

PEMODELAN GALIAN DAN TIMBUNAN PADA JALUR KERETA API DOUBLE TRACK KIARACONDONG-GEDEBAGE MENGGUNAKAN GEOTEXTILE

AHMAD REFSI FAUZI¹, INDRA NOER HAMDHAN²

1. Mahasiswa, Institut Teknologi Nasional
 2. Dosen, Institut Teknologi Nasional
- Email: ahmadrefsi@gmail.com

ABSTRAK

Pada jalur kereta api kiaracandong-gedebage akan dilakukan pembangunan menjadi double track. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 untuk faktor keamanan (safety factor, SF) minimal 1,5 dan penurunan < 20 cm. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas galian dan timbunan dilakukan menggunakan program PLAXIS 2D berbasis metode elemen hingga. Ketika proses galian dinyatakan tidak aman dengan nilai FK sebesar 1,241. Maka dilakukan perkuatan sementara dengan sheetpile dan didapatkan nilai FK sebesar 1,458. Dilanjutkan dengan timbunan untuk jalur kereta api baru dengan timbunan sirtu, limestone dan tanah merah dan menggunakan perkuatan geotextile. ketika timbunan untuk jalur rel kereta api baru selesai didapatkan nilai FK sebesar 2,557 dan penurunan 0,074 m. Selanjutnya akan dinaikan elavasi timbunan untuk jalur rel kereta api existing agar sejajar dengan elavasi timbunan jalur rel kereta api baru didapatkan nilai FK shortterm sebesar 1,557 dan untuk nilai FK longterm sebesar 1,969 untuk penurunan terjadi 0,101 m selama 419,8 hari.

Kata kunci: Stabilitas Galian, Timbunan, Sheetpile, Geotextile, Metode Elemen Hingga, PLAXIS

1. PENDAHULUAN

Pada jalur kereta api di STA 161-050 di antara stasiun kiaracandong dan stasiun gedebage akan dilakukan penaikan elavasi dan akan menjadi double track. Maka akan di analisis untuk mengetahui stabilitas setiap proses tahapan kerja. pembangunan ini akan dilakukan diatas tanah lempung lunak dan Dicurigai tanah dasar tidak dapat menahan beban timbunan struktur untuk jalur kereta api baru. Maka dilakukan perbaikan tanah dengan mengganti tanah dasar dengan tanah yang baik dan menggunakan geotextile.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Stabilitas Lereng

Lereng adalah suatu bidang di permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Lereng dapat terbentuk secara alami dan dapat juga dibuat oleh manusia. Kelongsoran dapat terjadi pada setiap macam lereng, akibat berat tanah sendiri, ditambah dengan pengaruh yang besar dari rembesan air tanah, serta gaya lain dari luar lereng. Analisis stabilitas lereng secara teknis

dapat didefinisikan sebagai nilai faktor keamanan (safety factor) dari bidang lereng, Faktor keamanan (FK) didefinisikan sebagai nilai perbandingan antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan. Faktor keamanan lereng yang disyaratkan berdasarkan SNI 8460: 2017 untuk analisis kestabilan lereng tanah adalah lebih dari 1,5.

2.2 Phi – c reduction

Phi – c reduction merupakan prosedur perhitungan yang terdapat dalam metode elemen hingga (finite element method). Prosedur perhitungan ini menganalisis nilai faktor keamanan yang membandingkan kekuatan awal tanah dengan kekuatan minimum dibutuhkan agar mencapai kondisi setimbang.

$$FK = \frac{\text{Kekuatan yang tersedia}}{\text{Kekuatan saat kondisi runtuh}}$$

$$FK = \frac{C_{input}}{K_{Creduksi}} = \frac{\tan \phi_{input}}{\tan \phi_{reduksi}}$$

2.3 Plaxis 2D

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.

3. METODOLOGI

Pada metodologi penelitian ini dilakukan beberapa tahapan. Tahapan yang pertama yaitu tahapan rumusan masalah dimana tahapan ini dilakukan rumusan dan batasan dari permasalahan yang dibahas dalam kemudian tahapan kajian Pustaka yaitu mencari referensi literatur dari berbagai sumber yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Berikutnya tahapan pengumpulan data dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk pemodelan lereng yang akan dilakukan analisis. Data yang digunakan untuk penelitian ini merupakan data hasil penyelidikan di lapangan berupa SPT sebanyak 1 titik, data topografi, Data tanah timbunan dan data perkuatan sheetpile dan geotextile. Selanjutnya yaitu tahapan pemodelan menggunakan Program PLAXIS 2D. analisis ini dilakukan untuk mengetahui stabilitas FK setiap tahap pekerjaan. yang dilakukan pada pemodelan ini dilakukan 3 tahap yaitu pertama akan dilakukan tahap galian untuk struktur jalur rel kereta api baru jika tidak aman akan dilakukan dengan diperkuat oleh sheetpile. kedua ketika saat tahap galian dikatakan aman dilakukan timbunan untuk struktur jalur rel kereta api baru dengan elavasi lebih tinggi dari rel kereta api existing. Timbunan dengan menggunakan tanah yang baik dan dengan geotextile. Tahap ketiga akan dilakukan penaikan elavasi jalur rel kereta api existing agar sejajar dengan timbunan struktur jalur rel kereta api baru. Hasil dari analisis pada pemodelan ini didapatkan nilai faktor keamanan dan penurunan setiap tahapan kerja.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

4.2 Pengumpulan data

Penyelidikan geoteknik dilaksanakan menggunakan bor teknik dan *Standar Penetration Test* yang dapat dilihat pada **Tabel 1**

Tabel 1. Parameter tanah

layer	Jenis tanah	Depth (m)	N	γ_{unsat} kN/m^3	γ_{sat} kN/m^3	E50 kN/m^2	E_{ped}^{ref} kN/m^2	E_{ur}^{ref} kN/m^2	C' kN/m^2	ϕ (°)	ψ (°)	ν
1	Lempung lunak	0-7,5	4	16	17	3000	3000	9000	2,6	28	0	0,3
2	Lempung pasir	7,5-18	15	18	19	10000	10000	30000	9	28	0	0,3
3	Pasir kelanauan	18-23	37	20	21	30000	30000	90000	13	30	0	0,3
4	Pasir padat	23-30	60	21	22	50000	50000	50000	0	45	15	0,3

Data parameter ballast dan subballast yang digunakan pada pemodelan menggunakan Plaxis 2D dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Parameter untuk ballast dan sub ballast

	Jenis tanah	γ_{unsat} kN/m^3	γ_{sat} kN/m^3	E_{ref} kN/m^2	C' kN/m^2	ϕ (°)	ψ (°)	ν
1	Balast	25	26	25000	400	56	-	0,2
2	Sub ballast	16	20	12500	44,67	41	-	0,2

Data parameter tanah timbunan ini diperoleh hasil korelasi berdasarkan nilai untuk tanah merah. Data parameter tanah timbunan yang digunakan pada pemodelan perbaikan tanah lempung lunak menggunakan Plaxis 2D dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Parameter Tanah timbunan

	Jenis tanah	γ_{unsat} kN/m^3	γ_{sat} kN/m^3	E_{ref} kN/m^2	C' kN/m^2	ϕ (°)	ψ (°)	ν
1	Tanah Merah	17	18	10000	10	35	-	0,2
2	Sirtu	19	20	200000	6	40	15	0,2
3	limestone	18	19	7000	5,129	44	-	0,24

4.3 Data parameter Perkuatan

Berikut merupakan data alternatif perkuatan yang akan dianalisis adalah Sheetpile dan geotextile:

1. Data perkuatan Sheetpile

Sheetpile ini digunakan untuk menahan agar saat tahap perkerjaan galian dan timbunan jalur rel kereta api baru tidak longsor dan tidak mengganggu saat jalur rel kereta api existing masih bisa berjalan. Dan parameter sheetpile dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Data parameter sheetpile

Spesifikasi sheetpile		
EA	kN/m^2	20000000
EI	kN/m^2	150000
D	m	0,3
w	kN/m^2	7,8
ν	-	0,2

2. Data perkuatan Geotextile

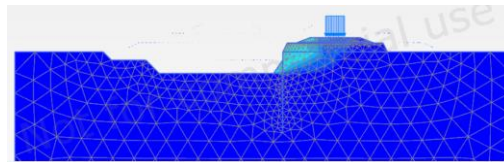
Geotextile Tipe Geotextile yang dipilih adalah tipe geotextile UW250, produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul. *Geotextile* ini memiliki kekuatan tarik ultimate sebesar 52 kN/m².

4.5 Analisis Stabilitas Lereng

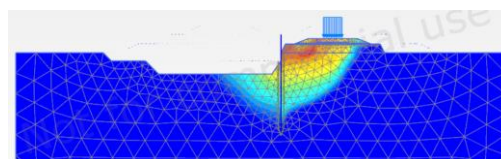
Dalam penelitian tugas akhir ini dimodelkan analisis stabilitas lereng dengan menggunakan PLAXIS 2D. dimana pada STA 161-050 ketika dibangun jalur rel kereta api baru tepat berada pada tanah lempung lunak dan dicurigai akan terjadi longosr karena tanah dasar tidak dapat menahan beban jalur kereta api baru.

4.5.1 Analisis stabilitas galian

Berdasarkan hasil perhitungan dari plaxis 2D Ketika dilakukan proses galian dan jalur rel kereta api existing berlangsung didapatkan hasil bidang gelincir dengan jenis keruntuhan rotasi. diakibatkan dari kemiringan lereng galian yang curam dan beban di jalur rel kereta api exisisting sedang berjalan terjadi runtuh dan didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,241 dan dinyatakan tidak aman. Makadilakukan perkuatan tanah menggunakan *Sheetpile* sepanjang 6 m dapat dilihat bidang gelincirnya dengan jenis kelongsoran gabungan, untuk menahan runtuh akibat kemiringan galian dan beban kereta api existing. Setelah memakai perkuatan yaitu *sheetpile* didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,458 dan penurunan yang terjadi sebesar 0,063 m.



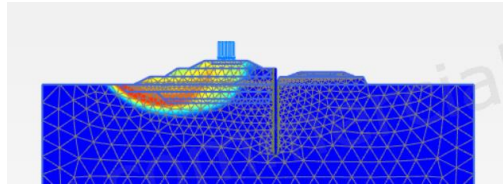
Gambar 1. Hasil Pemodelan ketika galian tanpa sheetpile



Gambar 2. Hasil Pemodelan ketika galian dengan sheetpile

4.5.2 Analisis stabilitas ketika timbunan jalur rel kereta api baru

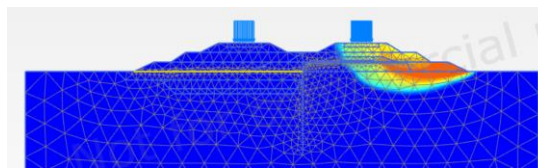
Berdasarkan hasil pemodelan plaxis 2D ketika tanpa dilakukan timbunan bidang gelincir yang terjadi dengan jenis kelongsoran gabungan. Dan didapatkan nilai safety faktor (SF) sebesar 1,01 dinyatakan tidak aman karena <1,5. Dan ketika dilakukan timbunan bidang gelincir yang terjadi dengan jenis kelongsoran gabungan. Dan didapatkan nilai safety faktor (SF) sebesar 2,557 dinyatakan aman karena >1,5 dan penurunan sedalam 0,074 m. Hal ini terjadi karena dengan menggunakan timbunan sirtu, limestone dan tanah merah ditambah menggunakan geotextile dengan kekuatan tarik ultimate sebesar 52 kN/m dapat menaikkan daya dukung tanah.



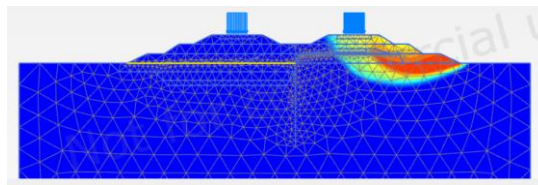
Gambar 3. Hasil Pemodelan Sesudah jalur rel kereta api baru selesai

4.5.2 Analisis timbunan ketika jalur rel existing dinaikan elevasi

Berdasarkan hasil analisis di aplikasi plaxis 2D nilai faktor keamanan short term sebesar 1,557 maka dinyatakan $SF > 1,5$ kondisi stabil dan pada saat long term nilai faktor keamanan (SF) naik menjadi sebesar 1,969. Dan dari analisis di aplikasi plaxis 2D dapat mengetahui penurunan yang terjadi ketika setelah selesai pembangunan jalur kereta api *double track* sebesar 0,101 m dalam waktu 419,8 hari. dan dinyatakan masih aman karena pada Peraturan Menteri Perhubungan nomor: PM.60 tahun 2012 persyaratan penurunan izin untuk jalur kereta api $< 0,2$ m.



Gambar 4. Hasil pemodelan timbunan rel kereta api double track (Shortterm)



Gambar 5. Hasil pemodelan timbunan rel kereta api double track (Longterm)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan seluruh rangkaian pembahasan dan hasil analisa yang didapatkan, kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Besarnya nilai faktor keamanan (SF) pada saat proses galian terjadi kelongsoran dengan nilai faktor keamanan galian sebesar 1,224. Maka setelah digunakan perkuatan dengan Sheetpile faktor keamanan galian sebesar 1,414 kondisi stabil ($SF > 1,5$). Dan nilai faktor keamanan naik sebesar 8,93 %. Untuk penurunan yang terjadi 0,064 m
2. Besarnya nilai faktor keamanan (SF) saat jalur rel kereta api baru (kiri) tanpa menggunakan replacement dan geotextile sebesar 1,010. Maka harus digunkan perkuatan dengan saat jalur rel kereta api baru (kiri) menggunakan replacement dan geotextile menjadi sebesar 2,557. Untuk penurunan yang terjadi 0,064 m
3. Untuk nilai faktor keamanan (SF) Ketika jalur kereta api double track telah selesai didapatkan nilai faktor keamanan (SF) *shortterm* sebesar 1,557. Dan Ketika pada saat long term didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,969. Dan penurunan yang terjadi 0,10 m.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian, adapun saran yang dapat disampaikan untuk penelitian ini, diantaranya:

1. untuk model penelitian selanjutnya disarankan menggunakan PLAXIS 3D. Agar hasil yang didapat bisa mendekati keadaan yang sebenarnya.
2. apabila penelitian ini akan diteliti lebih lanjut maka penyusun memiliki saran untuk menambahkan menggunakan data dengan lokasi yang berbeda dan data tambahan seperti beban gempa dan lain-lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

National Geotechnic Center Institut Teknologi Nasional Bandung yang telah memberi akses lisensi akademik software PLAXIS.

DAFTAR RUJUKAN

- Badzlina Harvy Nesya, H. P. (2022). PERENCANAAN PENGGUNAAN SHEET PILE PADA PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS PERKERETAAPIAN UNTUK MANGGARA S/D JATINEGARA PAKET A TAHAP II "MAINLINE I. *jurnal ilmiah indonesia*.
- Bahalwan, A. H. (2018). *Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil pada lereng*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Falah, S. (2018). *Penurunan dan stabilitas timbunan di atas tanah lempung lunak menggunakan Geosintetik pada ruas jalan tol pematang panggong-kayu agung*. Bandung: Institut Teknologi nasional Bandung.
- FAUZI, I. M. (2019). *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Woven Akibat Pengaruh Termal Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Bandung: jurnal online institut teknologi nasional.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hertiany, I. R. (2014). *PERENCANAAN KONSTRUKSI SHEET PILE WALL SEBAGAI alternatif PENGGANTI GRAVITY WALL*. Yogyakarta.
- Hidayat, I. (2021). *PERMODELAN PERKUATAN SHEET PILE MENGGUNAKAN ANALISIS KESETIMBANGAN BATAS DAN ELEMEN HINGGA*. Bandung.
- Indonesia, m. p. (2012). *Persyaratan teknis jalur kereta api*. Indonesia.
- Kurniawan, Y. (2021). *Analisis Stabilitas lereng Timbunan pada badan Jalan dengan Menggunakan Perkuatan Geotextile*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Look, B. G. (2007). *Geotechnical Investigation and Design Tables*. London.
- Nasional, B. S. (2017). *SNI persyaratan perancangan geoteknik*. Indonesia.