

ANALISIS PENGARUH KETINGGIAN TIMBUNAN TERHADAP KESTABILAN LERENG

Ferra Fahriani

Email : f2_ferra@yahoo.com

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB Balunujuk, Merawang, Kab. Bangka

ABSTRAK

Pekerjaan timbunan diperlukan sebelum membangun suatu konstruksi, apabila dibangun pada suatu tanah dengan kontur tanah yang tidak merata atau pada kondisi tanah dengan tingkat kekerasan yang rendah. Adanya pekerjaan timbunan membentuk suatu lereng baru, sehingga perlu dianalisis kestabilan lereng tersebut. Kestabilan lereng ditunjukkan dari angka keamanan lereng. Pada pekerjaan konstruksi ketinggian timbunan pada suatu pekerjaan akan berbeda-beda sesuai dengan kondisi permukaan dan kekerasan tanah pada suatu wilayah. Pada penelitian ini pengaruh ketinggian timbunan dianalisis dalam permodelan menggunakan software PLAXIS, dengan memodelkan ketinggian timbunan 1m sampai 5 m. Hasil analisis menunjukkan bahwa meningkatnya ketinggian tanah timbunan mengakibatkan menurunnya angka keamanan lereng dengan persentase penurunan semakin kecil tiap penambahan ketinggian. Penurunan angka keamanan lereng tiap 1 meter semakin kecil, pada peningkatan ketinggian sampai 5 meter persentase penurunan angka keamanan lereng sebesar 2,47% terhadap ketinggian 4 meter. Penurunan angka keamanan lereng menunjukkan penurunan kestabilan lereng. Penurunan kestabilan lereng ini terjadi karena adanya penambahan beban akibat bertambahnya ketinggian timbunan yang harus ditahan oleh tanah asli.

Kata Kunci : Stabilitas Timbunan, Angka Keamanan Lereng

PENDAHULUAN

Pada suatu kontur tanah yang tidak merata serta pada kondisi tanah yang kurang baik memerlukan suatu pekerjaan timbunan sebelum dibangun suatu konstruksi. Timbunan pada suatu tanah menyebabkan terjadinya perubahan tegangan di dalam tanah sehingga tanah terdeformasi yang mengakibatkan terganggunya kestabilan tanah. Pada berbagai pekerjaan konstruksi timbunan dibuat dalam ketinggian yang berbeda – beda sesuai dengan kondisi tanah serta jenis konstruksi yang akan dibangun. Semakin tinggi timbunan tanah, maka

semakin besar beban yang harus ditahan oleh tanah asli, sehingga menyebabkan semakin berkurangnya kestabilan tanah . Adanya pekerjaan timbunan membentuk suatu lereng baru sehingga perlu dianalisis kestabilan lereng tersebut. Ada berbagai metode dalam menganalisis kestabilan lereng salah satunya menggunakan software geoteknik yang berbasis pada analisis metode elemen hingga yaitu PLAXIS. Analisis pada PLAXIS menghasilkan angka keamanan lereng yang menunjukkan kondisi kestabilan lereng.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah terdiri atas agregat dan mineral-mineral yang padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain. Tanah bersifat heterogen yaitu dapat mempunyai sifat-sifat yang berbeda pada jarak yang berbeda disebabkan oleh faktor ukuran, bentuk komposisi kimia dari butiran, sehingga setiap tanah memiliki parameter tanah

yang berbeda-beda. Parameter-parameter tanah dapat ditentukan berdasarkan uji laboratorium, uji lapangan maupun berdasarkan korelasi parametrik tanah. Korelasi parametrik didapatkan berdasarkan hasil pengujian para peneliti terdahulu. Berikut ini ditampilkan tabel 1 sampai 4 yang menunjukkan berbagai korelasi parametrik parameter tanah berdasarkan jenis tanah.

Tabel 1 Nilai e , w dan γ_d Berdasarkan Jenis Tanah

Type Of Soil	Void Ratio (e)	Natural Moisture Content In Saturated Condition (%)	Dry Unit Weight (γ_d) (kN/m^3) (lb/ft ³)	
Loose uniform sand	0,8	30	14,5	92
Dense uniform sand	0,45	16	18	115
Loose angular-grained silty sand	0,65	25	16	102
Dense angular-grained silty sand	0,4	15	19	120
Stiff clay	0,6	21	17	108
Soft clay	0,9-1,4	30-50	11,5-14,5	73-92
Loess	0,9	25	13,5	86
Soft organic clay	2,5-3,2	90-120	6-8	38-51
Glacial till	0,3	10	21	134

Sumber : Braja M Das (1990)

Tabel 2 Nilai K Berdasarkan Tipe Tanah

Type Of Soil	Coefisien of Permeability (k) (cm/sec)
Medium to coarse gravel	Greater than 10^{-1}
Coarse to fine sand	10^{-1} to 10^{-3}
Fine sand, silty sand	10^{-3} to 10^{-5}
Silt, clayey silt, silty clay	10^{-4} to 10^{-6}
Clays	10^{-7} or less

Sumber : Braja M Das (1990)

Tabel 3 Nilai Modulus Elastisitas Tanah Es berdasarkan jenis tanah

Tanah	Es (MPa)
Lempung sangat lunak	2-15
Lempung lunak	5-25
Lempung sedang	15-50
Lempung Keras	50-100
Lempung Berpasir	25-250

Sumber : Bowles (1997)

Tabel 4 Nilai Poisson Ratio Tanah μ Berdasarkan Jenis Tanah

Tanah	μ
Lempung jenuh	0,4-0,5
Lempung takjenuh	0,1-0,3
Lempung berpasir	0,2-0,3
Lanau	0,3-0,35
Pasir Padat	0,3-0,4

Sumber : Bowles (1997)

Stabilitas Lereng

Permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal disebut lereng. Suatu tanah akan mengalami perubahan tegangan apabila diberikan tambahan beban atau pengurangan beban. Timbunan merupakan suatu lereng buatan manusia yang akan mengakibatkan perubahan tegangan pada tanah akibat adanya penambahan beban tanah yang berpengaruh terhadap kestabilan tanah.

Parameter kekuatan geser tanah merupakan faktor utama dalam penentuan kestabilan suatu lereng. Keruntuhan pada suatu tanah terjadi akibat kombinasi kritis antara tegangan normal dan geser. Menurut Mohr

Coulomb kriteria keruntuhan geser tanah yaitu:

$$s = c + \sigma_n \tan \Phi \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

S = tegangan geser pada tanah

C = kohesi tanah

σ_n = tegangan normal

Φ = sudut geser internal tanah

Kohesi (c) dan sudut geser internal tanah Φ merupakan parameter kekuatan geser tanah yang bisa didapatkan dari berbagai pengujian baik di lapangan, di laboratorium maupun berdasarkan korelasi parametrik tanah.

Dalam menentukan stabilitas atau kemantapan lereng dikenal istilah faktor keamanan (safety factor) yang merupakan perbandingan antara gaya-gaya yang menahan gerakan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah tersebut dianggap stabil, bila dirumuskan sebagai berikut:

Faktor keamanan (F) = gaya penahan / gaya penggerak

Dimana untuk keadaan :

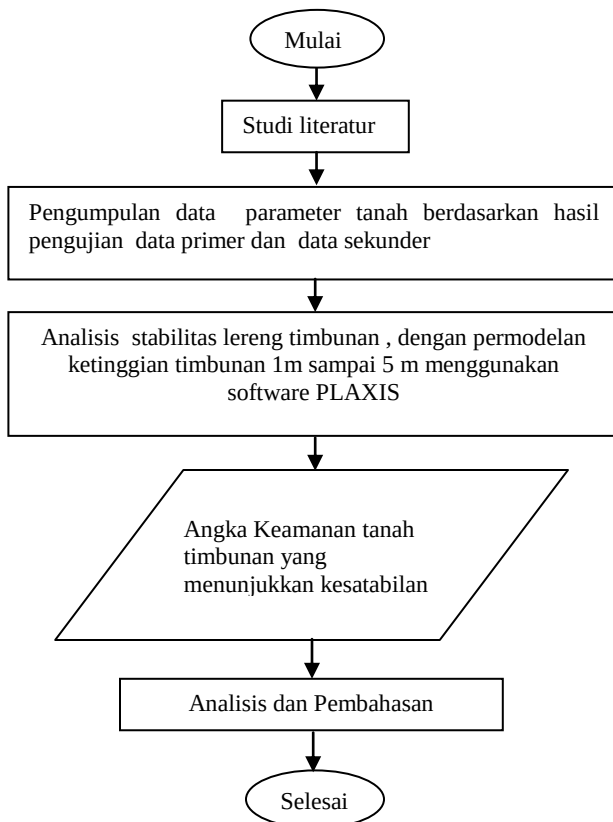
- $F > 1,0$: lereng dalam keadaan mantap
- $F = 1,0$: lereng dalam keadaan seimbang, dan siap untuk longsor
- $F < 1,0$: lereng tidak mantap

Dalam menganalisis kestabilan suatu lereng selain dilakukan suatu perhitungan secara manual dengan berbagai metode, dapat pula dilakukan perhitungan menggunakan program komputer. Salah satu program yang dapat digunakan untuk analisis angka keamanan lereng adalah software PLAXIS. Software PLAXIS merupakan

program yang menggunakan konsep metode elemen hingga, Metode ini dapat menganalisis secara simultan tegangan dan regangan yang terjadi pada tanah. Analisis Faktor keamanan pada software plaxis berdasarkan pada konsep reduksi phi-c sehingga menghasilkan angka kermanan Msf.

METODE PENELITIAN

Tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini seperti yang ditunjukkan ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

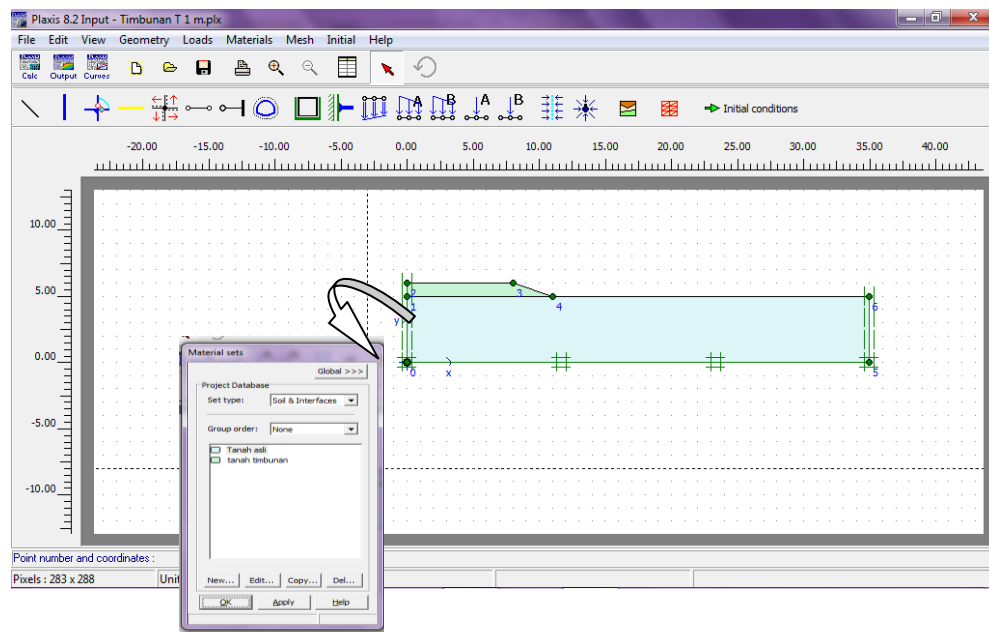
Analisis Stabilitas Tanah Menggunakan Program PLAXIS

Analisis stabilitas tanah timbunan pada software PLAXIS sebanyak 5 permodelan dengan variasi ketinggian timbunan mulai dari 1 m hingga 5 m., seperti yang diuraikan berikut:

- Permodelan tanah dengan timbunan tanah setinggi 1 m (Permodelan 1)
- Permodelan tanah dengan timbunan tanah setinggi 2 m (Permodelan 2)
- Permodelan tanah dengan timbunan tanah setinggi 3 m (Permodelan3)
- Permodelan tanah dengan timbunan tanah setinggi 4 m (Permodelan 4)
- Permodelan tanah dengan timbunan tanah setinggi 5 m (Permodelan 5)

Adapun tahapan yang digunakan dalam analisis lereng menggunakan *software* PLAXIS adalah :

1. Input Geometri dan material tanah di dalam PLAXIS



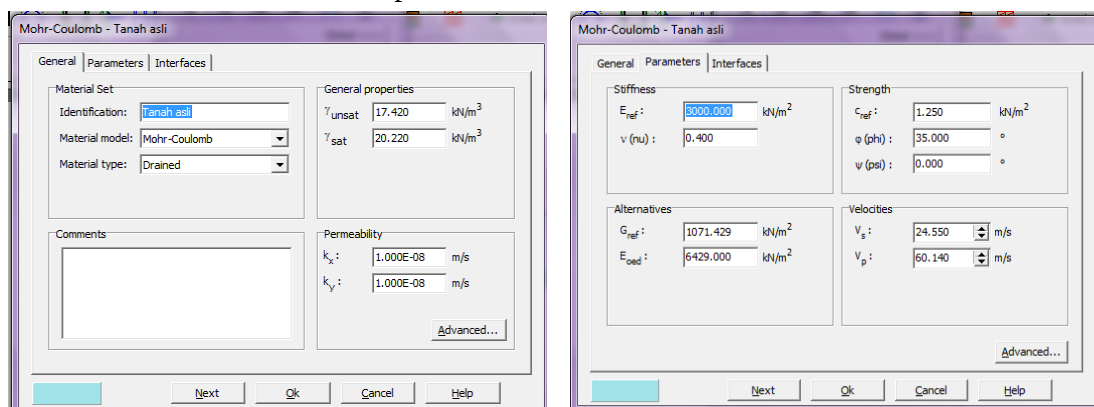
Gambar 1. Input Geometri

Dalam memasukkan parameter tanah pada permodelan disesuaikan dengan parameter tanah pada sample dari uji laboratorium yang telah dilakukan serta berdasarkan hasil uji korelasi parametrik tanah. Berikut ini disampaikan.

a. Input Parameter Tanah Asli

Tanah asli dalam permodelan merupakan tanah lempung lunak dengan parameter tanah diambil berdasarkan penelitian

Wibawa (2014) untuk mendapatkan nilai berat jenis tanah $G_s = 2,486$, Kohesi $c = 1,25 \text{ kN/m}^2$ dan sudut geser $\Phi = 35^\circ$. Parameter tanah lain yang diperlukan dalam analisis ditentukan berdasarkan korelasi parametrik tanah. Input parameter tanah asli dalam analisis menggunakan software PLAXIS seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2 Input Parameter Tanah Asli

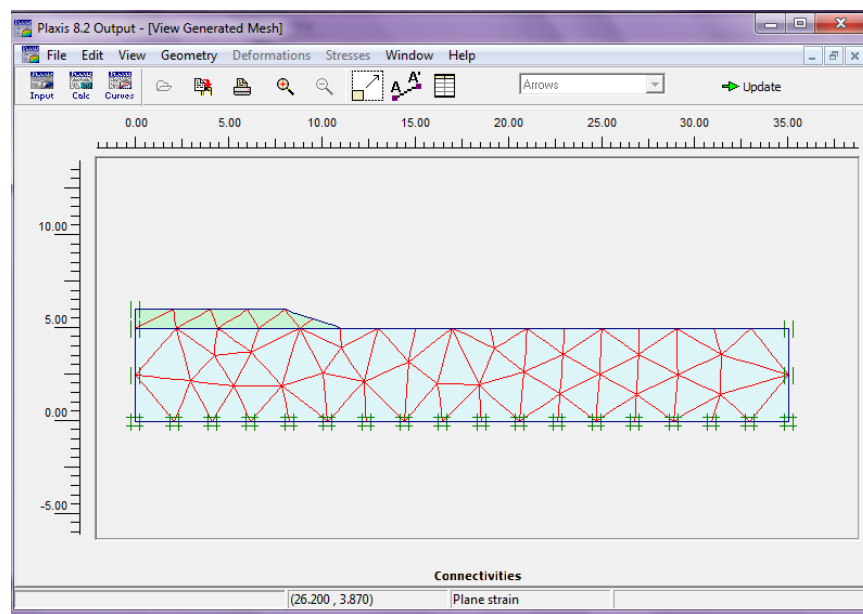
tanah Φ . Untuk parameter tanah lain yang diperlukan dalam analisis diambil

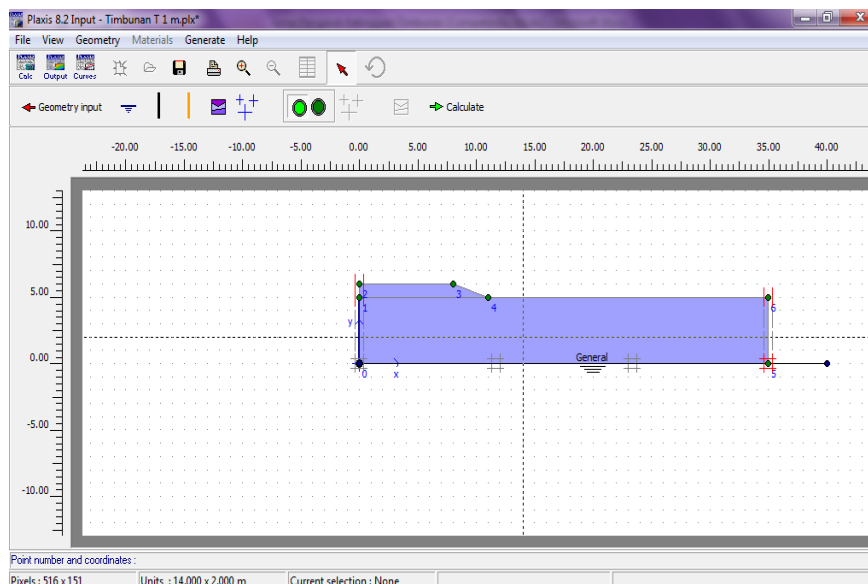
berdasarkan korelasi parametrik tanah. pada tabel berikut :
Parameter tanah yang digunakan seperti

The image shows two side-by-side screenshots of the 'Mohr-Coulomb - tanah timbunan' dialog box in PLAXIS. The left window displays the 'General' tab with fields for Material Set (Identification: tanah timbunan, Material model: Mohr-Coulomb, Material type: Drained), General properties (γ_{unsat} : 18.140 kN/m³, γ_{sat} : 21.240 kN/m³), Permeability (k_x : 1.000E-03 m/s, k_y : 1.000E-03 m/s), and a Comments box. The right window displays the 'Parameters' tab with Stiffness (E_{ref} : 2.000E+04 kN/m², ν (nu): 0.300), Strength (c_{ref} : 12.000 kN/m², ϕ (phi): 49.000°, ψ (psi): 0.000°), Alternatives (G_{ref} : 7692.308 kN/m², E_{oad} : 2.692E+04 kN/m²), and Velocities (V_s : 64.460 m/s, V_p : 120.600 m/s). Both windows have 'Next', 'Ok', 'Cancel', and 'Help' buttons at the bottom.

Gambar 3 Input Parameter Tanah Timbunan

2. Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan kondisi batas dengan standart fixities, input pembebanan pada permodelan PLAXIS, pembentukan jaringan element pada lapisan serta penentuan ground water condition, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini:



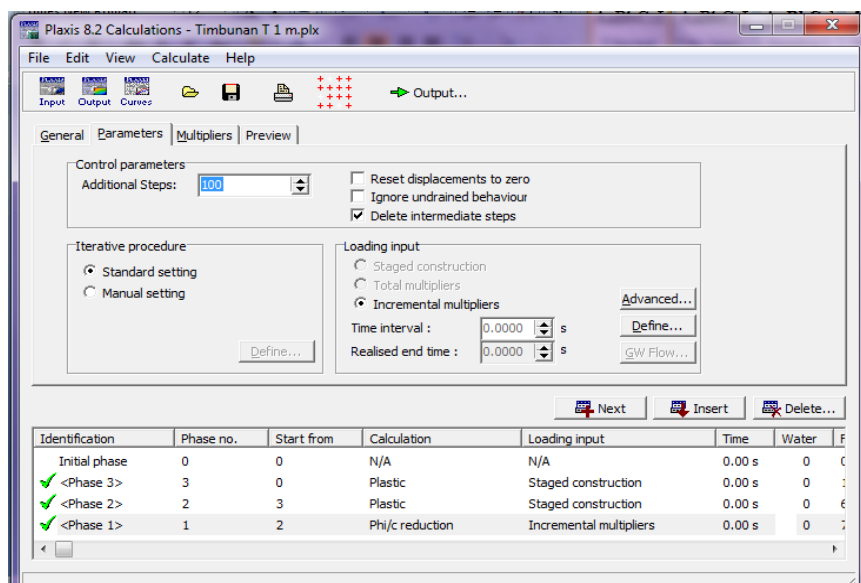


Gambar 4. Input *standart fixities*, pembebanan, jaringan lement (*mesh*), *ground water condition* pada lapisan tanah

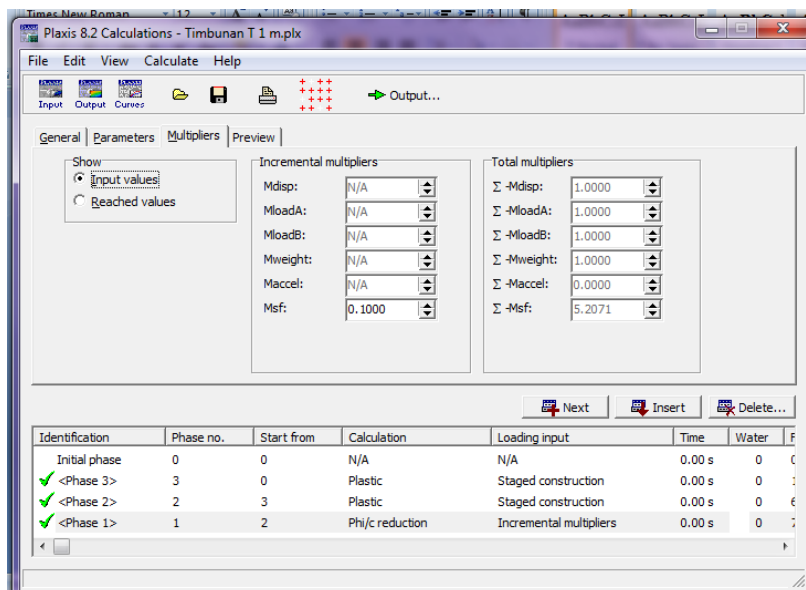
3. Analisis angka keamanan menggunakan software PLAXIS

Metode Reduksi ϕ -c digunakan dalam perhitungan angka kewanan lereng menggunakan software PLAXIS, perhitungan dibuat dalam 3 tahap yaitu tahap konstruksi tanah asli, selanjutnya tahap

konstruksi tanah timbunan dan terakhir tahap perhitungan kestabilan tanah yang sudah terbentuk lereng baru, seperti yang terlihat pada gambar 5. Setelah dianalisis didapatkan nilai angka kewanan yang ditunjukkan oleh nilai Msf seperti pada gambar 6.



Gambar 5. Analisis Angka Keamanan Lereng

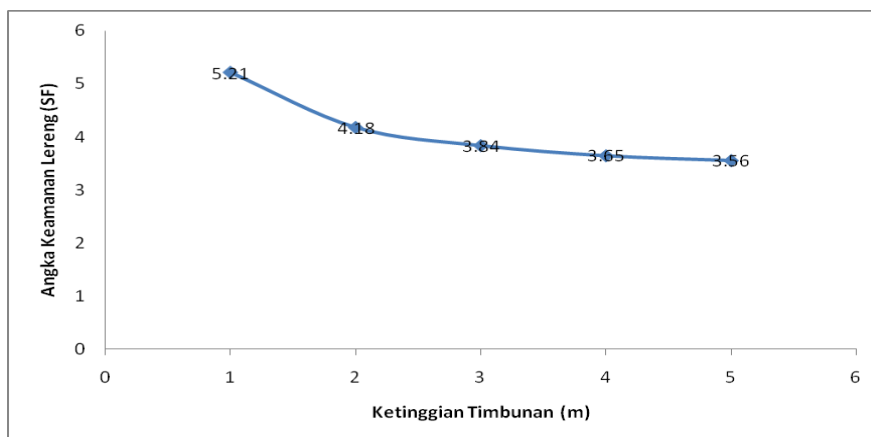


Gambar 6. Hasil Analisis Angka Keamanan Lereng

Untuk 4 permodelan lainnya dilakukan dengan merubah geometri lereng dengan merubah ketinggian tanah 2 samapi 5 meter tanpa merubah parameter tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari kelima permodelan ketinggian tanah timbunan menggunakan software PLAXIS didapatkan nilai angka keamanan untuk masing-masing permodelan seperti yang terdapat pada grafik berikut:



Gambar 7 Grafik Angka Kemananan Lereng Terhadap Ketinggian Timbunan

Dari gambar 7 dapat dilihat adanya pengaruh Penurunan angka keamanan akibat ketinggian terhadap kestabilan lereng. bertambahnya ketinggian menunjukkan

adanya penurunan tingkat kestabilan lereng. Besarnya persentase penurunan akibat adanya penambahan ketinggian lereng tiap

satu meter seperti yang terlihat pada tabel 6 berikut :

Tabel 6 Penurunan Angka Keamanan Lereng Timbunan

Ketinggian Timbunan (m)	SF	Penurunan SF (%)
1	5.21	0.00
2	4.18	19.77
3	3.84	8.13
4	3.65	4.95
5	3.56	2.47

Tabel 6 menunjukkan nilai persentase penurunan tiap penambahan ketinggian setinggi 1 m yang menunjukkan semakin tinggi timbunan nilai penurunan angka kemanan lereng SF semakin kecil. Dari gambar 6 dan tabel 6 dapat dilihat adanya penurunan angka kemanan lereng tiap penambahan ketinggian lereng, dengan persentase penurunan semakin kecil tiap penambahan ketinggian. Persentase penurunan angka kemanan lereng sampai ketinggian 5 m sebesar 2,47% terhadap ketinggian 4 meter. Penurunan angka kemanan lereng menunjukkan penurunan kestabilan lereng, hal ini terjadi karena adanya penambahan beban akibat bertambahnya ketinggian timbunan yang harus ditahan oleh tanah asli. Pada konsep keamanan lereng faktor kemanan (F) merupakan pembagian gaya penahan terhadap gaya penggerak. Beban timbunan merupakan gaya penggerak sehingga bertambahnya gaya penggerak ini mengakibatkan angka keamanan lereng

semakin menurun yang menunjukkan penurunan kestabilan lereng.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis didapatkan bahwa meningkatnya ketinggian tanah timbunan mengakibatkan menurunnya angka keamanan lereng yang menunjukkan penurunan kestabilan tanah
2. Persentase penurunan angka keamanan lereng tiap 1 meter semakin menurun, sampai ketinggian 5 meter dengan persentase penurunan angka kemanan lereng sebesar 2,47% terhadap ketinggian 4 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, JE (1997) *Analisis dan Desain Pondasi*, Erlangga, Jakarta
- 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.
- Edil,Tuncer B.1982. Seepage, Slope & Embankments. Departement of Civil and Enviromental Engineering University of Wisconsin-Madison
- Fahriani (2015) Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Ampas Kelapa Sawit. " FROPIL " Volume 3 Nomor 1 Edisi Juni 2015
- Hardiyatmo, Hary Christady. (2007). *Mekanika Tanah 2*. Gajah Mada University Press,Yogyakarta
- Wibawa A (2014). Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung. TugasAkhir .Jurusan Teknik sipil Universitas Bangka Belitung