

Diterima : 17 April 2025 | Selesai Direvisi : 22 Mei 2025 | Disetujui : 16 Juni 2025 | Dipublikasikan : Juli 2025
DOI : <https://doi.org/10.24853/jk.16.2.107-117>
Copyright © 2025 Jurnal Konstruksia
This is an open access article under the CC BY-NC licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Pengaruh Beban Gempa Terhadap Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

Yerry Kahaditu Firmansyah¹, Arya Galih Ramadhan¹ dan Himatul Farichah¹

¹Prodi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

Email korespondensi: yerry.kahaditu.ts@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap gempa bumi akibat posisinya pada zona pertemuan tiga lempeng tektonik utama. Salah satu wilayah yang terdampak adalah Tulungagung, Jawa Timur, yang menjadi lokasi proyek pembangunan Jalan Lintas Selatan Lot 1A pada segmen STA 4+550. Pada lokasi ini, terdapat lereng di sisi bawah bahu jalan yang diperkuat menggunakan dinding penahan tanah tipe kantilever. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh beban gempa terhadap stabilitas lereng yang diperkuat dengan dinding penahan tanah tipe kantilever tersebut. Analisis stabilitas lereng eksisting dilakukan secara manual, kemudian untuk dengan beban gempa dilakukan menggunakan program bantu *GeoStudio*. Parameter tanah yang digunakan diperoleh dari hasil uji *borelog* yang kemudian dikorelasikan berdasarkan standar korelasi dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dan buku oleh Das. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa beban gempa, lereng eksisting memiliki faktor keamanan yang memenuhi persyaratan SNI 8460:2017, yaitu potensi penggulingan, penggeseran, dan keruntuhan daya dukung masing-masing mendapatkan nilai sebesar 4,93; 6,04; dan 9,72. Namun, setelah mempertimbangkan beban gempa dengan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) sebesar 0,4643g dan percepatan gempa terkoreksi (PGAM) sebesar 0,557g, faktor keamanan global lereng menurun menjadi 0,891, yang mengindikasikan nilai angka keamanan bawah batas minimum yang dipersyaratkan sebesar 1,1. Hal ini menunjukkan bahwa lereng tidak aman terhadap beban gempa dan diperlukan evaluasi terhadap desain dinding penahan tanah tipe kantilever untuk memastikan stabilitas lereng sesuai standar keamanan yang berlaku. Dilakukan penambahan geotekstil pada area timbunan menghasilkan peningkatan nilai faktor keamanan terhadap beban gempa, dari 0,897 menjadi 1,186. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa lereng tersebut telah memenuhi persyaratan keamanan terhadap beban gempa sebagaimana ditetapkan dalam standar, yaitu dengan nilai minimum sebesar 1,1.

Kata kunci: Stabilitas Lereng, Dinding Penahan Tanah, Beban Gempa

ABSTRACT

Indonesia is a country with a high level of vulnerability to earthquakes due to its position at the meeting zone of three major tectonic plates. One of the affected areas is Tulungagung, East Java, which is the location of the Lot 1A South Cross Road construction project at the STA 4+550 segment. At this location, there is a slope on the lower side of the road shoulder that is reinforced using a cantilever type retaining wall. This study aims to analyze the influence of earthquake loads on the stability of the slope reinforced with cantilever-type retaining walls. The stability analysis of the existing slope was carried out manually, then for the earthquake load was carried out using the *GeoStudio* auxiliary program. The soil parameters used were obtained from borelog test results which were then correlated based on correlation standards from the Ministry of Public Works and Housing and books by Das. The results of the analysis show that under conditions without earthquake loads, the existing slope has a factor of safety

that meets the requirements of SNI 8460:2017, namely the potential for overturning, sliding, and bearing capacity collapse, each getting a value of 4.93; 6.04; and 9.72. However, after considering the earthquake load with a maximum ground acceleration (PGA) of 0.4643g and a corrected earthquake acceleration (PGAM) of 0.557g, the global safety factor of the slope decreased to 0.891, which indicates a safety number value below the required minimum limit of 1.1. This indicates that the slope is not safe against earthquake loads and an evaluation of the cantilever-type retaining wall is required to ensure the stability of the slope according to the applicable safety standards. The addition of geotextiles to the embankment area resulted in an increase in the value of the factor of safety against earthquake loads, from 0.897 to 1.186. This increase indicates that the slope has met the requirements for safety against earthquake loads as stipulated in the standard, with a minimum value of 1.1.

Keywords: Slope Stability, Retaining Wall, Earthquake Load

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap gempa bumi karena terletak pada zona pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik [6]. Penelitian oleh Widiyantoro et al. (2020) menunjukkan bahwa wilayah Jawa Tengah dan Jawa Timur memiliki potensi mengalami gempa besar dengan magnitudo momen 8,9 dalam periode ulang sekitar 400 tahun, yang berisiko menimbulkan kerusakan infrastruktur dan korban jiwa [10]. Salah satu wilayah yang terletak di Jawa Timur adalah Tulungagung, dimana saat ini menjadi lokasi proyek pembangunan Jalan Lintas Selatan Lot 1A. Pada segmen STA 4+550 proyek JLS Lot 1A, terdapat lereng di sisi bawah bahu jalan yang memerlukan analisis stabilitas guna mencegah potensi longsor. Apabila lereng dinyatakan tidak stabil, maka perlu dilakukan perkuatan dengan konstruksi dinding penahan tanah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kumala & Wahyudi (2016), pada tahun 2016 Kabupaten Tulungagung memiliki nilai PGA sebesar 0,341g, sementara pada tahun 2025 nilai PGA meningkat menjadi 0,4632g [8]. Peningkatan nilai PGA ini mengindikasikan adanya perubahan tingkat risiko seismik di wilayah tersebut, yang harus menjadi perhatian dalam perencanaan desain dinding penahan tanah untuk memastikan keamanan dan

stabilitasnya [3]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ramdhani et al, penambahan dinding penahan tanah berperan signifikan dalam peningkatan nilai angka keamanan stabilitas lereng terhadap beban gempa [5]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh beban gempa terhadap stabilitas lereng yang diperkuat dengan dinding penahan tanah tipe kantilever pada lokasi proyek JLS Lot 1A STA 4+550. Beban gempa yang digunakan mengacu pada nilai percepatan tanah maksimum (PGA) di Tulungagung sebagaimana dirujuk dari Kementerian PUPR (2021) [4]. Analisis dilakukan secara manual serta menggunakan perangkat lunak GeoStudio.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kriteria stabilitas lereng

Dalam menganalisis stabilitas lereng, perlu diperhitungkan beban hidup, beban mati, dan gempa yang relevan dengan kondisi lereng galian atau timbunan.

a. Beban Lalu Lintas

Mengacu pada SNI 8460:2017, beban lalu lintas dikenakan pada seluruh lebar permukaan jalan, dengan besarnya ditentukan sesuai dengan klasifikasi jalan yang tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1. Beban Lalu Lintas [9]

Kelas Jalan	Beban Lintas (kPa)	Beban di Luar Jalan (kPa)
I	15	10
II	12	10
III	12	10

b. Beban Gempa

Beban gempa dimodelkan berdasarkan desain spektra Indonesia, dengan menggunakan beban gempa yang pernah terjadi di Pulau Jawa. Dalam penelitian ini, digunakan koefisien percepatan

horizontal (K_h) dan koefisien percepatan vertikal (K_v) untuk menghitung beban gempa yang terjadi. Sebagai persyaratan dalam analisis menggunakan model pseudo-statik, nilai faktor keamanan minimum harus melebihi 1,1.

Perhitungan koefisien percepatan vertikal dan horizontal dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$K_h = 0,5 \frac{a_d}{g} \quad (1)$$

$$K_v = 0,5 K_h \quad (2)$$

$$PGAM = F_{PGA} \times PGA \quad (3)$$

Dengan a_d = percepatan gempa terkoreksi (PGAM), F_{PGA} = koefisien situs dari Tabel 2.

Tabel 2. Koefisien Situs F_{PGA} [9]

Kelas Situs	PGA ≤ 0,1	PGA = 0,2	PGA = 0,3	PGA = 0,4	PGA = 0,5	PGA ≥ 0,6
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
SE	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1
SF	SS ^(a)					

c. Faktor Keamanan Lereng

Persyaratan nilai faktor keamanan untuk analisis stabilitas lereng tanah disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng Tanah [9]

Biaya dan konsekuensi dari kegagalan lereng	Tingkat Ketidakpastian Rendah ^a	Tingkat Ketidakpastian Tinggi ^b
Biaya perbaikan setara dengan tambahan biaya desain konservatif	1,25	1,5

Biaya perbaikan melebihi tambahan biaya desain konservatif

1,5 2,0 atau lebih

^aKetidakpastian rendah merujuk pada kondisi di mana geologi dapat dimengerti dengan baik, tanah menunjukkan keseragaman, dan hasil investigasi tanah dinilai konsisten, lengkap, serta representatif terhadap kondisi aktual di lapangan.

^bKetidakpastian tinggi mengindikasikan situasi geologi yang kompleks, kondisi tanah yang sangat bervariasi, serta hasil penyelidikan tanah yang tidak konsisten dan kurang dapat dipercaya.

Faktor keamanan dinding penahan tanah

Tabel 4 memuat faktor keamanan dinding penahan tanah berdasarkan SNI 8460:2017.

Tabel 4. Faktor Keamanan Dinding Penahan Tanah [9]

<i>Stabilitas</i>	<i>Syarat Faktor Keamanan</i>
Terhadap guling	$FK \geq 2$
Terhadap geser lateral	$FK \geq 1,5$
Terhadap daya dukung	$FK \geq 3$
Terhadap stabilitas global	$FK \geq 1,5$
Terhadap gempa	$FK \geq 1,1$

Perhitungan manual

- a. Kontrol Stabilitas Terhadap Guling
Kontrol stabilitas terhadap guling diperlukan untuk memastikan bahwa dinding penahan tanah tetap stabil. Menurut Hardiyatmo (2011) untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah terhadap guling digunakan persamaan sebagai berikut [2]:

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \geq 2 \quad (4)$$

$$\sum M_w = \sum W b_1 \quad (5)$$

$$\sum M_{gl} = \sum P_{ah} h_1 + \sum P_{av} B \quad (6)$$

Dengan F_{gl} = faktor aman guling, $\sum M_w$ = total momen yang melawan penggulingan (kN.m), $\sum M_{gl}$ = total momen yang menyebabkan penggulingan (kN.m) W = berat tanah di atas pelat pondasi dan berat dinding penahan (kN), B = lebar alas dinding penahan (m), $\sum P_{ah}$ = total gaya horizontal (kN), $\sum P_{av}$ = total gaya vertikal (kN).

- b. Kontrol Stabilitas Terhadap Geser
Menurut Hardiyatmo (2011), faktor keamanan terhadap penggeseran dapat dijabarkan sebagai berikut [2]:

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 1,5 \quad (7)$$

Dimana untuk tanah $c - \varphi$ ($\varphi > 0$ dan $c > 0$)

$$\sum R_h = c_a B + W \tan \delta_b \quad (8)$$

$$C_a = a_d \times c \quad (9)$$

Dengan F_{gs} = faktor aman geser, $\sum R_h$ = gaya tahan dinding penahan tanah terhadap penggeseran, W = berat total dinding penahan serta tanah di atas pelat pondasi (kN), δ_b = sudut gesek antara tanah dan dasar pondasi, biasanya berkisar antara $1/3 - (2/3)$ dari sudut geser internal tanah (φ), c_a = adhesi antara tanah dan dasar dinding (kN/m²), c = kohesi tanah dasar (kN/m²), a_d = faktor pondasi, B = lebar pondasi (m), $\sum P_h$ = total gaya horizontal yang bekerja (kN).

- c. Kontrol Stabilitas Terhadap Keruntuhan Daya Dukung
Menurut Hardiyatmo (2011), kapasitas dukung ultimit untuk beban eksentris dan beban miring dihitung berdasarkan persamaan Hansen dan Vesic (1975).

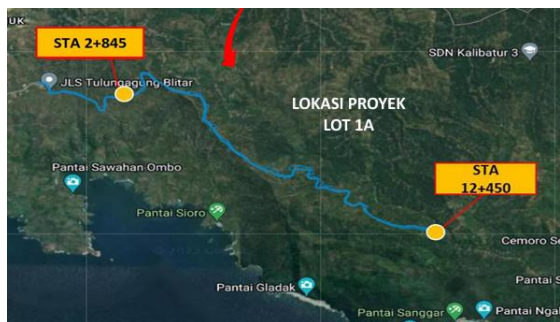
$$q_u = c d_c i_c N_c + d_q i_q D_f \gamma N_q + d_\gamma i_\gamma 0.5 b \gamma N_\gamma \quad (10)$$

Dengan d_c, d_q, d_γ = faktor kedalaman, i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban, N_c, N_q, N_γ = faktor kapasitas daya dukung, e = eksentrisitas beban (m), c = kohesi (t/m²) γ = berat isi tanah (kN/m³), D_f = kedalaman pondasi (m), B = lebar kaki dinding penahan (m).

3. METODE

Lokasi penelitian

Gambar 1 menyajikan peta yang menunjukkan lokasi penelitian, yaitu pada proyek Pembangunan Jalan Lintas Selatan Lot 1A.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan data

Penelitian ini memanfaatkan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data sekunder meliputi gambar *shop drawing* penampang melintang pada STA 4+500, parameter tanah yang diperoleh dari hasil pengujian borelog yang dikorelasikan dengan standar korelasi dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat [7] dan Das [1], data beban merata yang mengacu pada ketentuan SNI 8460:2017, serta spesifikasi teknis dinding penahan tanah yang digunakan dalam proses perencanaan. Adapun data primer diperoleh melalui perhitungan manual, yang meliputi analisis faktor keamanan dinding penahan tanah terhadap gaya geser, gaya guling, dan keruntuhan daya dukung, serta analisis stabilitas global baik sebelum maupun sesudah mempertimbangkan beban gempa, dengan bantuan perangkat lunak *GeoStudio*.

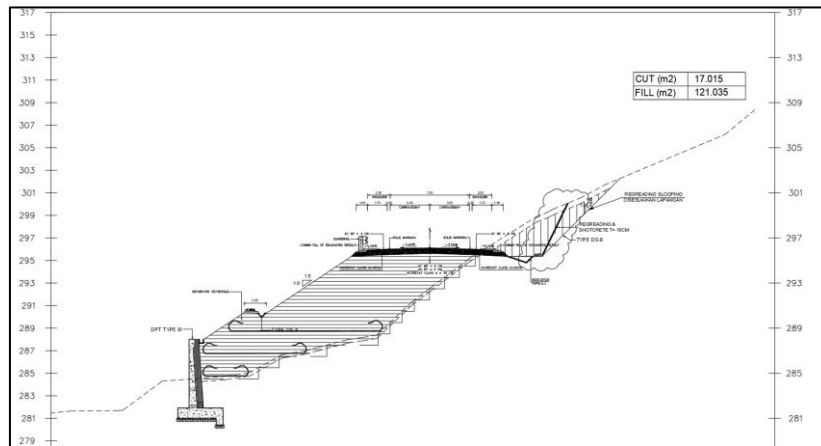
Tahapan analisis

Adapun langkah-langkah perhitungan dan analisis pada penelitian ini sebagai berikut:

- Analisis stabilitas lereng eksisting menggunakan perhitungan manual
- Analisis stabilitas lereng eksisting menggunakan program lunak *GeoStudio*
- Analisis stabilitas lereng dengan tambahan beban gempa menggunakan program lunak *GeoStudio*
- Rekapitulasi angka keamanan stabilitas lereng sebelum dan sesudah ditambahkan beban gempa

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan dengan menggunakan data parameter tanah serta konfigurasi geometri lereng yang diperoleh dari gambar penampang melintang (*cross section*) pada STA 4+550 dan hasil uji borelog. Nilai N-SPT yang diperoleh dari hasil pengujian borelog kemudian dikorelasikan dengan berbagai parameter tanah, meliputi berat volume (γ), berat volume jenuh (γ_{sat}), kohesi efektif (c'), sudut geser dalam (ϕ), modulus elastisitas (E), dan rasio pori (v), sesuai dengan pedoman yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga (2019). Penampang lintang pada STA 4+550 ditampilkan pada Gambar 3. Adapun nilai N-SPT dari hasil uji borelog disajikan pada Tabel 5, sedangkan parameter tanah yang digunakan dalam analisis stabilitas lereng tercantum dalam Tabel 6.



Gambar 2. Cross Section STA 4+550

Tabel 5. N-SPT Pengujian Borelog

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	N-SPT (blow/ft)
0	Lempung	NA
1		NA
2		9
3		13
4	Lanau	13
5		13
6		15
7		18
8		15
9		11

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	N-SPT (blow/ft)
10	Lempung	10
11		10
12		13
13		18
14		18
15		17
16		13
17		8
18		14
19		24
20		NA

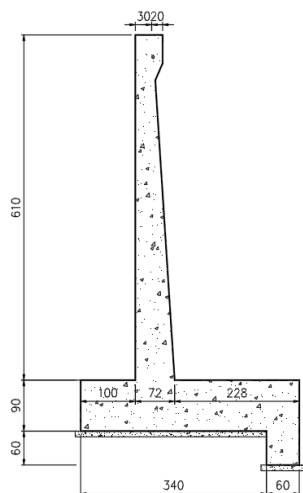
Tabel 6. Parameter Tanah Eksisting dan Timbunan

Parameter Tanah Timbunan							
Kedalaman (m)	Jenis Tanah	γ_{sat} kN/m ³	γ kN/m ³	E kPa	c' kN/m ²	ν	ϕ' °
-	Lanau	18.43	12.00	20000	5	0.3	25
Parameter Tanah Eksisting							
Kedalaman (m)	Jenis Tanah	γ_{sat} kN/m ³	γ kN/m ³	E kPa	c' kN/m ²	ν	ϕ' °
0 - 1	Lempung	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2 - 12	Lanau	18.29	16.90	20000	10.00	0.30	30.02
13 - 18	Lempung	18.63	17.38	9000	10.00	0.20	32.00
19	Lempung	20.00	19.80	20000	10.00	0.20	32.00

Hasil perhitungan manual

Direncanakan dinding penahan tanah dengan tinggi 7 m, lebar 4 m, dan kuat

tekan beton sebesar 30 MPa. Gambar 3 memuat detail perencanaan dinding penahan tanah.



Gambar 3. Detail Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Data beban merata didapatkan berdasarkan SNI 8460:2017 dimana, kondisi eksisting lereng termasuk dalam kelas 1 sehingga mendapatkan beban merata sebesar 15 kPa.

a. Faktor Keamanan Terhadap Guling

Untuk menghitung stabilitas terhadap guling digunakan persamaan (4), seperti dibawah ini:

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \geq 2$$

$$F_{gl} = \frac{\sum Wb_1}{\sum P_{ah}h_1 + \sum P_{av}B}$$

$$F_{gl} = 4,93$$

Berdasarkan SNI 8460, suatu lereng dinyatakan stabil terhadap potensi guling apabila nilai faktor keamanannya melebihi 2. Mengacu pada hasil perhitungan yang menunjukkan nilai faktor keamanan terhadap guling sebesar 4,93, maka lereng tersebut dapat dinyatakan aman terhadap kegagalan guling.

b. Faktor Keamanan Terhadap Penggeseran

Untuk menghitung stabilitas terhadap guling digunakan persamaan (7), seperti dibawah ini:

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 1,5$$

$$\sum R_h = c_a B + W \tan \delta_b$$

$$\sum R_h = 715,74 \text{ kN}$$

$$F_{gs} = 6,04$$

Berdasarkan SNI 8460, suatu lereng dinyatakan stabil terhadap potensi geser apabila nilai faktor keamanannya melebihi 1,5. Mengacu pada hasil perhitungan yang menunjukkan nilai faktor keamanan terhadap geser sebesar 6,04, maka lereng tersebut dapat dinyatakan aman terhadap kegagalan geser.

c. Faktor Keamanan Terhadap Keruntuhan Daya Dukung

Untuk menghitung stabilitas terhadap guling digunakan persamaan (10) dan (11), seperti dibawah ini:

$$q_u =$$

$$c d_c i_c N_c + d_q i_q D_f \gamma N_q + d_\gamma i_\gamma 0.5 b \gamma N_\gamma$$

$$q_u = 1854,68 \text{ kN/m}^2$$

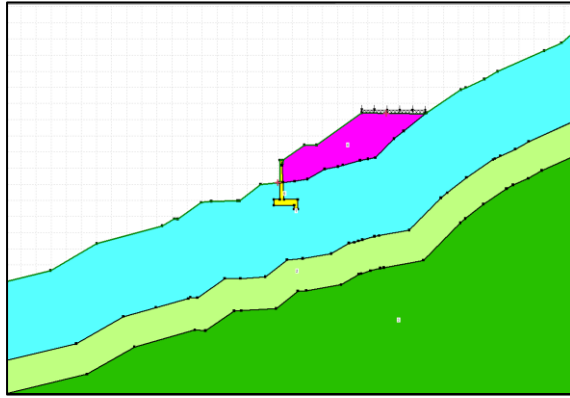
$$SF = \frac{q_u}{q} \geq 3$$

$$SF = 9,72$$

Berdasarkan SNI 8460, suatu lereng dinyatakan stabil terhadap keruntuhan daya dukung apabila nilai faktor keamanannya melebihi 3. Mengacu pada hasil perhitungan yang menunjukkan nilai faktor keamanan terhadap keruntuhan daya dukung sebesar 9,72, maka lereng tersebut dapat dinyatakan aman terhadap keruntuhan daya dukung.

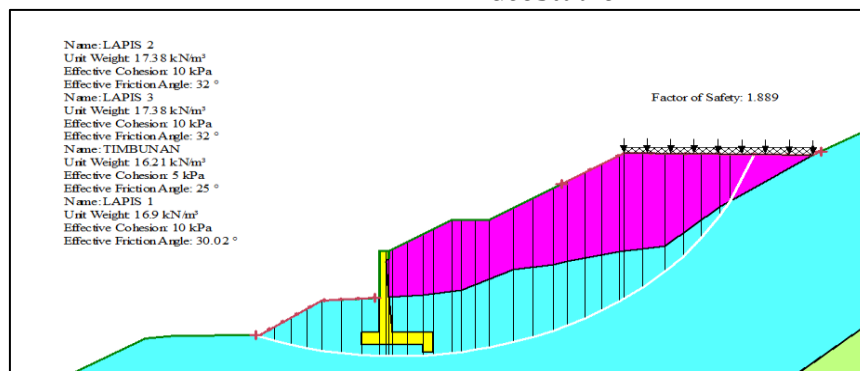
Analisis stabilitas lereng eksisting menggunakan GeoStudio

Lereng dimodelkan berdasarkan gambar cross section yang tercantum pada gambar 2 dengan parameter tanah yang tercantum pada tabel 6. Gambar 4 menunjukkan pemodelan geometri lereng yang akan dianalisis menggunakan program bantu GeoStudio.



Gambar 4. Pemodelan Lereng Pada
GeoStudio

Berdasarkan hasil analisis stabilitas pada lereng eksisting menggunakan metode Morgenstern-Price, diperoleh nilai faktor keamanan stabilitas global sebesar 1,889. Mengacu pada ketentuan SNI 8460:2017, suatu lereng dinyatakan aman apabila nilai faktor keamanannya melebihi 1,5. Hasil analisis stabilitas lereng eksisting yang dilakukan menggunakan perangkat lunak *GeoStudio* ditampilkan pada gambar 5, sedangkan tabel 7 menyajikan rekapitulasi perbandingan antara hasil perhitungan manual dan hasil analisis dengan *GeoStudio*.



Gambar 5. Hasil Stabilitas Lereng Eksisting Menggunakan *GeoStudio*

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Manual dan Hasil Analisis *GeoStudio*

<i>Stabilitas</i>	<i>Perhitungan Empiris</i>	<i>Program GeoStudio</i>	<i>Faktor Aman</i>	<i>Keterangan</i>
Penggulingan	4,93	–	$SF \geq 2$	Aman
Penggeseran	6,04	–	$SF \geq 1,5$	Aman
Daya dukung tanah	9,72	–	$SF \geq 3$	Aman
Global	–	1,889	$SF \geq 1,5$	Aman

Analisis pengaruh beban gempa terhadap stabilitas lereng menggunakan *GeoStudio*

Berdasarkan data yang diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR, 2021), nilai percepatan tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) di wilayah Kabupaten Tulungagung tercatat sebesar 0,4643g. Mengacu pada SNI 8460:2017, koefisien seismik horizontal merupakan nilai PGA terkoreksi berdasarkan kondisi situs yang tercantum dalam tabel 2. Oleh karena itu, percepatan horizontal dapat

dihitung menggunakan persamaan (3) berikut:

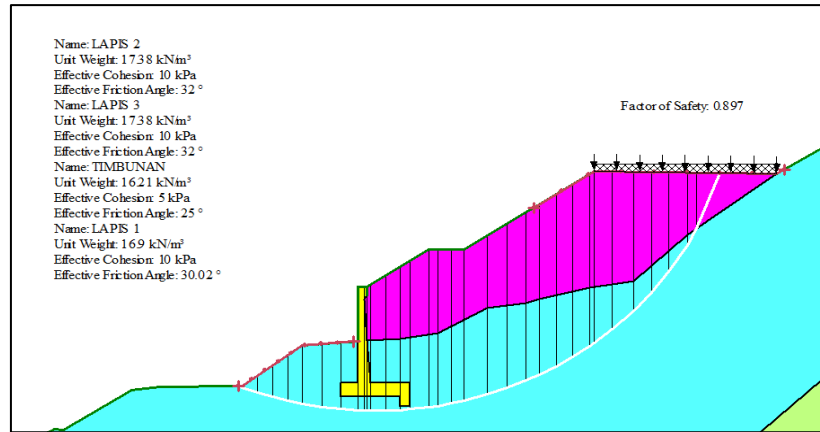
$$PGAM = F_{PGA} \times PGA$$

$$PGAM = 0,557 \text{ g}$$

Selanjutnya, analisis pengaruh beban gempa terhadap stabilitas lereng dilakukan menggunakan perangkat lunak *GeoStudio*. Hasil analisis menggunakan metode *Morgenstern-Price* menunjukkan bahwa nilai faktor keamanan lereng terhadap kondisi seismik adalah sebesar 0,891. Berdasarkan ketentuan dalam SNI 8460:2017, nilai tersebut berada di bawah batas minimum angka yang

dipersyaratkan, yaitu 1,1, sehingga lereng dinyatakan tidak aman terhadap beban gempa. Dengan demikian, diperlukan kajian dan evaluasi ulang terhadap perencanaan dinding penahan tanah guna memastikan bahwa stabilitas lereng dapat memenuhi persyaratan faktor keamanan

pada kondisi gempa. Gambar 6 menyajikan hasil analisis faktor keamanan setelah lereng dikenai beban gempa. Rekapitulasi nilai angka keamanan stabilitas lereng baik sebelum dan sesudah ditambahkan beban gempa tercantum pada tabel 8.



Gambar 6. Hasil Analisis Stabilitas Lereng Dengan Beban Gempa

Tabel 8. Rekapitulasi Angka Keamanan Sebelum dan Sesudah Ditambahkan Beban Gempa

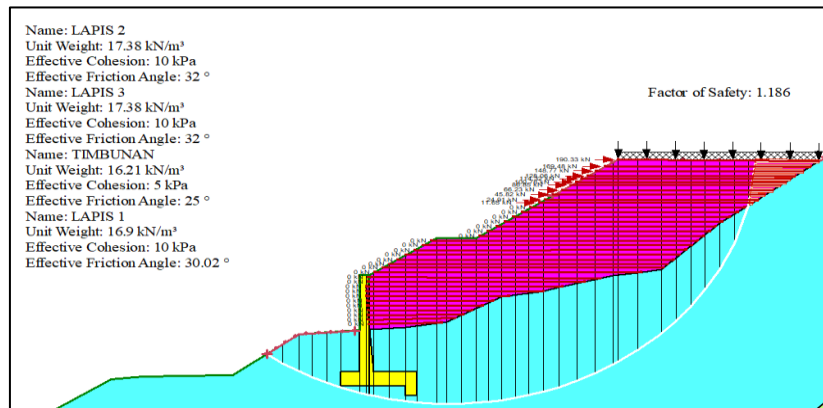
Kondisi	Angka Keamanan	Faktor Keamanan	Keterangan
Lereng Eksisting	1,73	SF $\geq$ 1,5	Aman
Lereng Eksisting Pada Kondisi Beban Gempa	0,891	SF $\geq$ 1,1	Tidak Aman

Modifikasi desain perkuatan pada Lereng

Direncanakan penambahan geotextile pada area timbunan dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tensile Strength = 55 kN/m
 Berat = 250 gr/m²
 Ketebalan = 1,1 mm
 Jarak antar layer = 30 cm
 Jumlah layer = 36 layer
 Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak *GeoStudio* dengan

percepatan gempa horizontal sebesar 0,557 g. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor keamanan terhadap beban gempa sebesar 1,186. Berdasarkan SNI 8460:2017, lereng tersebut dinyatakan aman karena faktor keamanannya terhadap beban gempa melebihi nilai batas minimum sebesar 1,1. Gambar 7 menyajikan hasil analisis, sementara tabel 9 menampilkan perbandingan hasil sebelum dan sesudah penambahan geotekstil pada area timbunan.



Gambar 7. Hasil Modifikasi Desain Perkuatan Pada Lereng

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Sebelum dan Sesudah Ditambahkan *Geotextile*

Kondisi	Angka Keamanan	Faktor Keamanan	Keterangan
Lereng Eksisting	1,73	$SF \geq 1,5$	Aman
Lereng Eksisting Pada Kondisi Beban Gempa	0,891	$SF \geq 1,1$	Tidak Aman
Lereng Eksisting Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Dinding Penahan Pada Kondisi Beban Gempa	1,186	$SF \geq 1,1$	Aman

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis stabilitas lereng pada proyek Jalan Lintas Selatan Lot 1A STA 4+550 yang dilakukan secara manual dan dengan perangkat lunak *GeoStudio*, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

A. Hasil analisis stabilitas lereng eksisting mengindikasikan bahwa nilai faktor keamanan lereng melebihi batas minimum yang ditetapkan dalam SNI 8460:2017. Faktor keamanan terhadap potensi penggulingan, penggeseran, dan keruntuhan daya dukung masing-masing mendapatkan nilai sebesar 4,93; 6,04; dan 9,72 berdasarkan perhitungan manual, sedangkan faktor keamanan global yang diperoleh melalui perangkat lunak *GeoStudio* adalah 1,73. Hasil ini menegaskan bahwa dalam kondisi tanpa beban gempa, lereng eksisting tergolong aman dan memenuhi persyaratan stabilitas.

B. Berdasarkan perhitungan yang mengacu pada PGA maksimum wilayah Tulungagung sebesar 0,4643 g dan koefisien situs, diperoleh percepatan gempa terkoreksi (PGAM) sebesar 0,557 g. Pemodelan seismik dengan perangkat lunak *GeoStudio* menghasilkan faktor keamanan global lereng sebesar 0,781. Mengacu pada SNI 8460:2017 yang menetapkan nilai minimum faktor keamanan sebesar 1,1, maka lereng dinyatakan tidak memenuhi persyaratan keamanan terhadap beban gempa.

C. Perencanaan penambahan geotekstil dilakukan dengan spesifikasi *tensile strength* sebesar 55 kN/m dan ketebalan 1,1 mm. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan geotekstil pada area timbunan mampu meningkatkan nilai faktor keamanan, dari semula 0,891 menjadi 1,186. Berdasarkan SNI 8460:2017, lereng tersebut dinyatakan aman karena nilai

faktor keamanan terhadap beban gempa melebihi batas minimum yang disyaratkan, yaitu 1,1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. M. Das, *Principles of Foundation Engineering*, 6th ed. 2007. [Online]. Available: www.brookscole.com
- [2] H. Hardiyatmo, *ANALISIS & PERANCANGAN FONDASI*, 4th ed. Gadjah Mada University Press, 2011.
- [3] J. T. Sihotang, S. G. Rondonuwu, and A. N. Sarajar, "Pengaruh Beban Gempa terhadap Kestabilan Lereng Menggunakan Perkuatan Soil Nailing (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado Outer Ring Road III)," *TEKNO*, vol. 21, no. 84, 2023.
- [4] Kementerian PUPR, "RSA Cipta Karya," <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>.
- [5] M. Ramdhani, N. S. Surjandari, and Y. M. Purwana, "ANALISIS STABILITAS LERENG AKIBAT BEBAN GEMPA DENGAN PERKUATAN DINDING PENAHAN TANAH MENGGUNAKAN SOFTWARE GEOSLOPE DI DESA TAMBAKMERANG, GIRIMARTO, WONOGIRI," *MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 2020.
- [6] R. Nainitania and D. Darmawan, "ANALISIS ZONA GENANGAN TSUNAMI AKIBAT GEMPA BUMI MEGATHRUST DI SELATAN PULAU JAWA," *Jurnal Ilmu Fisika dan Terapannya*, vol. 8, no. 2, 2021.
- [7] R. Warman, "Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik dan Fondasi," 2019
- [8] S. A. Kumala and Wahyudi, "ANALISIS NILAI PGA (PEAK GROUND ACCELERATION) UNTUK SELURUH WILAYAH KABUPATEN DAN KOTA DI JAWA TIMUR," *INERSIA*, vol. 11, 2020.
- [9] SNI 8460, "Persyaratan Perancangan Geoteknik," 2017 [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [10] S. Widiyantoro *et al.*, "Implications for megathrust earthquakes and tsunamis from seismic gaps south of Java Indonesia," *Sci Rep*, vol. 10, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.1038/s41598-020-72142-z.