



Analisis Kekuatan Geser Pada Perencanaan Jalan Tol Sentul - Karawang

^{1*}Kevin Hutama Syahputra, ²Syahril, ³Resti Meysita Pramaesti

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Jawa Barat, 40559, Indonesia

*Corresponding author: kevin.hutama@polban.ac.id

Abstract

In the planning of the Sentul-Karawang Toll Road, the soil used is Clay Shale. This type of soil has large shrinkage and swelling properties when there is a change in water content, because the strength of a structure will be directly influenced by the ability of the base soil to receive and transmit the working load. The Sentul-Karawang Toll Road Planning Project is currently in the implementation stage with a length of 59,061 KM. from the transverse parameters, it is planned for an inner shoulder width of 1 m, an outer shoulder width of 3 m and a traffic lane width of 4 m. From this study, an analysis was conducted at two locations, namely Sta.4+150 and Sta.9+350 to recommend the necessary treatment for Clay Shale soil. The embankment location will use 1m replacement reinforcement and 10 layers of 200kN Woven Geotextile. The purpose of the Geotextile itself is reinforcement to increase the tensile strength of the soil. From the results of the analysis using Plaxis 2D, the safety factor (SF) value was obtained. The results of the analysis at Sta.9+350 with a 3m embankment height required 1m replacement treatment, the static safety factor value was 5.5 and the earthquake safety factor was 2,702. While Sta. 4+150 embankment with a height of Hmax = 30 m embankment using 10 layers of 200kN Woven geotextile reinforcement obtained a static safety factor value of 2,336 and an earthquake safety factor of 1,178. It can be concluded that the results of the analysis using Plaxis 2D using Geotextile Woven 200 kN effectively increase the shear strength of Clay Shale soil.

Keywords: clay shale soil, soil improvement, geotextile, plaxis 2D, safety factor.

Abstrak

Pada perencanaan jalan Tol Sentul-Karawang ini memiliki tanah *Clay Shale*. Jenis tanah yang mempunyai sifat kembang susut tanah yang besar apabila terjadi perubahan pada kadar air, karena kekuatan pada suatu struktur secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Proyek Perencanaan Jalan Tol Sentul-Karawang yang saat ini dalam tahap pelaksanaan dengan Panjang penanganan yaitu 59.061 KM. dari parameter melintang di rencanakan untuk lebar bahu dalam 1 m, lebar bahu luar 3 m dan lebar lajur lalu lintas yaitu 4 m. Dari penelitian ini dilakukan analisa pada dua lokasi yaitu Sta.4+150 dan Sta.9+350 untuk merekomendasikan penanganan yang perlu dilakukan untuk tanah *Clay Shale*. Lokasi timbunan akan menggunakan perkuatan replacement 1m dan Geotextile Woven 200kN sebanyak 10 lapis. Tujuan dari Geotextile itu sendiri adalah perkuatan (reinforcement) untuk meningkatkan kekuatan tarik pada tanah. Dari hasil analisis menggunakan Plaxis 2D mengetahui didapatkan nilai faktor keamanan (SF). Hasil analisis pada Sta.9+350 dengan ketinggian timbunan 3m dibutuhkan penanganan replacement 1m di dapatkan nilai faktor keamanan statis 5.5 dan faktor keamanan gempa didapatkan 2.702. Sedangkan Sta. 4+150 timbunan dengan ketinggian timbunan Hmax = 30 m dengan menggunakan kekuatan geotextile Woven 200kN sebanyak 10 lapis didapatkan nilai faktor keamanan Statis 2.336 dan untuk faktor keamanan gempa didapatkan 1.178. Dapat disimpulkan bahwa hasil analisa menggunakan Plaxis 2D dengan menggunakan Geotextile Woven 200 kN efektif meningkatkan kekuatan geser pada tanah *Clay Shale*.

Kata kunci : tanah *clay shale*, penanganan tanah, geotextile, plaxis 2D, faktor keamanan.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-08-2025 | Selesai Revisi : 22-10-2025 | Diterbitkan Online : 02-11-2025

1. Pendahuluan

Perkembangan dan pertumbuhan pada suatu kota tidak akan terlepas dengan bertambahnya jumlah penduduk dari berbagai aktivitas dengan tingkat mobilitas yang cukup tinggi. Berdasarkan studi terdahulu mengenai rencana jaringan jalan tol, [1] hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukannya pembangunan ruas jalan tol baru sebagai bentuk pengembangan jaringan jalan.

Berdasarkan studi-studi terdahulu mengenai rencana induk jaringan jalan tol, menunjukkan perlu dilakukannya pembangunan ruas jalan tol baru sebagai bentuk pengembangan jaringan jalan, khususnya jalan tol di Indonesia. Preliminary Design Perencanaan Jalan Tol Sentul–Karawang diperlukan sebagai acuan untuk tahap selanjutnya dalam Penyusunan Rencana Teknik Akhir (RTA) sekaligus sebagai pedoman sebagai Badan Usaha Jalan Tol dalam mengendalikan biaya konstruksi serta biaya investasi jalan tol tersebut. Keberadaan tol ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas jalan eksisting di Jaderobotabek serta mengatasi macet di Puncak.

Kondisi di lapangan memiliki jenis tanah clay shale yang dimana tanah tersebut salah satu jenis tanah yang mempunyai karakter kembang susut yang besar apabila terjadi perubahan kadar air. Tanah akan mengembang (swelling) pada kondisi basah dan akan menyusut (shrinkage) pada kondisi kering yang menyebabkan clay shale sangat mudah sekali mengalami penurunan durabilitasnya dan penurunan kuat gesernya (strength degradation) apabila terekspos langsung oleh perubahan iklim, cuaca dan stress relieve,

sehingga menimbulkan masalah dibidang geoteknik, seperti seperti kesulitan dalam memilih material timbunan, daya dukung pondasi, kestabilan lereng konstruksi bawah tanah dan lain sebagainya. Selain banyak menimbulkan masalah, para pakar kesulitan dalam pengklasifikasiannya. Hal ini disebabkan karena clay shale mempunyai sifat (intermediate behavior) tanah dan batuan.

Menurut [1] analisis tanah *clay shale* dengan menggunakan metode kesetimbangan batas untuk mengestimasi nilai faktor keamanan (SF) dan probabilitas kegagalan lereng sebelum dan sesudah pemasangan perkuatan lereng. Penggunaan perkuatan pada lereng yang merupakan tanah *clay shale* berupa barisan tiang pancang pipa baja dan cerucuk kayu dengan penggalian sedalam 3 m dari permukaan tanah eksisting. Tujuan ini adalah untuk dapat meningkatkan faktor keamanan lereng menjadi 1,25. Hasil analisis [1] probabilistik berbasis simulasi Monte-Carlo dengan jumlah simulasi yang bervariasi antara 2.000 hingga 20.000 simulasi menunjukkan bahwa penggunaan struktur perkuatan lereng dapat menurunkan nilai probabilitas kegagalan hingga ke nilai 0,05%-0,28%. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas, elevasi muka air tanah memiliki pengaruh paling signifikan di dalam perhitungan faktor keamanan lereng *clay shale*.

Perbandingan ketebalan [2] pada perkerasan lentur ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan pada tanah *clay shale*. Lapisan dasar untuk perkerasan jalan dengan menggunakan ketebalan MDP tahun 2024. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa lendutan dan tegangan pada struktur perkerasan lentur

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-08-2025 | Selesai Revisi : 22-10-2025 | Diterbitkan Online : 02-11-2025

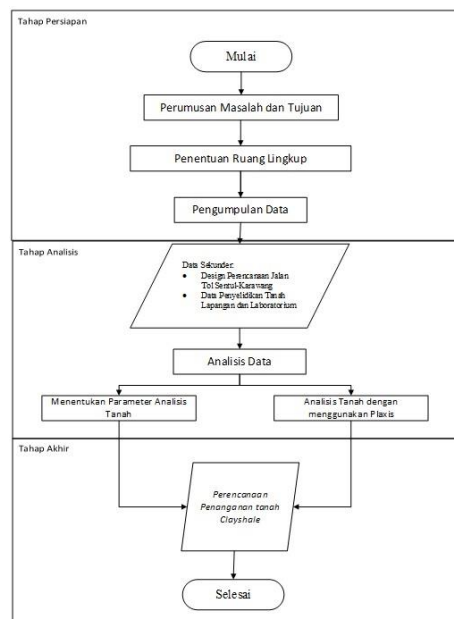
aman. Sehingga dari kedua variasi ketebalan perkerasan tersebut dapat digunakan.

Metode pelaksanaan pada tanah *clay shale* menurut [3] tanah *clay shale* yang memiliki karakteristik buruk. disebabkan oleh karakteristiknya yang ekspansif. *Geoforce segmental retaining wall* (GSRW) merupakan salah satu solusi yang menawarkan fleksibilitas dalam konstruksi. Sebuah dinding penahan dengan material modular yang disusun secara segmental dan menggunakan bahan geosintetik sebagai penguat, sehingga meningkatkan kestabilan tanah di area yang rentan longsor. Studi ini menjelaskan tahapan- tahapan pengerjaan proyek GSRW pada tanah clayshale mulai dari tahap perencanaan, persiapan hingga penanganan khusus di lapangan. Kasus yang dibahas adalah proyek GSRW Kampus 2 Polman Majalengka, dimana kondisi tanah clayshale menjadi perhatian utama.

Pada penelitian ini hal yang dapat di tinjau dengan adanya perencanaan jalan tol tanah di lapangan tersebut yaitu tanah lunak yang dapat terjadi dan mempengaruhi pada pelaksanaan konstruksi di atasnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan geser tanah di lapangan dengan menggunakan perkuatan Geotextile Woven 200 kN [4].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini melakukan analisis tanah clay shale pada Proyek Perencanaan Jalan Tol Sentul–Karawang untuk mengetahui nilai *safety factor* tanah itu sendiri dengan memberikan rekomendasi penanganannya [11]



Gambar 1. Metodologi penelitian.

Tahapan Penelitian

Secara umum dalam penelitian menjadi 3 tahap seperti pada Gambar 1 di atas.

1. Tahap Persiapan
2. Tahap Analisis data
3. Kesimpulan

2.1. Persiapan

Tahap persiapan pada penelitian ini meliputi perumusan masalah, penetapan tujuan dari penelitian, penentuan ruang lingkup, penetapan batasan masalah, penentuan lokasi yang akan dilakukan penelitian, kebutuhan data serta melakukan koordinasi dengan pihak-pihak yang terkait dengan penelitian seperti PT. Hutama Karya.

Lokasi penelitian ini diambil dari proyek Pekerjaan Pembangunan Jalan Sentul-Karawang berada di kabupaten Bogor dengan luas pekerjaan 59.061 KM. Berikut gambaran lokasi penelitian :

Informasi Artikel

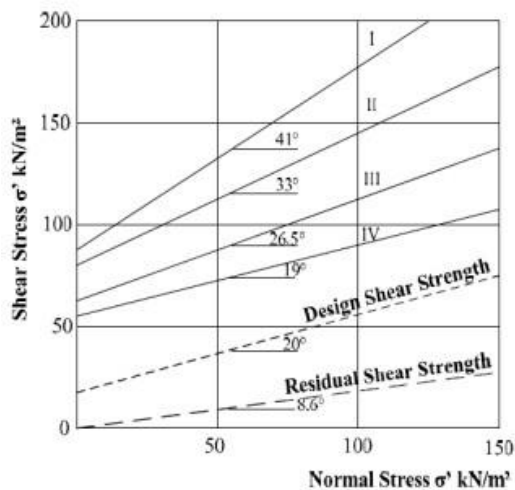
Diterima Redaksi : 08-08-2025 | Selesai Revisi : 22-10-2025 | Diterbitkan Online : 02-11-2025



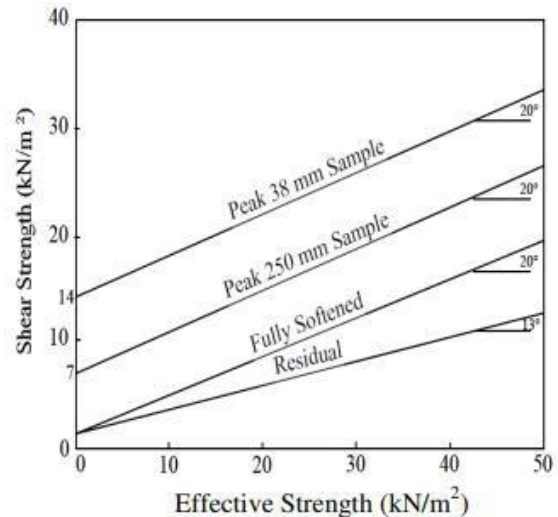
Gambar 2. Peta Lokasi Proyek Pekerjaan Pembangunan Jalan Sentul-Karawang

[1] Membagi *clay shale* menjadi empat zona berdasarkan pelapukan (*weathering*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pada zona 1 tanah *clay shale* yang belum mengalami pelapukan (*unweathered*) sampai dengan zona 4 saat *clay shale* mengalami proses akhir pelapukan.

[2] Melakukan penelitian kuat geser residual tanah *clay shale* pada lereng yang sudah digali atau excavation, dengan menggunakan sampel berdiameter 38 mm dengan pengujian triaksial. Menghasilkan nilai parameter kekuatan puncak dari *clay shale* sebesar $c = 14 \text{ kN/m}^2$ dan $\phi = 20^\circ$. Zona kuat geser dapat dilihat oada gambar 3 dan 4 dibawah ini.



Gambar 3 Zona Kuat Geser Tanah Clay Shale
Sumber : [6]



Gambar 4 Kuat Geser Tanah *Clay Shale*
Sumber: [6]

2.2. Tahap Analisis Data

Tujuan tahap analisis data pada penelitian ini meliputi menentukan parameter dari hasil uji lapangan dan laboratorium kemudian dilakukan digunakan untuk analisis pada timbunan lokasi Sta. 9+350 dengan rekomendasi penangan replacement 1m dan Sta. 4+150 menggunakan perkuatan geotextile woven 200 kN menggunakan *plaxis 2D*. Dalam melakukan analisis pada timbunan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya :

Kriteria Desain Timbunan Lereng timbunan umumnya digunakan untuk badan jalan tol. Sifat teknis lereng timbunan dipengaruhi oleh jenis tanah, cara penimbunan dan derajat kepadatan tanah. Analisis secara terpisah harus dilakukan pada lereng timbunan, yaitu pada kondisi jangka pendek (saat penimbunan selesai), kondisi jangka Panjang dan beban gempa. Faktor-faktor yang menyebabkan ketidakstabilan lereng timbunan,

Stabilitas timbunan harus memenuhi syarat-syarat yaitu memiliki nilai faktor keamanan 1.30

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-08-2025 | Selesai Revisi : 22-10-2025 | Diterbitkan Online : 02-11-2025

untuk kondisi statik (jangka pendek) dan 1.50 untuk kondisi statik (jangka panjang). Sedangkan untuk pembebanan gempa, nilai faktor keamanan minimum adalah 1.10. Beban operasional yang digunakan dalam analisa yaitu sebesar 15 kPa.

Perhitungan stabilitas suatu timbunan pada intinya adalah menghitung faktor keamanan (*factor of safety*) FS yang bisa didefinisikan sebagai perbandingan antara kuat geser yang tersedia τ_{ff} dengan tegangan geser yang dibutuhkan untuk menjaga keseimbangan τ_m atau bila dalam bentuk persamaan

$$FS = \frac{\tau_{ff} = c' + \sigma_{ff}' \tan \phi'}{\tau_m} \quad (1)$$

Untuk analisis tegangan total (TSA) yang merupakan analisis yang mempertimbangkan kondisi yang paling kritis untuk timbunan baru, kuat geser yang tersedia merupakan kuat geser tak terdrainase (*undrained*) c_u atau dalam bentuk persamaan:

$$FS = \frac{c_u}{\tau_m} \quad (2)$$

Suatu timbunan dianggap berada pada titik keruntuhan jika FS sama dengan satu, serta berada pada kondisi stabil jika FS yang dimiliki lebih besar dari satu ($FS > 1$) atau dengan kata lain memiliki kekuatan yang lebih (*reserve strength*). SNI 8460.2017 merekomendasikan FS berdasarkan kelas jalan seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Faktor Keamanan untuk Analisis Stabilitas Galian dan Timbunan

Biaya dan konsekuensi dari kegagalan lereng	Tingkat ketidakpastian kondisi analisis	
	Rendah ^a	Tinggi ^b
Biaya perbaikan sebanding dengan biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,25	1,5
Biaya perbaikan lebih besar dari biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,5	2,0 atau lebih

^aTingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan rendah, jika kondisi geologi dapat dipahami, kondisi tanah seragam, penyelidikan tanah konsisten, lengkap dan logis terhadap kondisi di lapangan.
^bTingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan tinggi, jika kondisi geologi sangat kompleks, kondisi tanah bervariasi, dan penyelidikan tanah tidak konsisten dan tidak dapat diandalkan.

Metode analisis stabilitas secara umum dapat dibagi menjadi dua yaitu metode limit equilibrium (Taylor, Janbu, Bishop, Spencer, Morgenstern-Price dan lain-lain) dan metode elemen hingga.

Metode Tinggi Kritis

Sebagai penilaian awal stabilitas timbunan dapat dihitung sebagai berikut (SNI 8460.2017) :

$$H = \frac{4c_u}{\gamma_m} \quad (3)$$

Analisis di atas dilakukan tanpa mempertimbangkan kontribusi kuat geser material timbunan. Bila data-data tanah sudah lengkap analisis stabilitas harus dilakukan menggunakan metode Bishop, Spencer atau lainnya yang lebih tepat. Pemakaian program dengan menggunakan software Plaxis 2D untuk analisis stabilitas sangat dianjurkan.

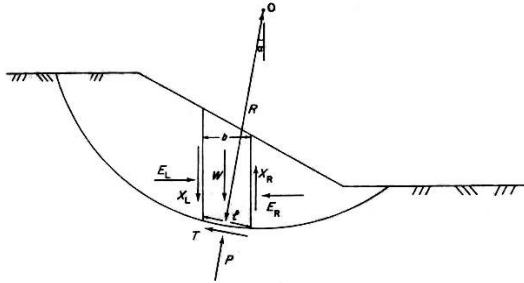
Metode Simplified Bishop yang digunakan pada Analisis kekuatan geser

Metode simplifikasi Bishop tergolong metode limit equilibrium. Metode ini [8] sangat populer karena memberikan hasil perhitungan yang relatif mendekati metode-metode lain yang dianggap lebih akurat (*Spencer dan Morgenstern-Price*). Selain itu, pada metode ini bidang gelincir berbentuk silinder lingkaran. Dengan mengambil momen kesetimbangan

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-08-2025 | Selesai Revisi : 22-10-2025 | Diterbitkan Online : 02-11-2025

keseluruhan di sekitar O (lihat Gambar 5) persamaan yang menghasilkan suatu faktor keamanan dapat diperoleh.



Gambar 5 Potongan pada Metode Mimplified Bishop (Nash, 1987).

Persamaan akhir dari metode ini adalah:

$$F = \frac{\sum(c'l + (P - ul) \tan \phi')}{\sum W \sin \alpha} \quad (4)$$

karena MEH tidak menerapkan potongan-potongan (slices) dalam perhitungannya maka tidak diperlukan adanya asumsi-asumsi di mana:

$$P = \frac{(W - \frac{1}{F}(c'l \sin \alpha - ul \tan \phi' \sin \alpha))}{m_\alpha} \quad (5)$$

$$m_\alpha = \cos \alpha \left(1 + \tan \alpha \frac{\tan \phi'}{F} \right) \quad (6)$$

Perhitungan faktor keamanan dengan metode elemen hingga yang diterapkan pada Plaxis 2D menggunakan cara phi-c reduction. Dengan cara tersebut parameter kuat geser $\tan \phi$ dan c tanah dikurangi secara menerus sehingga keruntuhan pada struktur terjadi. Faktor keamanan dihitung dengan persamaan berikut:

$$FS = \frac{\tan \phi_{input}}{\tan \phi_{reduced}} = \frac{c_{input}}{c_{reduced}} \quad (7)$$

Pendekatan ini mirip dengan metode perhitungan FS menggunakan analisis *slip-circle* (contohnya metode Bishop). Apabila

metode *phi-c reduction* digunakan bersama-sama dengan model-model tanah yang lanjut (contohnya hardening soil, soft soil creep dan lainnya) maka model-model tanah tersebut sebenarnya berperilaku seperti halnya model Mohr-Coulomb, karena perilaku kekakuan yang bergantung pada tegangan dan pengaruh *hardening* diabaikan.

Target Nilai

Kriteria untuk timbunan normal dan jembatan faktor keamanan harus lebih besar dari 1,5 pada saat baru dibuka untuk lalu lintas, tetapi selama pekerjaan timbunan faktor keamanan bisa sekitar 1,3.

2.3. Kesimpulan

Pada tahap kesimpulan ini tujuannya untuk mengetahui penangan perkuatan yang dapat digunakan dengan nilai *safety factor* statis >1.5 dan *safety factor* gempa >1.1. [9]

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis tanah *clay shale* pada perencanaan menggunakan Metode Simplified Bishop. Metode simplifikasi Bishop tergolong metode limit equilibrium. Metode ini [8] sangat populer karena memberikan hasil perhitungan yang relatif mendekati metode-metode lain yang dianggap lebih akurat. Parameter tanah yang digunakan dari hasil uji laboratorium dan hasil uji lapangan tanah yang telah di rangkum untuk analisis Plaxis 2D dapat dilihat gambar dibawah ini.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-08-2025 | Selesai Revisi : 22-10-2025 | Diterbitkan Online : 02-11-2025

Table 6-1: Standard penetration test (SPT) correlations

Strength correlations will be given in later chapters as needed. Values shown are primarily for "order of magnitude."

Soil Properties		Soil Type		SPT Correlations	
Soil Type	Soil Properties	Soil Type	Soil Properties	Soil Type	Soil Properties
1	0 - 4	1	0 - 4	1	0 - 4
2	4 - 10	2	4 - 10	2	4 - 10
3	10 - 30	3	10 - 30	3	10 - 30
4	30 - 60	4	30 - 60	4	30 - 60
5	60 - 100	5	60 - 100	5	60 - 100
6	100 - 150	6	100 - 150	6	100 - 150
7	150 - 200	7	150 - 200	7	150 - 200
8	200 - 300	8	200 - 300	8	200 - 300
9	300 - 400	9	300 - 400	9	300 - 400
10	400 - 600	10	400 - 600	10	400 - 600
11	600 - 1000	11	600 - 1000	11	600 - 1000
12	1000 - 1500	12	1000 - 1500	12	1000 - 1500
13	1500 - 2000	13	1500 - 2000	13	1500 - 2000
14	2000 - 3000	14	2000 - 3000	14	2000 - 3000
15	3000 - 4000	15	3000 - 4000	15	3000 - 4000
16	4000 - 6000	16	4000 - 6000	16	4000 - 6000
17	6000 - 10000	17	6000 - 10000	17	6000 - 10000
18	10000 - 15000	18	10000 - 15000	18	10000 - 15000
19	15000 - 20000	19	15000 - 20000	19	15000 - 20000
20	20000 - 30000	20	20000 - 30000	20	20000 - 30000
21	30000 - 40000	21	30000 - 40000	21	30000 - 40000
22	40000 - 60000	22	40000 - 60000	22	40000 - 60000
23	60000 - 100000	23	60000 - 100000	23	60000 - 100000
24	100000 - 150000	24	100000 - 150000	24	100000 - 150000
25	150000 - 200000	25	150000 - 200000	25	150000 - 200000
26	200000 - 300000	26	200000 - 300000	26	200000 - 300000
27	300000 - 400000	27	300000 - 400000	27	300000 - 400000
28	400000 - 600000	28	400000 - 600000	28	400000 - 600000
29	600000 - 1000000	29	600000 - 1000000	29	600000 - 1000000
30	1000000 - 1500000	30	1000000 - 1500000	30	1000000 - 1500000
31	1500000 - 2000000	31	1500000 - 2000000	31	1500000 - 2000000
32	2000000 - 3000000	32	2000000 - 3000000	32	2000000 - 3000000
33	3000000 - 4000000	33	3000000 - 4000000	33	3000000 - 4000000
34	4000000 - 6000000	34	4000000 - 6000000	34	4000000 - 6000000
35	6000000 - 10000000	35	6000000 - 10000000	35	6000000 - 10000000
36	10000000 - 15000000	36	10000000 - 15000000	36	10000000 - 15000000
37	15000000 - 20000000	37	15000000 - 20000000	37	15000000 - 20000000
38	20000000 - 30000000	38	20000000 - 30000000	38	20000000 - 30000000
39	30000000 - 40000000	39	30000000 - 40000000	39	30000000 - 40000000
40	40000000 - 60000000	40	40000000 - 60000000	40	40000000 - 60000000
41	60000000 - 100000000	41	60000000 - 100000000	41	60000000 - 100000000
42	100000000 - 150000000	42	100000000 - 150000000	42	100000000 - 150000000
43	150000000 - 200000000	43	150000000 - 200000000	43	150000000 - 200000000
44	200000000 - 300000000	44	200000000 - 300000000	44	200000000 - 300000000

Gambar 6 Parameter Tanah

Nilai di atas di dapatkan dari :

Modulus Elastisitas

$$E = (200 \text{ to } 500) \text{ Su}$$

$$S_u = 5 \times N_{spt}$$

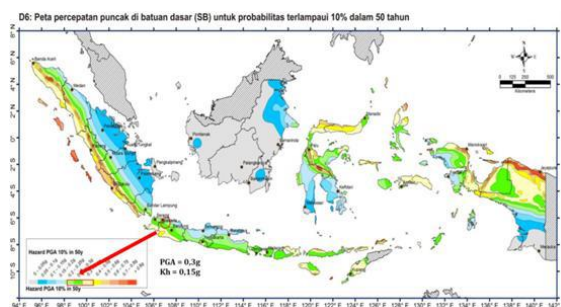
Lempung

$$\begin{aligned}\text{Su} &= 5 \times 16 \\ &= 80 \text{ (Su dan Cu sama)}\end{aligned}$$

$$E = 200 \times 80$$
$$= 16000$$

Clayshale

Su = 5 x 30 (kenapa 30 karena di reduksi
di anggap nilai N_{spt} 30)
= 150 (Su dan Cu sama)
E = 200 x 150
= 30000



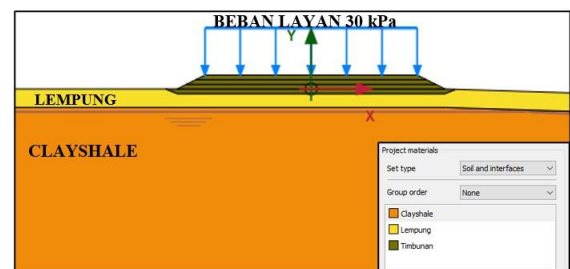
Gambar 7 Peta Gempa

Peta gempa digunakan untuk mendapatkan nilai *peak ground acceleration* (PGA). Berdasarkan peta sebaran percepatan gempa dengan periode ulang 500 tahun, jalan tol Sentul Karawang yang memiliki nilai *peak ground acceleration* (PGA) 0.3 g. Dalam keperluan desain digunakan percepatan sebesar 50% dari

nilai PGA, yaitu $k_h = 0.15$ g. Analisis dibawah dengan menggunakan metode Bishop. Pemodelan analisa dapat dilihat pada subbab di bawah ini.

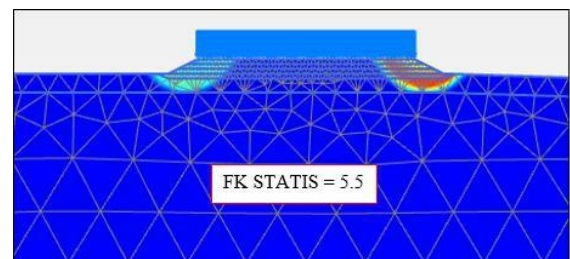
3.1 Timbunan + Replacement (Sta. 9+350)

Pada timbunan Sta. 9+350 terdapat timbunan datar dengan tinggi timbunan, $H = 3$ m. Untuk dibutuhkan penanganan berupa replacement. Pemodelan analisis timbunan dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.

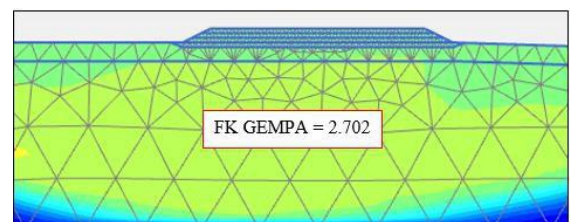


Gambar 8 Pemodelan Timbunan Replacement

Untuk hasil analisis pemodelan diatas ada 3 lapisan tanah terdiri dari timbunan, lempung dan *clay shale*. Nilai faktor keamanan statis dari pemodelan pada Gambar di atas sebagai berikut.



Gambar 9 Output Kondisi Statis Timbunan Replacement
(FK = 5.5)



Gambar 10 Output Kondisi Gempa Timbunan Replacement ($F_k = 2.702$)

Informasi Artikel

Dari hasil analisis timbunan dengan menggunakan replacement 1 m didapatkan nilai.

Safety Factor Statik = 5.5

Safety Factor Gempa/Seismic = 2.702

dimana

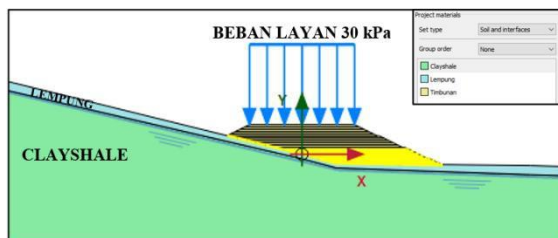
Nilai SF Statik > 1.5 = OK

Nilai SF Gempa > 1.1 = OK

Berdasarkan hasil diatas menunjukkan bahwa dengan replacement 1 m aman atau memenuhi syarat minimum dari nilai *Safety Factor* (SF) statik maupun gempa.

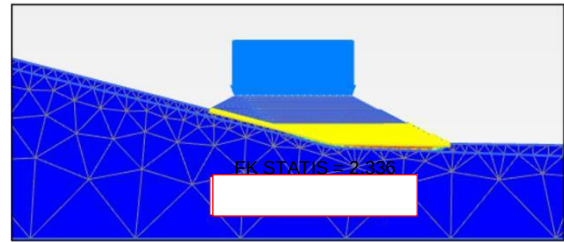
3.2 Timbunan + Geotextile 10 Lapis (Sta. 4+150)

Untuk timbunan datar pada Sta. 4+150 ketinggian timbunan $H_{max} = 30$ m dibutuhkan penanganan berupa Geotextile Woven 200kN sebanyak 10 lapis [12].

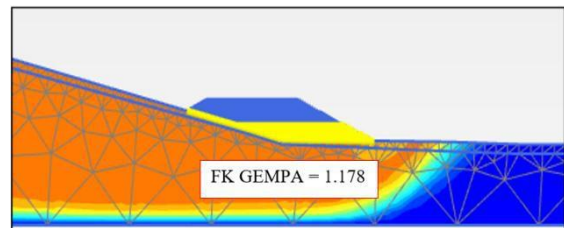


Gambar 11 Pemodelan Timbunan + Geotextile 10 lapis

Analisis pemodelan pada timbunan dengan perkuatatan menggunakan geotextile sebanyak 10 lapis di atas. Memiliki 3 lapisan tanah juga antara lain timbunan piloha, lempung dan *clay shale*. Hasil analisis dari pemodelan di atas dapat dilihat pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12 Output Kondisi Statis Timbunan + Geotextile (FK = 2.336)



Gambar 13 Output Kondisi Gempa Timbunan + Geotextile (FK = 1.178)

Dari hasil analisis timbunan dengan menggunakan perkuatan geotextile woven 200kN sebanyak 10 lapis didapatkan nilai.

Safety Factor Statik = 2.336

Safety Factor Gempa/Seismic = 1.178

dimana

Nilai SF Statik > 1.5 = OK

Nilai SF Gempa > 1.1 = OK

Berdasarkan hasil diatas menunjukkan bahwa dengan geotextile woven 200 kN aman atau memenuhi syarat minimum dari nilai *Safety Factor* (SF) statik maupun gempa.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perencanaan jalan Tol Sentul–Karawang menggunakan Plaxis 2D dapat disimpulkan bahwa penanganan tanah Clay Shale pada lokasi perencanaan jalan aman dan dapat dilaksanakan karena perkuatan dengan menggunakan Geotextile 200 kN sebanyak 10 lapis dan replacement 1 m memenuhi syarat. Nilai faktor keamanan pada

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-08-2025 | Selesai Revisi : 22-10-2025 | Diterbitkan Online : 02-11-2025

lokasi Sta. 4+150 timbunan + pekuatan geotextile 200 kN dengan 10 lapis di dapatkan nilai *safety factor* (SF) statis $2.336 > 1.5$ dari pada yang di syaratkan sedangkan untuk *safety factor* (SF) gempa didapatkan $1.178 > 1.1$ dari pada yang di syaratkan. Sedangkan pada lokasi Sta, 9+350 timbunan + replacemet 1m didapatkan nilia *safety factor* (SF) statis $5.5 > 1.5$ dan *safety factor* (SF) gempa $2.702 > 1.1$.

Untuk *maintenance* ke depannya jika terjadi longsor pada pekerjaan Tol Sentul-Karawang maka sudah disiapkan design *Buffer Zone* pada area galian dan overlay pada bagian jalannya.

Padi," *Jurnal Ilmiah Telsinas*, Vols. Volume 7, No. 1, no. e-ISSN 2621-5276, 1 April 2024.

- [11] P. Utomo, "Daya Dukung Tanah Pasir Yang Diperkuat Woven Geotextile," *Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil*, Vols. Volume 10, No 2, pp. Edisi XXIII, hal 39-45, 2002.
- [12] I. Mochtar, Cara Baru Memandang Konsep Stabilitas Lereng (Slope Stability) Berdasarkan Kenyataan di Lapangan" – A New Method of Perceiving Slope Stability Concept Based on Field Evidences, South kalimantan Branch, Banjarmasin: Proceedings of HATTI Seminar, July 23rd 2011.
- [13] I. Mochtar, "Kenyataan Lapangan sebagai Dasar untuk Usulan Konsep Baru tentang Analisa Kuat-Geser Tanah dan Kestabilan Lereng" – Field Evidences as the Base for Suggested New Concept of Soils Shear Strength Analysis and Slope Stability," *Proceedings of 16th Annual Scientific Meeting HATTI Indonesia*, Jakarta, Desember 4 th 2012

Daftar Rujukan

- [1] I. T. Pratama, "Studi Stabilitas Lereng Clay Shale di Kalimantan dengan Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas dan Pendekatan Probabilistik dan Deterministik," vol. Volume 04 No. 02, no. p-ISSN 2614-5707, September 2021.
- [2] I. E. Permata Sari, M. and R., "Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan MDP 2024 dan Plaxis 3D Foundation pada Timbunan di Atas Tanah Clay Shale," *Jurnal Serambi Engineering*, Vols. Volume X, No. 2, no. p-ISSN: 2528-3561, e-ISSN : 2541-1934, pp. Hal 13430-13437, April 2025.
- [3] A. G. Theodora and A. Iskandar, *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, Vols. Volume 8, No 2, no. e-ISSN : 2622-545X, Mei 2025.
- [4] E. Gartung, "Clay Geosynthetic Barriers .A.A. Balkema Publisher.," 1986.
- [5] Skempton, "Slope Stability of Cuttings in Brown London Clay ninth International," Tokyo, 1977.
- [6] S. 8460, Persyaratan Perancangan Geoteknik, Jakarta, 2017.
- [7] K. PUPR, Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik dan Fondasi, Direktorat Jenderal Bina Marga , 2019.
- [8] A. R. Fatria, "Analisis Perhitungan Stabilitas Lereng Dengan Metode Fellenius (Ordinary Method of Slice) Menggunakan Program Php (Profesional Home Page Hypertext Preprocessor)," Lampung, 2016.
- [9] A. F. Shobari, "Hubungan Nilai Koefisien Gempa Horizontal (Kh) Dengan Nilai Safety Factor (FS) Daerah Cilengkrang, Jawa Barat," *Padjajaran Geoscience Journal*, Vols. Vol. 3, No. 4, no. 243 – 253, Agustus 2019.
- [10] "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Bahan Tambah Serbuk Gypsum dan Abu Sekam

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-08-2025 | Selesai Revisi : 22-10-2025 | Diterbitkan Online : 02-11-2025