

PEMANFAATAN CAMPURAN LIMBAH GYPSUM PADA TANAH LUNAK SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI TIMBUNAN

Ferra Fahriani

Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email : f2_ferra@yahoo.com

ABSTRACT

Before building construction on the ground with different contours or on the soft soil conditions be required an embankment construction. A construction of embankment will form new slopes that cause stress and strain changing of soil ,therefore so slope stability must be analyzed cause that embankment. This research used the soft clay mixed by the gypsum waste as embankment material, because gypsum contained calcium to bind the mineral soil, in increasing the strength of the soil, than that based on research results mix of soft soil with gypsum qualified as a embankment material. Soft clay as embankment material was mixed by the gypsum waste about 1% - 6% to dry weight of the soil. The results of testing the index properties soil and the parameter of shear strength soil to he mixture was used to analyze the stability of embankment slope through embankment construction model using PLAXIS software as much as 7 modeling, embankment construction model with soft clay as embankment material was mixed by the gypsum waste about 0% - 6% . The results of the analyzing the slope stability was shown by the safety factor (SF) slope on the material embankment model with gypsum waste about 0% to 6% for instances SF 3,21 SF; SF 3,63; SF 3,89; SF 4,06; SF 4,21; SF 4,36; SF 4,50. Increased of slopes safety factor (SF) until the addition of 6% of waste gypsum to the soil reaches 40,19% .Based on the research, the gypsum waste provide benefits for ground construction especially on improving the stability of slope embankment.

ABSTRAK

Sebelum membangun konstruksi pada suatu tanah dengan kontur tanah yang tidak merata atau pada kondisi tanah dengan tingkat kekerasan yang rendah diperlukan suatu pekerjaan timbunan. Lereng baru akan terbentuk ketika dibuat suatu konstruksi timbunan, pekerjaan timbunan menyebabkan perubahan tegangan dan regangan pada tanah, sehingga perlu dianalisis kestabilan lereng akibat timbunan tersebut. Pada penelitian ini digunakan tanah lempung lunak dengan campuran limbah gypsum sebagai bahan timbunan, karena gypsum mengandung kalsium yang dapat mengikat mineral tanah sehingga mampu meningkatkan kekuatan tanah, selain itu berdasarkan hasil penelitian campuran tanah lunak dengan gypsum memenuhi syarat sebagai bahan timbunan. Tanah lunak sebagai bahan timbunan diberi campuran limbah gypsum dengan kadar 1% sampai 6% terhadap berat kering tanah. Hasil pengujian sifat fisik tanah dan parameter kuat geser tanah pada campuran tersebut digunakan dalam analisis kestabilan lereng timbunan, dengan memodelkan konstruksi timbunan menggunakan software PLAXIS sebanyak 7 permodelan tanah yaitu permodelan timbunan dengan bahan timbunan dengan kadar limbah gypsum 0% sampai 6 %. Hasil analisis kestabilan lereng yang ditunjukkan oleh angka keamanan lereng (SF) pada permodelan bahan timbunan dengan kadar limbah gypsum 0% sampai 6% yaitu SF 3,21;SF 3,63;SF 3,89; SF 4,06; SF 4,21; SF 4,36 ;SF 4,50.Peningkatan angka keamanan lereng sampai penambahan 6% limbah gypsum pada tanah mencapai 40,19%. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa limbah gypsum memberikan manfaat bagi pekerjaan tanah khususnya pada peningkatan stabilitas lereng timbunan.

Kata Kunci : Limbah Gypsum, Stabilitas Timbunan, Angka Keamanan Lereng

PENDAHULUAN

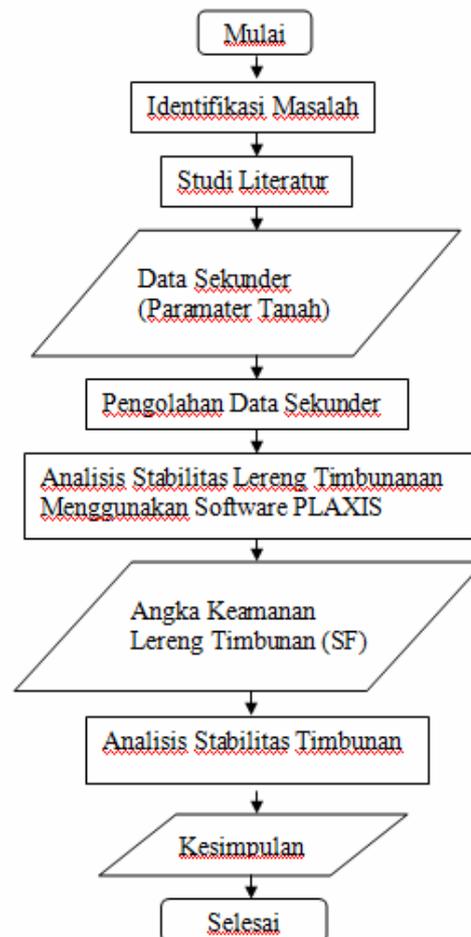
Pekerjaan tanah merupakan suatu pekerjaan yang penting dalam bidang konstruksi, karena tanah merupakan penopang utama pada suatu konstruksi. Apabila dihadapkan pada suatu kondisi tanah yang lunak atau kontur tanah yang tidak merata maka pekerjaan timbunan diperlukan sebelum membangun suatu konstruksi. Adanya timbunan mengakibatkan perubahan tegangan regangan pada tanah, selain itu timbunan dapat menyebabkan timbulnya lereng baru, sehingga analisis kestabilan lereng timbunan sangat diperlukan sebelum dibuat suatu konstruksi timbunan.

Bahan timbunan yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi timbunan dapat diambil langsung dari lokasi timbunan atau dari lokasi lain, namun bahan timbunan harus memenuhi syarat yang ditentukan oleh instansi yang terkait. Pada penelitian terdahulu telah dilakukan penelitian terhadap sifat fisik dan mekanik tanah lempung lunak yang diberikan campuran gypsum. Berdasarkan hasil penelitian Kurniawan (2014) tanah lempung lunak yang diberi campuran gypsum dengan kadar gypsum sampai 6% mengalami peningkatan nilai CBR, nilai CBR pada kadar 6% sebesar 7,08 %, selain itu pemberian gypsum mengakibatkan perubahan klasifikasi tanah dari CH OH menjadi MH OH. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa lempung lunak dengan campuran gypsum memenuhi syarat sebagai bahan timbunan biasa sebagaimana yang ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum yaitu timbunan biasa tidak boleh tergolong tanah CH atau harus memenuhi nilai CBR lebih dari 6%. Selain itu berdasarkan penelitian Wibawa (2015) penambahan gypsum pada tanah lunak mengakibatkan peningkatan kekuatan geser tanah. Secara teoritis peningkatan kekuatan geser tanah mengakibatkan peningkatan nilai angka keamanan lereng yang menunjukkan peningkatan pada stabilitas lereng.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka dilakukan penelitian terhadap stabilitas lereng timbunan yang diberikan tambahan limbah gypsum. Stabilitas lereng ditunjukkan berdasarkan nilai angka kemanan lereng . Salah satu software yang dapat digunakan untuk menganalisis angka keamanan lereng yaitu software PLAXIS. Software PLAXIS merupakan software geoteknik yang berbasis pada konsep metode elemen hingga yang menganalisis secara simultan tegangan dan regangan yang terjadi pada tanah. Pada penelitian ini digunakan software PLAXIS dalam menganalisis angka keamanan lereng, dengan membuat 7 permodelan timbunan dengan bahan timbunan yang berbeda-beda yaitu bahan timbunan berupa tanah lunak dengan campuran gypsum 0% sampai 6% terhadap berat kering tanah. Dari hasil analisis dapat diketahui angka keamanan lereng sehingga dapat diketahui tingkat kestabilan lereng, dan dapat disimpulkan pemanfaatan limbah gypsum dalam pekerjaan konstruksi timbunan.

METODE PENELITIAN

Tahap penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah, studi literature, analisis, pembahasan dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan untuk menjawab tujuan dari penelitian. Berikut ini ditampilkan diagram alir penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Pada tahap awal dilakukan identifikasi terhadap konstruksi timbunan. Bahan timbunan yang digunakan untuk konstruksi timbunan harus memiliki syarat yang ditentukan. Selanjutnya dilakukan kajian pada penelitian terdahulu tentang pencampuran tanah lunak dengan gypsum untuk mendapatkan parameter tanah hasil pengujian sifat fisik dan mekanik tanah. Dari data sekunder didapatkan parameter tanah hasil pengujian sifat fisik dan mekanik pada campuran tanah lempung dengan kadar gypsum 0% ,4%,6% dan 8% . Untuk keperluan analisis stabilitas timbunan menggunakan software PLAXIS dilakukan analisis korelasi linier sederhana dengan bantuan software Excel untuk mendapatkan parameter tanah lunak dengan campuran gypsum pada kadar lainnya. Hasil analisis korelasi parameter tanah selanjutnya digunakan dalam input parameter tanah untuk analisis stabilitas timbunan menggunakan software PLAXIS.

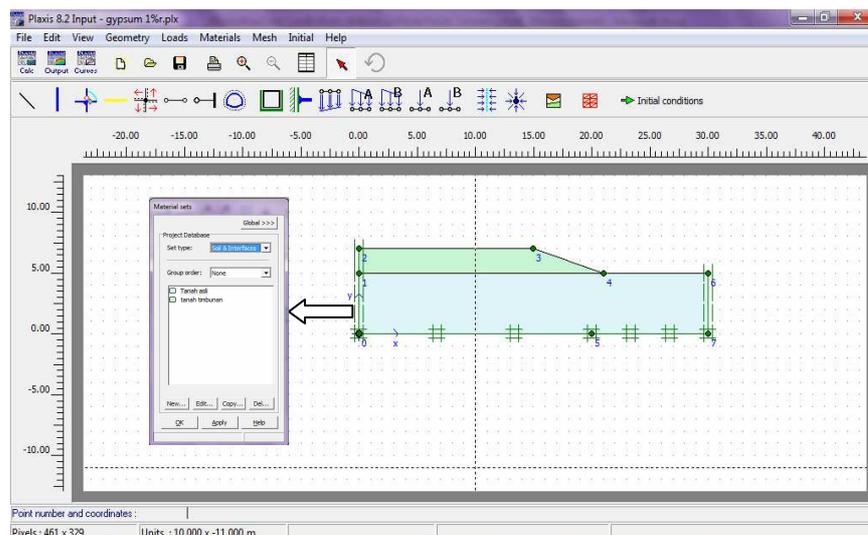
Analisis stabilitas timbunan dengan software PLAXIS dibuat sebanyak 7 permodelan tanah dengan variasi bahan timbunan sebagai berikut

- a. Permodelan tanah dengan bahan timbunan berupa tanah lempung dengan kadar gypsum 0% (Permodelan 1)
- b. Permodelan tanah dengan bahan timbunan berupa tanah lempung dengan kadar gypsum 1% (Permodelan 2)
- c. Permodelan tanah dengan bahan timbunan berupa tanah lempung dengan kadar gypsum 2% (Permodelan 3)
- d. Permodelan tanah dengan bahan timbunan berupa tanah lempung dengan kadar gypsum 3% (Permodelan 4)
- e. Permodelan tanah dengan bahan timbunan berupa tanah lempung dengan kadar gypsum 4% (Permodelan 5)
- f. Permodelan tanah dengan bahan timbunan berupa tanah lempung dengan kadar gypsum 5% (Permodelan 6)
- g. Permodelan tanah dengan bahan timbunan berupa tanah lempung dengan kadar gypsum 6% (Permodelan 7).

Berikut ini diuraikan tahap-tahap dalam analisis menggunakan software PLAXIS:

1. Input Geometri Tanah

Dalam permodelan geometri tanah, tanah timbunan dimodelkan memiliki ketinggian 2 meter dengan kemiringan 1: 3, seperti yang terlihat pada gambar 2



Gambar 2 Input Geometri Tanah

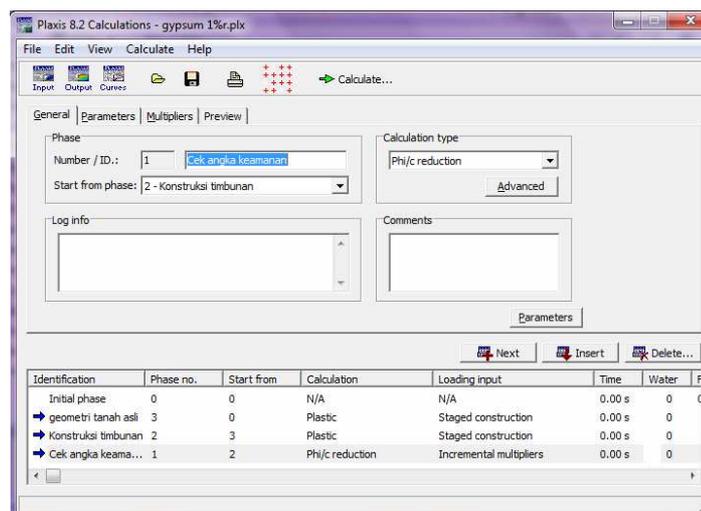
2. Input Parameter tanah

Parameter tanah yang digunakan berdasarkan nilai pendekatan parameter tanah, hasil analisis korelasi linear sederhana dan berdasarkan hasil korelasi parameter tanah dengan jenis tanah. Pada PLAXIS input material tanah dilakukan pada menu *material set*. Permodelan material dengan model Mohr Coulomb, dengan perilaku material terdrainasi. Adapun parameter tanah lain yang digunakan seperti yang terdapat pada tabel 1.

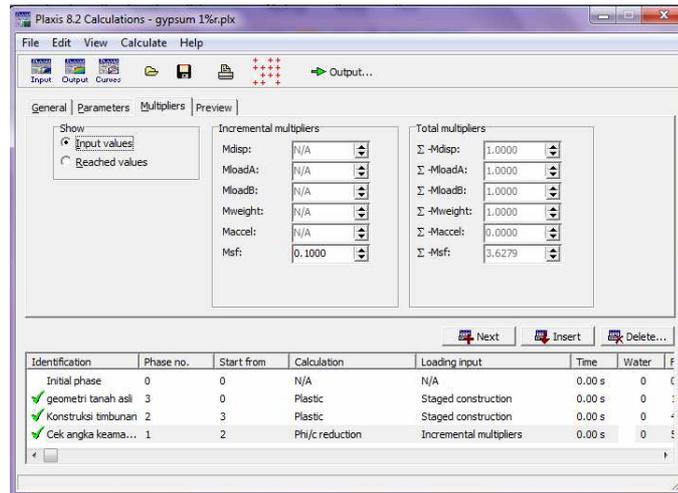
Tabel 1 Tabel Parameter Tanah

Tanah	γ_{unsat} (kN/m^3)	γ_{sat} (kN/m^3)	K_x, K_y (m/s)	E (kN/m^2)	ν	Kohesi C (kN/m^2)	Sudut Geser ϕ ($^\circ$)
Tanah Asli	13.45	16.88	1.10^{-9}	$2.45.10^4$	0,3	1.58	35.47
Tanah + gypsum 0%	13.45	16.88	1.10^{-9}	$2.45.10^4$	0,3	1.58	35.47
Tanah + gypsum 1%	13.61	17.01	1.10^{-9}	$2.45.10^4$	0,3	4.07	34.95
Tanah + gypsum 2%	13.77	17.14	1.10^{-9}	$2.45.10^4$	0,3	6.57	34.43
Tanah + gypsum 3%	13.93	17.27	1.10^{-9}	$2.45.10^4$	0,3	9.07	33.91
Tanah + gypsum 4%	14.09	17.4	1.10^{-9}	$2.45.10^4$	0,3	11.56	33.39
Tanah + gypsum 5%	14.25	17.53	1.10^{-9}	$2.45.10^4$	0,3	14.06	32.87
Tanah + gypsum 6%	14.41	17.65	1.10^{-9}	$2.45.10^4$	0,3	16.55	32.34

- Tahap selanjutnya dilakukan adalah menyusun jaringan element tanah pada menu *generate mess*, dilanjutkan menentukan muka air tanah pada menu *initial condition*, pada penelitian ini muka air tanah diasumsikan jauh dari permukaan tanah.
- Pada tahap akhir dilakukan analisis angka keamanan menggunakan software PLAXIS dengan metode Reduksi ϕ -c dalam perhitungan. Analisis dilakukan dalam 3 tahap yaitu tahap konstruksi tanah asli, tahap konstruksi tanah timbunan selanjutnya tinjauan angka keamanan secara keseluruhan pada tanah asli yang telah dikonstruksikan timbunan, seperti yang terlihat pada gambar 3 . Selanjutnya didapatkan angka kemanan yang ditunjukkan oleh nilai Msf seperti pada gambar 4



Gambar 3 Tahap Analisis Angka Keamanan Lereng



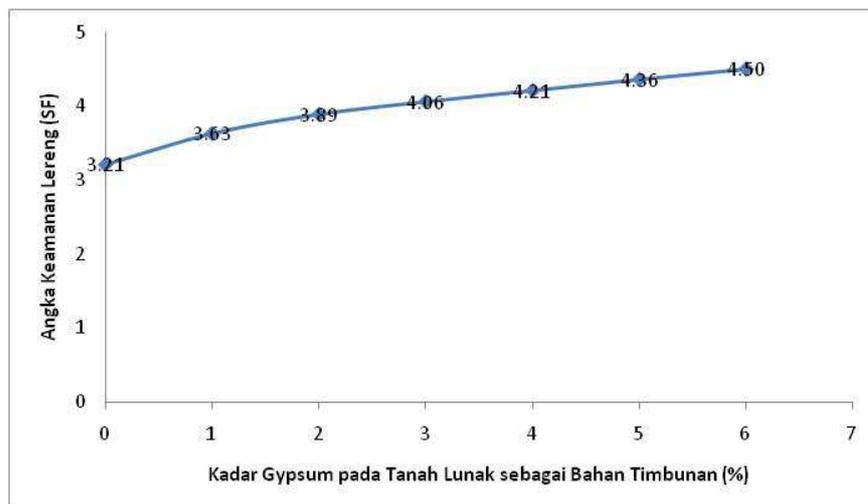
Gambar 4 Hasil Analisis Angka Keamanan Lereng

Tahap yang sama dilakukan untuk ke tujuh permodelan timbunan lainnya, dengan memasukan parameter tanah timbunan yang berbeda untuk setiap permodelan tanpa merubah geometri timbunan.

Dari nilai angka keamanan hasil analisis tiap permodelan tanah ditarik kesimpulan tentang kestabilan lereng timbunan dengan bahan timbunan berupa tanah lempung dengan campuran gypsum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan software PLAXIS pada 7 permodelan timbunan tanah didapatkan nilai angka keamanan untuk masing- masing permodelan seperti yang terdapat pada grafik berikut.



Gambar 5 Grafik Hasil Analisis Angka Kemananan Lereng

Pada gambar 5 dilihat nilai angka keamanan lereng lebih besar dari 3 menunjukkan lereng timbunan dalam keadaan stabil. Dari gambar 5 dapat dilihat pula peningkatan angka keamanan lereng pada setiap penambahan gypsum.

Peningkatan angka keamanan lereng dengan penambahan gypsum pada tanah lempung pada kadar 6% mencapai 40,19%. Besarnya peningkatan angka keamanan dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 2 Peningkatan Angka Keamanan Timbunan

Kadar Gypsum Pada Tanah Lunak (%)	SF	Peningkatan SF (%)
0	3.21	0.00
1	3.63	13.08
2	3.89	21.18
3	4.06	26.48
4	4.21	31.15
5	4.36	35.83
6	4.50	40.19

Dari tabel 2 terlihat bahwa semakin tinggi kadar gypsum maka peningkatan angka keamanan lereng semakin tinggi. Peningkatan angka keamanan lereng timbunan akibat penambahan limbah gypsum terjadi karena gypsum mengandung kalsium (calcium sulfate $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yang mampu mengikat mineral tanah. Semakin besarnya ikatan antara tanah menyebabkan meningkatnya kekuatan tanah khususnya kekuatan geser tanah. Peningkatan kekuatan geser tanah yang diberi campuran limbah gypsum seperti yang dikemukakan Wibawa (2015) pada penelitiannya. Dengan meningkatnya kekuatan geser tanah maka stabilitas tanah terhadap gaya geser semakin meningkat, sebagaimana hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan angka keamanan lereng pada kadar gypsum yang semakin tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis didapatkan kesimpulan yaitu

1. Penambahan limbah gypsum pada tanah lempung mengakibatkan peningkatan kestabilan lereng timbunan, hal ini ditunjukkan dari meningkatnya angka keamanan lereng tiap penambahan limbah gypsum pada tanah.
2. Peningkatan angka keamanan lereng timbunan dengan penambahan limbah gypsum sampai 6 % pada tanah lempung mencapai 40,19 %.
3. Limbah gypsum memberikan manfaat bagi pekerjaan tanah khusus pada peningkatan stabilitas tanah timbunan. Pada penambahan limbah gypsum sampai kadar 6 % dapat digunakan untuk bahan timbunan dengan nilai kestabilan tanah yang semakin meningkat, namun perlu di teliti lebih lanjut untuk penambahan gypsum dengan kadar yang lebih tinggi, untuk melihat apakah penambahan gypsum akan berdampak pada peningkatan stabilitas lereng atau sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Brinkgreve, R.B.J (1998). *Plaxis 2D-Versi 8* , A.A Balkema, Rotterdam
- Das, Braja M .(1990). *Principle of Foundation Engineering, Second Edition*, PWS-KENT Publishing Company, Boston, 13-23.
- Fahriani (2015) Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Ampas Kelapa Sawit. Jurnal ” FROPIL “ Volume 3 Nomor 1 Edisi Juni 2015
- Hardiyatmo, Hary Christady. (2007). *Mekanika Tanah 1*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo, Hary Christady. (2007). *Mekanika Tanah 2*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Hisyam, E S.2013. *Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Sawit Untuk Meningkatkan Kekuatan Tanah*. Jurnal ” FROPIL “ Volume 1 Nomor 2 Edisi September 2013
- Kurniawan, Vemmy dkk (2014). *Pengaruh Penambahan Serbuk Gypsum Dengan Lamanya Waktu Pengeraman (Curing) Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro*. Sipil.Studentjournal.ub.ac.id. Vol 1 No 2
- Wibawa, Arif (2015). *Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung*” FROPIL “ Volume 3 Nomor 2 Edisi Desember 2015