1. PENDAHULUAN

Problema stabilitas lereng umumnya terjadi bila terdapat gangguan pada keseimbangan lereng tersebut. Permasalahan umum yang sering dijumpai pada stabilitas lereng adalah kecilnya kestabilan tanah dan daya dukung yang rendah pada tanah pembentuknya. Selain itu problema stabilitas lereng juga diakibatkan oleh

berbagai kegiatan manusia, seperti pemotongan bukit saat pembuatan jalan di daerah perbukitan, yang menyebabkan adanya lereng, terkadang pembuatan lereng tersebut tidak diperhitungkan dengan baik, hal itulah yang dapat menyebabkan terjadinya longsor pada lereng.

Jalan raya Ponorogo Trenggalek merupakan jalan Provinsi yang

menghubungkan Kabupaten Ponorogo dan Kabupaten Trenggalek, Jalur ini menjadi jalur penting untuk untuk transportasi pada jalur Selatan di Provinsi Jawa Timur yang menghubungkan Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Trenggalek dan Tulungagung.

Untuk trase jalan Ponorogo-Trenggalek pada stasiun 23 + 600 merupakan jalan dengan struktur perkerasan lentur dengan tinggi lereng 15 m melewati daerah perbukitan dan daerah lembah. Tahun 2017 Jalan pada stasiun 23 + 600 mengalami kelongsoran dengan retakan 50 m dan lebar 55 m, pada bagian selatan jalan yang menyebabkan lereng pada jalan Ponorogo-Trenggalek menjadi amblas. Sebelum kelongsoran terjadi perkuatan *sheet pile* dan dinding penahan tanah berupa bronjong batu telah diberikan, akan tetapi lereng tetap mengalami kelongsoran. Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan terhadap lereng segera mungkin, agar kelongsoran tidak melebar hingga badan jalan yang dapat merusak struktur perkerasan jalan.

Salah satu alternatif yang dianggap dapat memecahkan masalah tersebut adalah dengan melakukan perbaikan tanah dengan menggunakan Teknologi Perbaikan Tanah. Metode ini untuk meningkatkan atau memperbaiki sifat-sifat dan kekuatan tanah setempat menjadi lebih baik sehingga mampu mendukung struktur yang berdiri di atasnya. Salah satu metode tersebut adalah dengan melakukan perkuatan tanah. Saat ini, karena perkembangan teknologi yang telah maju memungkinkan cara untuk menganalisis stabilitas lereng pada suatu daerah dengan menggunakan program komputer, salah satunya adalah program Plaxis.

Dengan adanya program ini akan sangat membantu dalam menganalisa deformasi dan penurunan bidang geoteknik dengan menggunakan model dua dimensi maupun tiga dimensi. Dengan menggunakan teknik perkuatan tanah sebagai solusi pada berbagai persoalan dalam rekayasa geoteknik hal ini didasarkan pada pertimbangan konsep perkuatan tanah, aplikasi dari perkuatan tanah dan manfaat dari perkuatan tanah itu sendiri. Dalam penelitian ini akan digunakan perkuatan lereng berupa perkuatan Geotekstil dan perkuatan Turap. Pada penelitian ini akan dicoba untuk menganalisis permasalahan yang terjadi di lapangan.

2. STUDI PUSTAKA

Penelitian-penelitian terdahulu dijadikan landasan untuk mempertajam konsep dan memperkuat teori yang ada untuk penelitian ini. Penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini diantaranya adalah.

Azizah, dkk (2014) melakukan penelitian yang mengkaji pengaruh tinggi muka air tanah terhadap stabilitas lereng, dikarenakan derasnya aliran air sungai pada lereng sungai Gajah Putih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan sebelum dan setelah penggunaan geotekstil pada lereng sungai Gajah Putih Surakarta. Pengaruh panjang geotekstil dan jarak vertikal antar geotekstil (S_v) terhadap angka keamanan lereng dihitung secara manual menggunakan metode bishop. Faktor keamanan (SF) lereng sungai Gajah Putih Surakarta dihitung dalam kondisi tanpa geotekstil dan setelah perbaikan lereng dengan geotekstil. Penelitian ini

juga memperhitungkan pengaruh fluktuasi muka air tanah (MAT), penambahan beban akibat beban mati dan beban mati + beban hidup. Adanya fluktuasi muka air tanah dan penambahan beban sangat berpengaruh terhadap angka keamanan dari suatu lereng. Nilai Faktor Keamanan (SF) lereng sungai Gajah Putih lebih besar setelah pemasangan geotekstil.

Wicaksono, (2016) melakukan penelitian yang mengkaji pengaruh geotekstil pada perkuatan lereng Jalan raya Pacitan – Ponorogo yang terletak di Dusun Gayam, Desa Gemaharjo, Kecamatan Tegalombo, Kabupaten Pacitan. Analisis stabilitas lereng disimulasikan dengan menggunakan program Plaxis versi 8.2. Untuk perencanaan perkuatan pada lereng digunakan perkuatan geotekstil woven UW-250 produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul. Penelitian dilakukan guna mencari nilai angka aman lereng dengan menganalisis lereng asli terlebih dahulu lalu melakukan perlakuan penggantian geometri lereng, lalu penggunaan perkuatan geotekstil pada lereng geometri baru. Adanya perlakuan tersebut memberikan pengaruh pada lereng dengan naiknya nilai angka aman.

Pujianto, dkk (2017) melakukan penelitian yang mengkaji pengaruh pengaruh beban gempa terhadap stabilitas lereng, dikarenakan Kabupaten Wonogiri memiliki kontur tanah yang berbukit-bukit. Kasus yang akan dikaji pada penelitian ini adalah di daerah Desa Sendangmulyo, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri yang pernah terjadi longsor. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besar perubahan nilai faktor aman stabilitas lereng setelah dilakukan penambahan beban gempa. Penelitian ini

diawali dengan mengumpulkan data sekunder berupa data tanah, data profil lereng dan data beban hujan. Kasus penelitian lereng dianalisis dengan Slope/W untuk metode statik dan pseudo statik sedangkan Quake/W untuk metode dinamik. Lereng dikondisikan setelah hujan 2 harian yang diambil dari data sekunder.

3. LANDASAN TEORI

3.1. Kelongsoran

Berdasarkan Hardiyatmo (2014) kelongsoran lereng alam dapat terjadi dari hal-hal sebagai berikut ini.

1. Penambahan beban pada lereng. Tambahan beban lereng dapat berupa bangunan baru, tambahan beban air yang masuk ke pori-pori tanah maupun yang menggenangi di permukaan tanah dan beban dinamis oleh tumbuhan-tumbuhan yang tertiuip angin dan lain-lain.
2. Penggalan atau pemotongan tanah pada kaki lereng.
3. Penggalan yang mempertajam kemiringan lereng.
4. Perubahan posisi muka air secara cepat (*rapid drawdown*) (pada bendung, sungai dan lain-lain).
5. Kenaikan tekanan tanah lateral oleh air (air yang mengisi retakan akan mendorong tanah ke arah lateral).
6. Gempa bumi.
7. Penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng oleh akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh genangan air di dalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung yang mudah kembang susut dan lain-lain.

3.2. Stabilitas Lereng

Menurut Hardiyatmo (2014), pada permukaan tanah yang tidak horizontal atau miring, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring ini, disebut analisis stabilitas lereng. Analisis ini sering digunakan dalam perancangan - perancangan bangunan seperti jalan kereta api, bandara, bendungan, urugan tanah, saluran, dan lain-lain. Umumnya, analisis stabilitas lereng dilakukan untuk mengecek keamanan dari alam, lereng galian, dan lereng urugan tanah.

Analisis stabilitas lereng tidak mudah, karena terdapat banyak faktor yang sangat mempengaruhi hasil hitungan. Faktor-faktor tersebut, misalnya kondisi tanah yang berlapis-lapis, kondisi tanah yang anisotropis, aliran rembesan air dalam tanah dan lain – lainnya.

Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$SF = \tau / \tau_d \quad (1)$$

Dengan SF = faktor aman, τ = tahanan geser maksimum, τ_d = tahanan geser yang timbul akibat gaya berat tanah yang akan longsor.

3.3. Geotekstil

Menurut Hardiyatmo (2008), geotekstil adalah material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil polymeric, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (non woven), rajutan atau anyaman (woven) yang digunakan dalam

kontak dengan tanah/batu dan/atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil.

Berdasarkan Hardiyatmo (2008) perbedaan hitungan perencanaan dinding tanah bertulang terletak pada hitungan stabilitas intern dinding, yaitu perancangan dilakukan dengan memperhitungkan kekuatan tulangan-tulangan dalam menahan gaya cabur dan gaya Tarik oleh akibat gaya-gaya yang bekerja.

Dalam perancangan stsbilitas ekstern atau stabilitas luar (*external stability*) dinding tanah bertulang mempunyai kriteria yang sama seperti pada struktur dinding penahan tanah konvensional. Yaitu, struktur yang dianggap sebagai blok padat harus stabil terhadap bahaya penggeseran, penggulingan, keruntuhan pondasi dan stabilitas lereng global.

1. Stabilitas Eksternal

Stabilitas terhadap geser, lebar dasar struktur dinding tanah bertulang harus sedemikian hingga struktur terhindar dari resiko penggeseran pada dasarnya. Umumnya factor aman diambil sama dengan 1.5.

Faktor aman terhadap penggeseran dinyatakan oleh persamaan :

$$SF = \frac{L x H x \gamma b x \tan \delta b}{0.5 x H^2 x \gamma b x Ka + q x H x Ka + 2 x C x H x \sqrt{ka}} \quad (2)$$

dengan, L = lebar dasar dinding tanah atau panjang tulangan, Ka = koefisien tekanan tanah aktif, q = beban merata, H = tinggi dinding tanah, δb = sudut gesek antara tanah pondasi dan dasar struktur, γ = berat volume tanah, c = Kohesi

Stabilitas terhadap guling, Faktor aman terhadap penggulingan dinyatakan oleh persamaan :

$$SF = \frac{\Sigma MR}{\Sigma MD} = \frac{0.5 \times \gamma b \times H \times L^2}{0.5 \times P_q \times H + \left(\frac{1}{3}\right) \times P_s \times H - 0.5 \times P_c \times H} \quad (3)$$

dengan, ΣM_R = jumlah momen lawan, ΣM_D = jumlah momen penggulingan, W = berat struktur, L = lebar struktur, P_q = gaya horizontal total akibat beban terbagi rata, P_s = gaya horizontal akibat tekanan tanah di belakang struktur, P_c = gaya horizontal akibat kohesi pada tanah.

Untuk keamanan, dalam hitungan momen penggulingan, beban terbagi rata (q) tidak diperhitungkan menambah berat dari dinding tanah bertulang. Umumnya faktor aman terhadap penggulingan (SF) sama dengan 1.5-2.

Stabilitas terhadap eksentrisitas (e) diperoleh dengan mengambil jumlah momen terhadap pusat dasar dinding sama dengan nol

$$e = \frac{\Sigma MD}{R_v} = \frac{\left(P_q \times \frac{1}{2} H\right) + \left(P_s \times \frac{1}{3} H\right) - \left(P_c \times \frac{1}{2} H\right)}{(H \times \gamma b \times L) + (q \times L)} \quad (4)$$

dengan, R_v = beban vertical total termasuk beban terbagi rata ($W + qL$), W = berat struktur per meter (tegak lurus bidang gambar), $P_q = K_a \times q \times H$, $P_s = 0.5 \times K_a \times H^2 \times \gamma$, $P_c = 2 \times c \times \sqrt{K_a \times H}$.

Stabilitas terhadap daya dukung tanah harus cukup sehingga tidak akan terjadi keruntuhan akibat terlampauinya kapasitas dukung tanah diambil minimum sama dengan 1.5.

$$L \leq \frac{\sigma_{ult}}{H \times \gamma_b \text{ timb.} + q} \quad (5)$$

dengan, $q_{ult} = i_c \times c \times N_c + 0.5 \times L \times \gamma \times N_\gamma$, $ult = q_{ult} \times SF$.

2. Stabilitas Internal

Panjang overlap atau panjang lipatan (L_o) pada bagian penutup permukaan dinding yang diperkuat dengan geotekstil dihitung dengan persamaan :

$$L_o = \frac{\sigma_{hc} \times S_v \times SF}{2 \times \gamma b \times z_i \times \tan \emptyset} \geq 1 \quad (6)$$

dengan, z = kedalaman tulangan yang ditekuk masuk ketanah, σ_{hc} = tekanan horizontal rata-rata pada lipatan, SF = factor aman, S_v = jarak tulangan arah vertical, γ = berat volume tanah.

Panjang efektif geotekstil

Rumus:

$$L_e = \frac{\sigma_{hc} \times S_v \times SF}{2 \times \gamma b \times z_i \times \tan \emptyset} \geq 1 \quad (7)$$

dengan, z = kedalaman tulangan yang ditekuk masuk ketanah, σ_{hc} = tekanan horizontal rata-rata pada lipatan, SF = factor aman, S_v = jarak tulangan arah vertical, γ = berat volume tanah.

3.4. Turap

Dinding turap adalah dinding vertical yang berfungsi untuk menahan gaya horizontal yang bekerja dalam tanah. Turap dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu turap kantilever yang sering digunakan pada tanah dangkal. Namun bila tanah yang ditahan cukup dalam maka turap harus menggunakan angker. Turap sangat tidak cocok digunakan untuk menahan tanah yang sangat tinggi, dikarenakan memerlukan luas tampang

yang cukup yang besar. Selain itu turap juga tidak cocok digunakan pada tanah berbatuan dikarenakan akan menyulitkan saat proses pemancangan.

Perkuatan dilakukan menggunakan turap yang pada umumnya berbentuk dinding. System pada perkuatan ini bekerja dengan cara menahan gaya-gaya lateral. Turap yang digunakan untuk perkuatan tanah terbuat dari beton. Analisis dilakukan guna mencari kedalaman pile yang dibutuhkan guna menahan gaya lateral pada pile.

1. Koefisien tekanan tanah lateral

Menurut Rankine (1897) dalam Hardiyatmo (2014) koefisien tanah aktif (coefficient of active earth pressure) atau K_a , dinyatakan dengan Persamaan 8.

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi^\circ}{2}) \quad (8)$$

Koefisien tanah aktif (coefficient of active earth pressure) atau K_p , dinyatakan dengan Persamaan 9.

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \frac{\phi^\circ}{2}) \quad (9)$$

2. Tekanan tanah lateral akibat tanah

Tekanan tanah aktif total (P_a) untuk dinding penahan tanah setinggi H dinyatakan oleh Persamaan 10.

$$P_a = 0,5 \times K_a \times \gamma \times H^2 \quad (10)$$

3. Tekanan tanah lateral akibat tanah berlapis

Tekanan tanah aktif total (P_a) untuk tanah berlapis dinyatakan dengan Persamaan 11 Dan Persamaan 12.

$$P_{a1} = 0,5 \times K_{a1} \times \gamma_1 \times H_1 \times H_1 \quad (11)$$

$$P_{a2} = K_{a2} \times \gamma_1 \times H_1 \times H_2 \quad (12)$$

4. Tekanan tanah lateral akibat kohesi

Kohesi memberikan tekanan lateral, yang nilainya berlawanan. Tekanan tanah lateral akibat kohesi dinyatakan dengan Persamaan 13

$$P_{a1} = -2 \times c \times \sqrt{k_{a2}} \times H \quad (13)$$

5. Tekanan tanah lateral akibat beban terbagi rata

Beban terbagi merata memberikan tekanan tanah lateral yang dinyatakan dengan Persamaan 14

$$P_{a1} = q \times K_{a1} \times H \quad (14)$$

6. Tekanan tanah lateral akibat beban merata memanjang

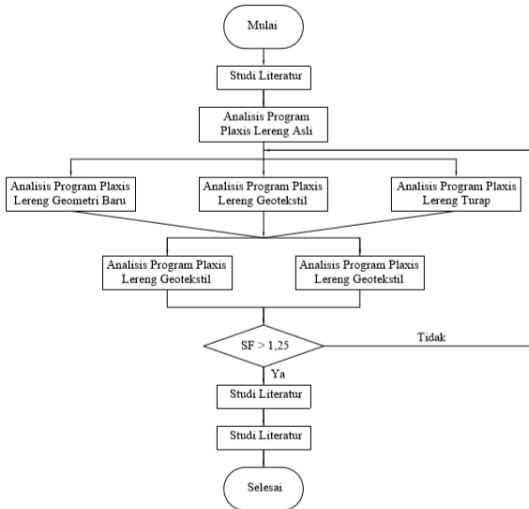
Menurut Terzaghi (1943) dalam Hardiyatmo (2014) Beban terbagi rata memanjang (q) yang berupa jalan raya dan kendaraan yang sejajar dengan dinding penahan tanah dan tidak tepat di sebelah dinding penahan tanah, maka diberikan persamaan 15.

$$\Sigma h = \left(\frac{2q}{\pi}\right) (\beta - \sin \beta \cos 2\alpha) \quad (15)$$

3.5. Program Plaxis

Program Plaxis adalah sebuah paket program yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas dalam bidang rekayasa geoteknik. Prosedur pembuatan model secara grafis yang mudah memungkinkan pembuatan suatu model elemen hingga yang rumit dapat dilakukan dengan cepat (Brinkgreve 2007),

4. METODOLOGI



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

Analisis stabilitas lereng pada tugas akhir ini menggunakan aplikasi program Plaxis 8.6. Untuk perencanaan perkuatan lereng digunakan perkuatan geotekstil dan perkuatan turap yang nantinya akan dibandingkan angka aman antara lereng asli, lereng dengan geometri baru, lereng geometri baru yang diperkuat geotekstil dan lereng yang diperkuat turap. Pemodelan lereng dilakukan secara 2D plane strain menggunakan program Plaxis 8.6. Beban yang digunakan adalah beban kendaraan sesuai dengan klasifikasi jalan sebesar 15 kN/m. Beban gempa, menggunakan beban gempa sesuai lokasi yaitu di daerah Ponorogo-Trenggalek. Kondisi lereng sudah mengalami kelongsoran dibagian bawah jalan. Muka air tanah terdapat pada kedalaman 8 m dari permukaan jalan.

5. HASIL ANALISIS

5.1. Data Umum

Dalam melakukan analisis stabilitas lereng menggunakan program Plaxis

diperlukan data input. Berikut adalah data-data inputnya.

1. Data beban kendaraan

Adapun data kendaraan dapat dilihat pada Tabel 1.

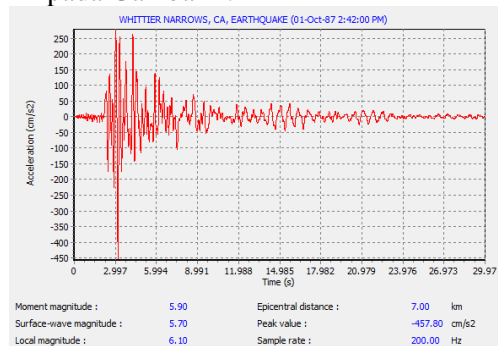
Tabel 1 Data Beban Kendaraan

Fungsi	Sistem Jaringan	Lalu Lintas Harian Rata-rata	Beban Lalu Lintas (kN/m ²)
Primer	Arteri	Semua	15
	Kolektor	>10.000	15
		<10.000	12
Sekunder	Arteri	>20.000	15
		<20.000	12
	Kolektor	>6.000	12
		<6.000	10
	Lokal	>500	10
		<500	10

Data beban yang digunakan dalam analisa stabilitas lereng pada jalan Ponorogo Trenggalek Sta 23+600 adalah 15 kN/m².

2. Data gempa

Adapun data gempa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Hubungan Antara Percepatan Gempa dan Waktu Gempa

Beban gempa dinamik dengan percepatan puncak gempa sebesar 0,457g. Untuk waktu interval digunakan waktu 5 detik.

3. Data geotekstil

Geotekstil yang digunakan dalam analisa stabilitas lereng ini adalah

jenis geotekstil woven atau geotekstil teranyam, geotekstil yang digunakan berasal dari PT. Tekindo Geosistem Unggul. Nilai *input* parameter geotekstil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Geotekstil Woven

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kekakuan Normal	EA	260	kN/m

4. Data turap

Pile yang digunakan dalam analisa stabilitas lereng ini adalah jenis turap beton, turap yang digunakan berasal dari PT Adhi Persadha Beton. Adapun nilai input parameter *pile* dapat dilihat pada Tabel 3.

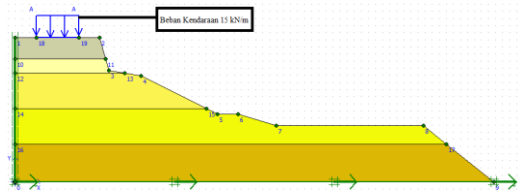
Tabel 3 Data Turap

No	Parameter Struktur	Simbol	Satuan	Sheet Pile
1	Modulus young	E	kN/m ²	35824977
2	Normal stiffness	EA	kN/m	11643118
3	Flexural rigidity	EI	kNm	102484
4	Berat struktur	w	kN	2,77
5	Angka poisson	v		0.15

5.2. Analisis Stabilitas Lereng Asli Menggunakan Program Plaxis

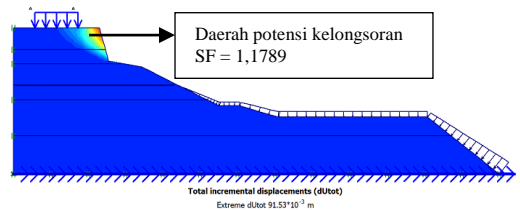
Dilakukan analisis pada lereng tanah asli untuk mengetahui safety factor apakah lereng sudah mampu menahan berat sendiri, beban kendaraan dan beban gempa. Adapun analisis dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan program Plaxis 8.6.

Pemodelan lereng asli menggunakan program Plaxis 8.6 dapat dilihat pada Gambar 3

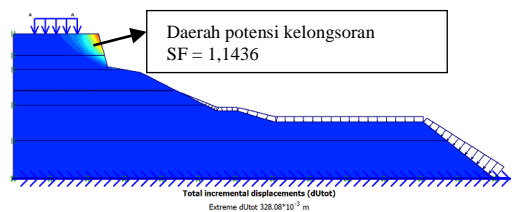


Gambar 3 Pemodelan Lereng Asli

Potensi keruntuhan lereng asli tanpa dan dengan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 berikut.



Gambar 4 Potensi Kelongsoran Lereng Asli Tanpa Beban Gempa



Gambar 5 Potensi Kelongsoran Lereng Asli Dengan Beban Gempa

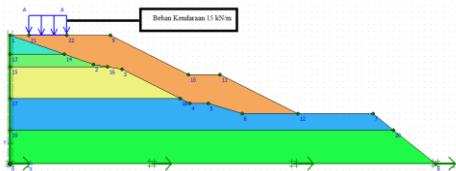
Potensi kelongsoran memperlihatkan daerah dimana kemungkinan lereng mengalami kelongsoran, berdasarkan hasil analisis plaxis potensi kelongsoran pada lereng asli tanpa beban gempa dan dengan beban gempa berbentuk *rotational slides*. Dari hasil tersebut juga dapat dilihat zona aktif dan zona pasif pada lereng, warna merah menunjukkan zona aktif dan warna biru menunjukkan zona pasif.

5.3 Lereng Geometri Baru (Sudut 27 °)

Pada tugas akhir ini untuk analisis stabilitas lereng dengan geometri baru

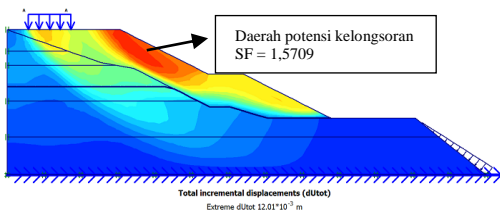
tanpa Perkuatan geotekstil dihitung dengan menggunakan program Plaxis versi 8.6.

Pemodelan lereng geometri baru menggunakan program Plaxis 8.6 dapat dilihat pada Gambar 6.

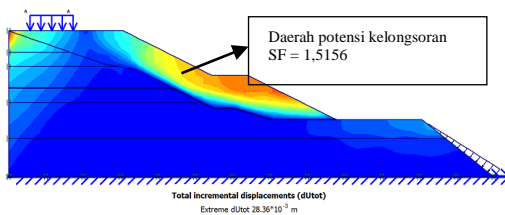


Gambar 6 Pemodelan Lereng Geometri Baru

Potensi keruntuhan lereng geometri baru tanpa dan dengan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7 Potensi Kelongsoran Lereng Geometri Baru Tanpa Beban Gempa



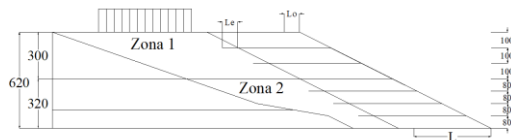
Gambar 8 Potensi Kelongsoran Lereng Geometri Baru Dengan Beban Gempa

5.4 Lereng Geometri Baru Dengan Perkuatan Geotekstil

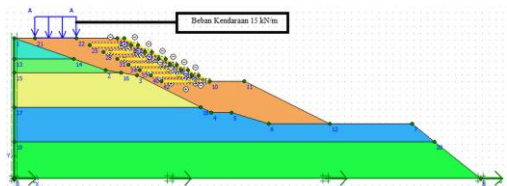
Pada tugas akhir ini untuk analisis stabilitas lereng dengan geometri baru tanpa Perkuatan geotekstil dihitung

dengan menggunakan program Plaxis 8.6.

Panjang serta jumlah geotekstil dihitung berdasarkan stabilitas eksternal dan internal nya dan didapatkan susunan geotekstil sesuai Gambar 9 dan pemodelan pada program Plaxis 8.6 pada Gambar 10.

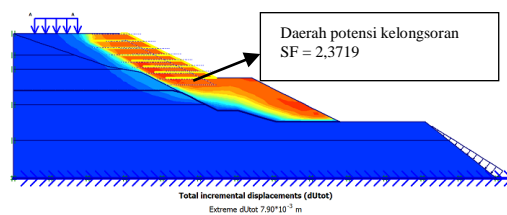


Gambar 9 Susunan Geotekstil

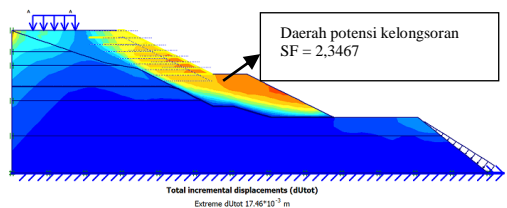


Gambar 10 Pemodelan Lereng Geometri Baru Dengan Perkuatan Geotekstil

Potensi keruntuhan lereng geometri baru perkuatan geotekstil tanpa dan dengan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11 Potensi Kelongsoran Lereng Geometri Baru Perkuatan Geotekstil Tanpa Beban Gempa

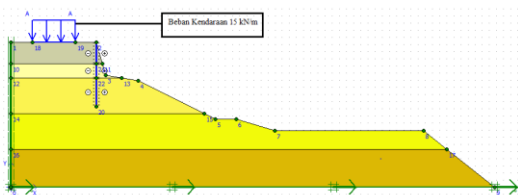


Gambar 12 Potensi Kelongsoran Lereng Geometri Baru Perkuatan Geotekstil Dengan Beban Gempa

5.5 Lereng Perkuatan Turap

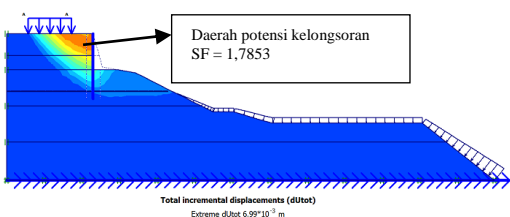
Pada tugas akhir ini untuk analisis stabilitas lereng dengan perkuatan turap dihitung dengan menggunakan program Plaxis 8.6.

Kedalaman turap dan tipe turap dihitung berdasarkan gaya-gaya yang bekerja pada turap. Adapun pemodelan pada program Plaxis 8.6 pada Gambar 13

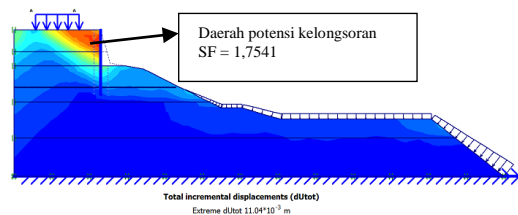


Gambar 13 Pemodelan Lereng Perkuatan Turap

Potensi keruntuhan lereng perkuatan turap tanpa dan dengan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15

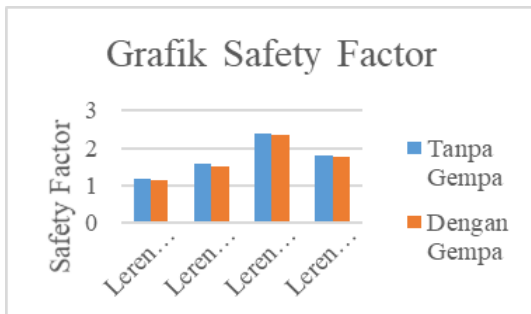


Gambar 14 Potensi Kelongsoran Lereng Perkuatan Turap Tanpa Beban Gempa



Gambar 15 Potensi Kelongsoran Lereng Perkuatan Turap Dengan Beban Gempa

Adapun gambar grafik *safety factor* dari masing masing perkuatan dapat dilihat pada Gambar 16



Gambar 16 Grafik *safety factor* dari masing masing perkuatan

6. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Dari hasil penelitian diatas, kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu.

1. Hasil analisis pada lereng asli Jalan Ponorogo-Trenggalek Sta. 23 + 600 menggunakan program Plaxis 8.6, dengan pemodelan lereng asli tanpa beban gempa didapatkan *safety factor* 1,1789, sedangkan pada lereng asli dengan beban gempa didapatkan *safety factor* 1,1436, kedua nilai tersebut <1,25, maka lereng dianggap labil dan mudah longsor.
2. Hasil analisis pada lereng geometri baru pada Jalan Ponorogo-Trenggalek Sta. 23 + 60 menggunakan program Plaxis 8.6, dengan pemodelan lereng geometri baru tanpa beban gempa didapatkan *safety factor* 1,5709, sedangkan pada lereng geometri baru dengan beban gempa didapatkan *safety factor*

1,5156. Kedua nilai tersebut $>1,25$, maka lereng dianggap aman.

3. Hasil analisis pada lereng geometri baru dengan perkuatan geotekstil pada Jalan Ponorogo-Trenggalek Sta. 23 + 60 menggunakan program Plaxis 8.6, dengan pemodelan lereng tanpa beban gempa didapatkan *safety factor* 1,7516, sedangkan pada lereng dengan beban gempa didapatkan *safety factor* 1,7475. Kedua nilai tersebut $>1,25$, maka lereng dianggap aman.
4. Hasil analisis pada lereng dengan perkuatan turap pada Jalan Ponorogo-Trenggalek Sta. 23 + 60 menggunakan program Plaxis 8.6, dengan pemodelan lereng tanpa beban gempa didapatkan *safety factor* 1,7831, sedangkan pada lereng dengan beban gempa didapatkan *safety factor* 1,7776. Kedua nilai tersebut $>1,25$, maka lereng dianggap aman.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka perlu adanya penelitian lanjut untuk penelitian ini. Adapun saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya. Pemodelan lereng dan analisis dapat dilakukan menggunakan software geoteknik yang lain, seperti *geoslope* dan STABB. Membandingkan dengan perkuatan-perkuatan lain, seperti dinding penahan tanah dan *soil nailing*. Menambah variasi muka air pada lereng, dikarenakan dibagian kanan bawah lereng merupakan sungai. ilakukan perhitungan perbandingan rancangan anggaran biaya antara penggunaan perkuatan geotekstil dan turap.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, F.N. 2014, “*Penggunaan Geotekstil Pada Lereng Sngai Putih Surakarta*”. Penelitian.Universitas Sebelas Maret.Surakarta.
- Bowles, J.E. 1989. “*Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah*”. Erlangga. Jakarta.
- Brinkgreve, R.B.J et al., 2007,*PLAXIS 2D-Versi 8*. Delft University of Technology and PLAXIS. Belanda.
- Das.B.M, 2010. *Principles Of Geotechnical Enginesring*. 7nd ed, Cengage Learning. USA.
- Hardiyatmo, H.C. 2008. *Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya*. Edisi Pertama, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2014a. “*Teknik Fondasi I*”. Edisi Ketiga, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Hardiyatmo, H.C.. 2014b. “*Mekanika Tanah 2*”, 5th Ed. Gadjah Mada University Press. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Pujianto, H. 2017.“*Pengaruh Beban Gempa Terhadap Stabilitas Lereng di Desa Sendangmulyo, Tirtomoyo, Wonogiri*”. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Wicaksono, E. N. 2016. “*Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Studi Kasus Jalan Pacitan-Ponorogo, Pada Lereng Sta. 228+450, Desa Gemaharjo*”.Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.