

Analisis Stabilitas Timbunan Menggunakan Geotekstil dan Cerucuk Bambu dengan Pendekatan Plaxis 2D

MARWAH DAUD IBRAHIM¹, DIAN ASTRIANI ARWAN ILYAS¹

¹Mahasiswa Teknik Sipil & Dosen Teknik Sipil (Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung), Kota Bandung, Indonesia.

Email: marwahdaudibrahim@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Tanah lunak adalah jenis tanah yang bermasalah, tanah dengan karakteristik ini sering dijumpai di Indonesia. Pada proyek pembangunan Jalan Lingkar Timur Kuningan bagian selatan STA 1+825 tanah dasarnya adalah tanah lunak dan direncanakan terdapat tanah timbunan. Lalu dilakukan analisis penanganan tanah lunak menggunakan pendekatan Plaxis 2D dengan memodelkan beberapa variasi perbaikan tanah dan perkuatan tanah untuk mencari solusi dari kendala yang ditemui. Dari hasil analisis diketahui bahwa dengan metode perbaikan tanah dengan tanah pengganti setebal 2,5 m dapat memenuhi kriteria faktor angka keamanan lereng yaitu $SF \geq 1,5$ maka lereng timbunan akan relatif stabil. Dengan menggunakan metode kombinasi perkuatan tanah dengan geotekstil dan tanah pengganti dibutuhkan 3 lapis geotekstil dan 1,5 m tanah pengganti agar lereng timbunan relatif stabil. Sedangkan pada metode perkuatan tanah dengan cerucuk bambu hanya didapatkan faktor keamanan sebesar 1,259 maka dengan metode cerucuk bambu tidak memenuhi kriteria angka keamanan dan berada di kondisi lereng kritis.

Kata Kunci: Geotekstil, faktor keamanan, tanah pengganti, cerucuk bambu

1. PENDAHULUAN

Kondisi tanah sebagai material yang memiliki peranan penting sangat mempengaruhi kinerja konstruksi bangunan yang ada di atasnya. Meningkatnya perkembangan infrastruktur di Indonesia berdampak pada penggunaan lahan yang semakin bertambah luas dan mengakibatkan banyaknya infrastruktur dibangun di atas tanah yang bermasalah termasuk infrastruktur jalan. Pada proyek pembangunan Jalan Lingkar Timur Kuningan bagian selatan STA 1+825 merupakan area pesawahan yang karakteristik tanah dasarnya adalah tanah lunak sedalam 2,8 meter dan direncanakan terdapat tanah timbunan. Hal ini menjadi kendala dikarenakan timbunan berada di atas tanah bermasalah.

Tanah lunak memiliki karakteristik daya dukung yang relatif rendah dan pemampatan tanah dasarnya yang relatif besar serta berlangsung relatif lama yang artinya tanah tersebut akan terus mengalami penurunan hingga beberapa tahun setelahnya. Maka perlu dilakukan perbaikan pada tanah dasarnya agar tidak mengakibatkan infrastruktur di atasnya mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Kondisi yang harus dihindari yaitu penurunan tanah secara berlebihan, hal ini berkaitan dengan perubahan volume yang dapat mengakibatkan kerusakan struktur bila

tidak dilakukan pencegahan yang optimal (Bowles, J.E. 1988). Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan pada tanah lunak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung Lunak

Tanah lempung lunak merupakan tanah yang bermasalah di bidang konstruksi, karena daya dukungnya rendah dan kondisi tanah seperti ini banyak ditemukan di lapangan. Kondisi tanah lunak seperti lempung cenderung kurang stabil, dan tidak mampu dalam mendukung beban konstruksi, karena sifat tanah lempung mempunyai kemampuan kompresibilitas yang besar (*compressibility*), gaya geser yang kecil, dan koefisien pengaliran air (*permeability*) yang kecil. Menurut penelitian beberapa para ahli bahwa tanah lunak memiliki kuat geser *undrained*, $C_u < 0,25 \text{ kg/cm}$, dan/atau nilai perlawanan konus $q_c < 15 \text{ kg/cm}^2$. Tanah lempung lunak adalah jenis tanah kohesif dan memiliki proses konsolidasi yang lambat, karena itu tanah lempung lunak memiliki daya dukung rendah dan dapat terjadi penurunan tanah secara terus menerus dalam waktu beberapa tahun kedepan.

2.2 Pengujian Sondir atau *Cone Penetration Test (CPT)*

Sondir merupakan pengujian dalam penentuan kondisi geoteknik dalam area proyek atau pengujian lapangan. Sondir telah diatur dalam SNI 2827:2008 mengenai Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan alat sondir. Untuk menekan kerucut dan mengukur gaya menggunakan dongkrak mekanik dengan kecepatan yang teratur. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kuat dukung tanah yaitu dengan cara menghitung nilai perlawanan penetrasi konus (q_c), perlawanan lekat atau geser (f_s), angka banding geser (R_f), dan geseran total tanah (T_f).

2.3 Konsolidasi Tanah Lempung

Konsolidasi adalah perubahan volume yang disebabkan oleh keluarnya air dari dalam pori akibat adanya proses pembebanan tanah yang disertai dengan pemindahan kelebihan tekanan air pori ke tegangan efektif akan menyebabkan terjadinya penurunan yang merupakan fungsi dari waktu (*time – dependent settlement*) pada lapisan tanah lempung (Braja M Das, 1993).

1. Penurunan konsolidasi primer dapat dihitung berdasarkan persamaan-persamaan (Hardiyatmo, 2017). Untuk lempung *normally consolidated*

2.4 Stabilitas Lereng

Lereng dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan SNI SNI 8460 2017, yaitu:

1. Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk akibat dari kegiatan alam (erosi, gerakan tektonik, dan sebagainya).
2. Lereng buatan galian, yaitu lereng yang terbentuk akibat kegiatan penggalian atau pemotongan pada tanah asli, misalnya apabila tanah dipotong untuk pembuatan jalan atau saluran air untuk keperluan irigasi.
3. Lereng buatan timbunan, yaitu lereng yang dibuat dari tanah yang dipadatkan. Lereng timbunan ini umumnya digunakan untuk badan jalan raya, jalan kereta api, dan bendungan tanah.

Analisis stabilitas lereng secara teknis dapat didefinisikan sebagai angka faktor keamanan (*safety factor*) dari bidang lereng, *safety factor* adalah nilai perbandingan antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan.

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

Gambar 1. Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng

2.5 Perbaikan Tanah dengan *Replacement Soil*

Metode perbaikan tanah dengan *replacement soil* atau metode tanah pengganti merupakan perbaikan tanah dengan cara fisis, bertujuan meningkatkan kekuatan tanah di bawah struktur serta mencegah terjadinya penurunan dan kerusakan pada struktur di atasnya. Perbaikan tanah ini dilakukan dengan mengganti lapisan tanah yang buruk di bawah struktur seperti tanah organik atau tanah lempung lunak dengan tanah dengan spesifikasi yang lebih baik seperti pasir, kerikil atau batu pecah.

2.6 Perkuatan Tanah dengan Geosintetik

Geosintetik dapat menahan tekanan tanah, maka dapat memperkuat tanah dengan cara meningkatkan stabilitas, meningkatkan daya dukung, dan mengurangi penurunan atau deformasi tanah. Salah satu geosintetik yang banyak digunakan untuk permasalahan tanah lunak adalah geotekstil.

Geotekstil merupakan salah satu jenis geosintetik atau produk buatan dari bahan polimer yang berfungsi untuk memperbaiki kinerja tanah dan berbentuk seperti karpet atau kain. Umumnya material geotekstil terbuat dari bahan polimer *polyester (PET)* atau *polypropylene (PP)*. Dalam pemodel geotekstil pada Plaxis dibutuhkan untuk menginput nilai *normal stiffness* atau kekakuan normal geotekstil (*EA*).

$$EA = \frac{T_a}{\epsilon} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

T_a = *Tensile strength* atau Kuat Tarik Izin ($\frac{kN}{m}$)

ϵ = *Elongation* atau Regangan (%)

2.7 Perkuatan Tanah dengan Cerucuk Bambu

Sistem cerucuk bambu merupakan sistem perkuatan tanah dasar untuk memikul timbunan badan jalan. Sistem ini memanfaatkan perilaku cerucuk bambu sebagai pondasi, matras bambu untuk meratakan beban timbunan dan gaya apung bambu untuk menambah daya dukung terhadap beban timbunan.

Gigantochloa Apus atau bambu apus adalah salah satu jenis bambu yang mudah ditemui di Indonesia. Menurut Morisco (1999) tinggi batang bambu apus mencapai 8 -10 m, jarak ruas 45 – 65 cm, diameter 5 -8 cm, berat jenis berkisar antara 0,5 – 0,9 gr/cm³. Adapun hasil penelitian yang dilakukan oleh Tular dan Sutijan (1961) modulus elastisitas (E) bambu berkisar antara 98.070 – 294.200 kg/cm².

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian tugas akhir ini adalah data yang diperlukan untuk pemodelan kasus agar dapat dilakukan analisis pada penelitian ini. Data yang digunakan adalah data hasil penyelidikan lapangan yaitu data pengujian sondir, topografi, dan data gambar rencana pada jalan Lingkar Timur Kuningan bagian timur, Kabupaten Kuningan. Data - data tersebut diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan lalu diolah untuk mendapatkan parameter yang diperlukan dalam pemodelan.

3.2 Tahapan Studi

Pada tahap ini dilakukan analisis stabilitas timbunan menggunakan metode *replacement soil*, perkuatan geotekstil dan cerucuk bambu dengan matras bambu, dengan pendekatan model PLAXIS 2D. Dimulai dari stabilitas timbunan pada tanah asli, kemudian stabilitas timbunan setelah dilakukan *replacement soil*, stabilitas timbunan setelah dilakukan perkuatan geotekstil, stabilitas timbunan setelah dilakukan perkuatan cerucuk bambu, dengan beberapa variasi ketebalan tanah pengganti dan jumlah lapisan geotekstil.

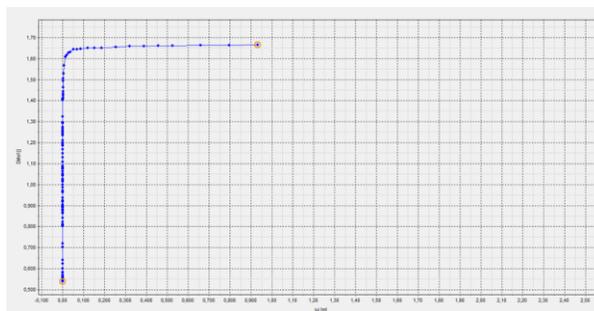
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Angka Faktor Keamanan dan Penurunan Konsolidasi

Analisis yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh metode tanah pengganti (*replacement soil*), perkuatan geotekstil dengan variasi jumlah lapisan geotekstil dan ketebalan tanah pengganti, dan variasi jarak spasi cerucuk bambu terhadap angka faktor keamanan (*safety factor*) dan penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*) pada jenis tanah lempung lunak.

Tabel 1. Hasil Analisis Pemodelan dengan *Replacement Soil*

Model	SF <i>Short Term</i>	SF <i>Long Term</i>	Deformasi Paska Konstruksi (cm)	Deformasi 1 Tahun (cm)	Deformasi 11 tahun (cm)
Tanah pengganti 0,5 m	1,041	1,78	20,32	27,65	27,88
Tanah pengganti 1 m	1,271	1,843	14,89	20,29	20,41
Tanah pengganti 1,5 m	1,459	1,889	14,76	18,19	18,28
Tanah pengganti 2 m	1,48	1,846	14,78	17,24	17,32
Tanah pengganti 2,5 m	1,698	1,838	14,21	15,67	15,71
Tanah pengganti 2,8 m	1,671	1,842	13,95	15,41	15,47

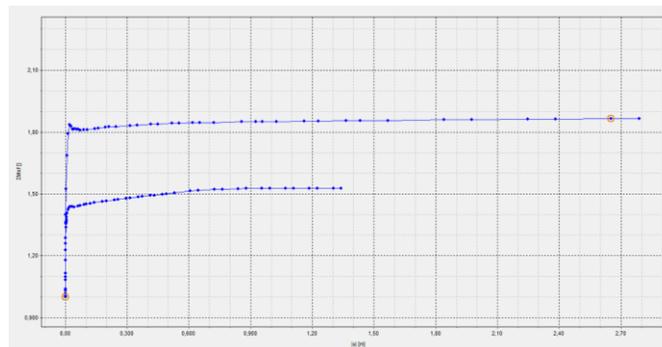


Gambar 2. Grafik SF dengan Metode Tanah Pengganti 2,5 m

Dari hasil analisis metode perbaikan tanah dengan *replacement soil* diketahui bahwa dibutuhkan tanah pengganti yang memiliki karakteristik lebih baik setebal 2,5 m untuk mencapai kriteria angka faktor keamanan $SF \geq 1,5$ agar timbunan yang direncanakan tidak mengalami *failure*.

Tabel 2. Hasil Analisis Pemodelan dengan Kombinasi Perkuatan Geotekstil dan Replacement Soil

Model	SF Short Term	SF Long Term	Deformasi Saat Konstruksi (cm)	Deformasi 1 Tahun (cm)	Deformasi 11 Tahun (cm)
2 lapis geotekstil dan 1 m tanah pengganti	1,298	1,873	14,830	20,250	20,430
3 lapis geotekstil dan 1,5 m tanah pengganti	1,556	1,916	14,010	17,170	17,270
4 lapis geotekstil dan 2 m tanah pengganti	1,726	1,823	13,680	15,571	15,650

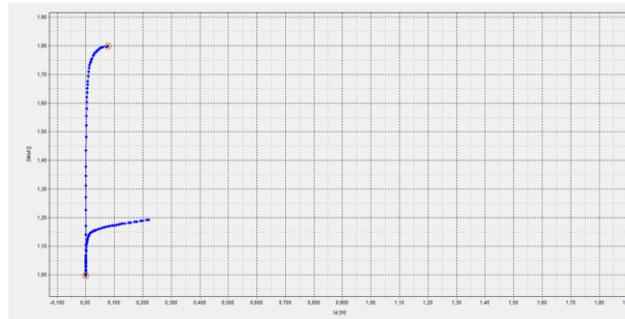


Gambar 3. Grafik SF dengan Metode Geotekstil 3 Lapis dan 1,5 m Tanah Pengganti

Dari hasil analisis metode kombinasi perkuatan tanah dengan geotekstil dan perbaikan tanah dengan *replacement soil* diketahui bahwa dibutuhkan 3 lapis geotekstil dan tanah pengganti setebal 1,5 m untuk mencapai kriteria angka faktor keamanan dan timbunan yang direncanakan tidak mengalami *failure*.

Tabel 3. Hasil Analisis Pemodelan dengan Perkuatan Cerucuk Bambu

Spasi Antar Bambu (m)	Panjang Bambu (m)	SF Short term	SF Long Term	Deformasi Paska Konstruksi (cm)	Deformasi 1 Tahun (cm)	Deformasi 11 Tahun (cm)
0,5	4	1,259	1,872	16,050	24,350	24,810
0,75	4	1,223	1,929	19,660	27,900	28,350
1	4	1,203	1,94	20,040	28,920	29,370



Gambar 4. Grafik SF dengan Metode Cerucuk Bambu

Dari hasil analisis metode perkuatan tanah dengan cerucuk bambu pada variasi jarak spasi terapat yaitu spasi 0,5 m tidak dapat mencapai kriteria angka faktor keamanan $SF \geq 1,5$. Pada kondisi paska konstruksi didapatkan nilai SF hanya sebesar 1,259. Maka dari itu perlu dilakukan perencanaan lebih lanjut mengenai dimensi bambu yang digunakan apabila ingin menggunakan perkuatan dengan cerucuk bambu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa metode yang efisien untuk kasus pada proyek ini adalah dilakukan penanganan menggunakan metode kombinasi perkuatan tanah dengan geotekstil dan tanah pengganti sebanyak 3 lapis geotekstil dan 1,5 m tebal tanah pengganti yaitu didapatkannya angka faktor keamanan paska konstruksi sebesar 1,556 dan penurunan konsolidasi sebesar 17,27 cm setelah 11 tahun paska konstruksi.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Arsy, A. A. (2018). Analisis Stabilitas Timbunan Pada Konstruksi Badan Jalan Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Metode Fellenius.
- [2] Braja, M. D. (1993). *Advanced Soil Mechanics (Vol. Third Edition)*. New York.
- [3] Fransiskus, X. N. (2013). Sifat Fisik Dan Mekanik Bambu Sebagai Bahan Konstruksi.
- [4] Irsyam, M. & Krisnanto, S. (2008). Pengujian Skala Penuh Dan Analisis Perkuatan Cerucuk Bambu Untuk Timbunan Badan Jalan Di Atas Tanah Lunak Di Lokasi Tambak Oso, Surabaya.
- [5] Sari, F. (2022). Analisis Stabilitas Timbunan Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Cerucuk Menggunakan Plaxis 2d V20.