

Analisis Kelongsoran pada Tanah Lereng di Ruas Jalan Kecamatan Batu Ketulis sebagai Material Timbunan Jalan Ditinjau Terhadap Jenis Pemadatan dan *Swelling*

Panca Kurniawan¹⁾

Iswan²⁾

Ahmad Zakaria³⁾

Lusmeilia Afriani⁴⁾

Abstract

Batu Ketulis is a sub-district in the province of West Lampung. This regency is well-known as an advanced area in agriculture and other natural resources. Slopes can be formed naturally or man-made.

In landfilling activities that will form a new slope will result in a change in stress in the soil which affects the stability of the soil.

The purpose of this study was to determine the magnitude of the swelling on the slope soil in the Batu Ketulis road section of West Lampung Regency, to know the magnitude of the shear force on the slope soil as embankment material in the sub-district of batu ketulis roads, to know the stability of the slope as embankment material in the road section. the Batu Ketulis area so that the level of soil security can be identified . Soil conditions with fully saturated conditions have the least stability compared to other conditions. From the results of the analysis carried out on fully saturated soil conditions at locations 1 and 2 with variations in height and angle, the value of the critical safety factor is 1.262-1.282 with a height of 8 meters, an angle of 40 degrees.

Key words: slope stability as embankment material, compaction, swelling, bishop method.

Abstrak

Batu Ketulis merupakan kecamatan yang berada di provinsi Lampung Barat, Kabupaten ini terkenal sebagai daerah yang maju dalam bidang pertanian dan sumberdaya alam lainnya. Lereng dapat terbentuk secara alami maupun buatan manusia.

Pada kegiatan penimbunan yang akan membentuk suatu lereng baru akan mengakibatkan perubahan tegangan pada tanah yang berpengaruh terhadap kestabilan tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengetahui besarnya pengembangan (*swelling*) pada tanah lereng di ruas jalan Batu Ketulis Kabupaten Lampung Barat, Mengetahui besarnya gaya geser pada tanah lereng sebagai material timbunan di ruas jalan kecamatan batu ketulis, Mengetahui stabilitas lereng sebagai material timbunan di ruas jalan wilayah Batu Ketulis supaya dapat diketahui tingkat keamanan tanahnya. Kondisi tanah dengan kondisi jenuh penuh memiliki stabilitas paling kecil dibandingkan dengan kondisi lainnya. Dari hasil analisis yang dilakukan pada kondisi tanah jenuh penuh pada lokasi 1 dan 2 dengan variasi tinggi dan sudut didapat nilai faktor angka aman kritis 1,262-1,282 dengan tinggi 8 meter sudut 40⁰ derajat.

Kata kunci: stabilitas lereng sebagai material timbunan, pemadatan, *swelling* ,metode *bishop*.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel: pancakwn@gmail.com.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar lampung. 35145.

⁴⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar lampung. 35145.

1. PENDAHULUAN

Lampung Barat adalah salah satu daerah di Lampung yang memiliki potensi rawan longsor, Batu Ketulis merupakan kecamatan yang berada di provinsi Lampung Barat, Kabupaten ini terkenal sebagai daerah yang maju dalam bidang pertanian dan sumber daya alam lainnya. Longsor di daerah perbukitan Lampung Barat biasanya terjadi saat musim hujan, karena intensitas hujan yang lebih dari biasanya akan menyebabkan tanah menjadi jenuh air yang mana tanah sudah tidak mampu lagi menampung air kedalam porinya sehingga air pori akan naik yang mengakibatkan kuat geser tanah menjadi kecil sehingga tanah menjadi labil dan rawan terjadi longsor.

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Lereng dapat terbentuk secara alami maupun buatan manusia. Timbunan merupakan salah satu contoh lereng buatan. Pada kegiatan penimbunan yang akan membentuk suatu lereng baru akan mengakibatkan perubahan tegangan pada tanah yang berpengaruh terhadap kestabilan tanah akibat adanya penambahan beban timbunan. Untuk menjaga stabilitas lereng, maka dilakukan pengujian triaksial untuk mengetahui gaya geser tanah dan swelling dengan pemadatan untuk mengetahui kondisi lapangan yang sebenarnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemadatan Tanah

Proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara. Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dengan membentuk kedudukan yang lebih rapat atau padat. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat (Prihatono, 2011).

2.2 Swelling

Potensi pengembangan pengaruh penambahan kadar air pada struktur tanah dengan kepadatan yang sama akan mengalami peningkatan pada volume tanah dan sebaliknya apabila kadar airnya berkurang. Perilaku yang demikian dikenal dengan istilah tanah mengalami kembang-susut. Tanah yang memiliki potensi mengembang besar dapat dilihat dari karakteristik pengembangannya di lapangan sesuai dengan hal hal yang mempengaruhinya (Peck dkk, 1996 dalam Yandriguna, 2018). Potensi pengembangan yang terjadi dapat dianalisa dengan persamaan sebagai berikut :

$$S = \frac{\Delta H}{H} \times 100 \quad (1)$$

S = potensi pengembangan (%),
 ΔH = perubahan tinggi sampel (cm)
H = tinggi awal sampel (cm).

2.3 Metode Bishop

Metode Bishop adalah Metode yang diperkenalkan oleh A.W. Bishop menggunakan cara potongan dimana gaya-gaya yang bekerja pada tiap potongan ditunjukkan seperti pada gambar 2.3. Metode Bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (*slip surface*) yang berbentuk lingkaran.

Dalam metode ini diasumsikan bahwa gaya-gaya normal total berada/bekerja dipusat alas potongan dan bisa ditentukan dengan menguraikan gaya-gaya pada potongan secara vertikal atau normal. Persyaratan keseimbangan dipakai pada potongan-potongan yang membentuk lereng tersebut. Metode Bishop menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal. Untuk lereng yang dibagi menjadi buah *slice* (iris).

2.4 Safety Factor

Faktor keamanan terhadap longsor didefinisikan sebagai perbandingan kekuatan geser maksimum yang dimiliki tanah di bidang longsor yang diandaikan (s) dengan tahanan geser yang diperlukan untuk keseimbangan , atau :

Tabel 1. Tingkat nilai Fk Teoritis

FK	Keterangan
> 1	Stabil
= 1	Kritis
< 1	Labil

Agar supaya lereng menjadi stabil maka gaya-gaya yang diperlukan untuk mengakibatkan longsor haruslah lebih kecil dari pada gaya-gaya yang ada sehingga faktor keamanan akan menjadi lebih besar atau sama dengan satu (Pangemanan, 2014).

$$SF = \frac{\text{tegangan geser yang ada}}{\text{tegangan geser penyebab longsor}} \quad (2)$$

Dengan:

FK > 1,5 menunjukan lereng stabil
FK = 1,5 kemungkinan lereng tidak stabil
FK < 1,5 menunjukan lereng tidak stabil

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengujian Pemadatan *Standard Proctor Method*

Dari hasil uji *Standard proctor* didapatkan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (w_{opt}) yang selanjutnya akan digunakan pada uji *Swelling test* (SNI-1742, 2008).

3.2 Pengujian Pemadatan *Modified Proctor Method*

Dari hasil uji *modified proctor* didapatkan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (w_{opt}) yang selanjutnya akan digunakan pada uji *Swelling test* (SNI-1742, 2008).

3.3 Pengujian Persentase *Swelling*

Tujuan uji ini adalah untuk mengetahui nilai *Swelling* Pengembangan tanah menggunakan beban 6,9 kPa. Rumus $= 6,9 \text{ kPa} \times A = 70,36 \times (1/4 \times 3,14 \times 15^2) = 70,36 \times 176,625 = 12427 \text{ gram} = 12,427 \text{ Kg}$.

3.4 Pengujian Triaksial

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh parameter-parameter kekuatan geser yaitu sudut geser dalam (ϕ), kohesi (c), dan modulus elastisitas sampel (*Modulus Young*) pada kondisi tanpa konsolidasi dan tanpa drainase. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian triaksial *unconsolidated undrained*.

3.5 Tahapan Analisis Stabilitas lereng

Langkah pertama pada penelitian ini adalah dengan menentukan potongan melintang lereng yang akan dibuat simulasinya. Pada penelitian ini, variasi kemiringan lereng yang digunakan antara sudut sampai dibuat sedemikian agar menghindari kelongsoran yang akan diakibatkan oleh kemiringan lereng dan untuk mendapatkan bentuk lereng yang ideal.

3.5.1 Potongan Melintang Lereng

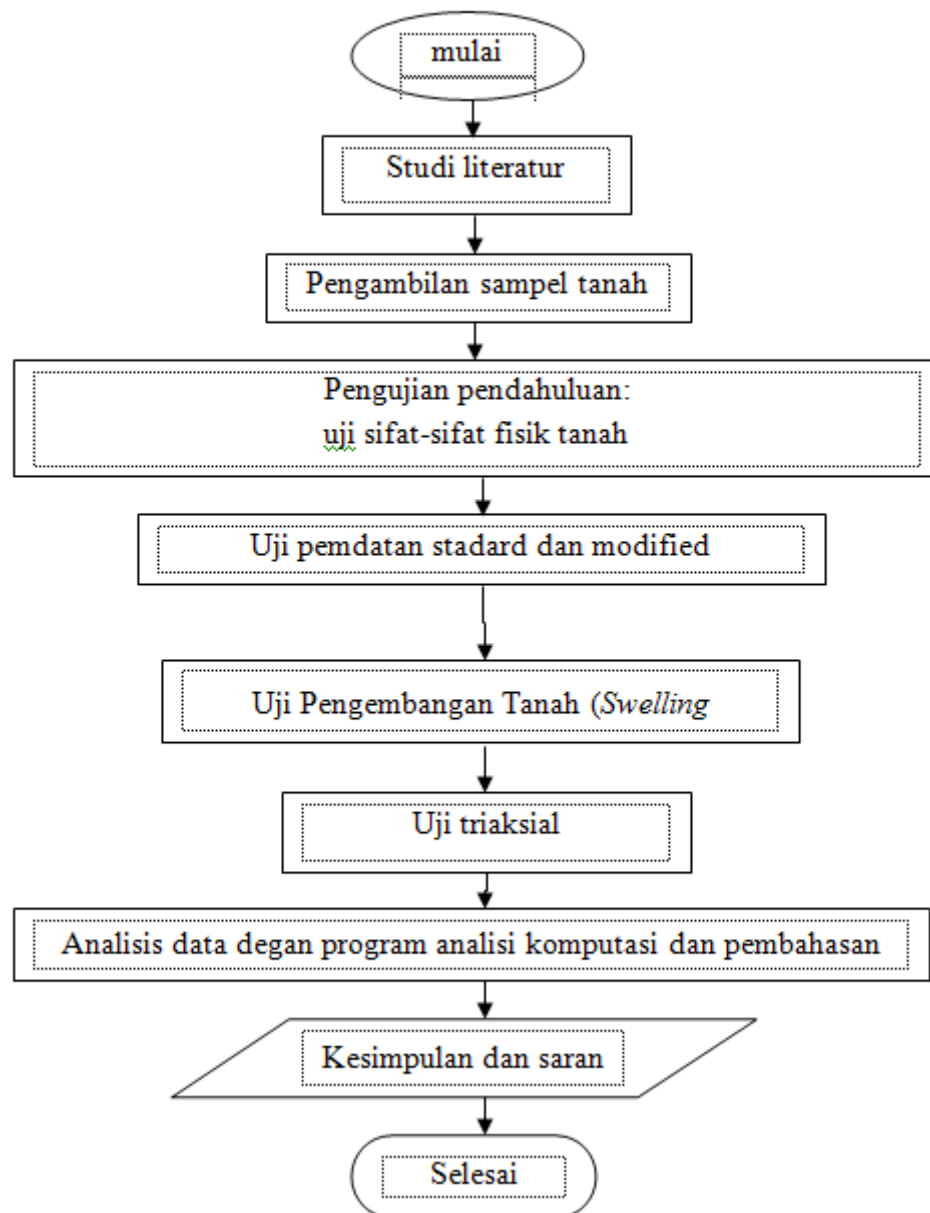
Langkah pertama pada penelitian ini adalah dengan menentukan potongan melintang lereng yang akan dibuat simulasinya. Pada penelitian ini, variasi kemiringan lereng yang digunakan antara sudut sampai dibuat sedemikian agar menghindari kelongsoran yang akan diakibatkan oleh kemiringan lereng dan untuk mendapatkan bentuk lereng yang ideal.

3.5.2 Penentuan Kondisi Analisis

Langkah kedua adalah menentukan kondisi apa saja yang akan dianalisis, apakah kondisi jenuh atau tidak jenuh, karena pada saat penggambaran lereng disesuaikan dengan tinggi muka air tanah sehingga data tanah yang dimasukkan pada program *Analisis komputasi* pun akan berbeda.

Pada analisa stabilitas lereng kondisi jenuh, kondisi dimana tinggi muka air tanah terletak pada tinggi maksimum lereng.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Pendahuluan

Pengujian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui klasifikasi tanah, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik tanah

PENGUJIAN		HASIL UJI					
	Satuan	Lokasi I Bawah	Lokasi I Tengah	Lokasi I Atas	Lokasi II Bawah	Lokasi II Tengah	Lokasi II Atas
Kadar Air (w)	%	45,25	41,45	45,97	38,84	40,91	41,59
Berat Jenis (Gs)	gr/cm ³	2,56	2,51	2,59	2,45	2,55	2,54
Analisa Saringan (Lolos No. 200)	%	79,91	81,25	85,92	61,57	76,92	77,44
<i>Batas Atterberg :</i>							
PL	%	38,07	34,24	37,57	35,23	35,40	37,12
LL	%	55,10	55,47	61,64	57,41	58,91	60,25
IP	%	17,03	21,22	24,07	22,17	23,50	23,13
<i>Berat Volume :</i>							
Jenuh	gr/cm ³	2,08	2,02	1,93	2,17	2,13	2,05
Basah	gr/cm ³	1,71	1,68	1,66	1,74	1,72	1,69
Kering	gr/cm ³	1,33	1,41	1,45	1,36	1,44	1,48
<i>Klasifikasi Tanah :</i>							
USCS	:	OH					
AASHTO	:	A-7					

Setelah pengujian sifat fisik diperoleh lolos saringan No. 200 lokasi I dan II yaitu 69,91% - 61,57 %, berdasarkan klasifikasi USCS tanah tersebut masuk ke dalam tanah butir halus. Dengan nilai lokasi I dan II LL = 55,1% , 57,41 PI = 38,07%, 35,23% IP = 17,03% , 22,17% yang diplotkan dalam grafik klasifikasi USCS termasuk ke dalam kelompok tanah A-7 .

Uji pemadatan standar lokasi I dan II dilakukan untuk mengetahui kadar air optimum (OMC) pada kondisi berat isi maksimum. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kadar air optimum tanah asli sebesar 31% - 35%

Uji pemadatan modifikasi lokasi I dan II dilakukan untuk mengetahui kadar air optimum (OMC) pada kondisi berat isi maksimum. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kadar air optimum tanah asli sebesar 29% - 34%

Tabel 3. Hasil kadar air optimum

	Lokasi I	Lokasi II
Standar	31 %	35%
Modifikasi	29%	34%

4.2. Hasil Uji Persentase Pengembangan Tanah (*Swelling*)

Tabel 4. Hasil Pengujian *Swelling* (Pemadatan Standar lokasi I)

H awal (mm)	H (mm)	H (mm)	Sw %
180	180	0	0,00
180	180,13	0,13	0,072
180	180,17	0,17	0,094
180	181,47	1,47	0,817
180	181,47	1,47	0,187

Tabel 5. Hasil Pengujian *Swelling* (Pemadatan modifikasi lokasi II)

H awal (mm)	H (mm)	H (mm)	Sw %
180	180	0	0,00
180	180,78	0,78	0,0433
180	180,15	1,15	0,639
180	181,67	1,67	0,928
180	181,69	1,69	0,939

Tabel 6. Hasil Pengujian *Swelling* (Pemadatan standar lokasi II)

H awal (mm)	H (mm)	H (mm)	Sw %
180	180	0	0,00
180	180,1	0,1	0,056
180	180,24	0,24	0,133
180	181,58	0,58	0,322
180	181,58	0,58	0,322

Tabel 7. Hasil Pengujian *Swelling* (Pemadatan modifikasi lokasi II)

H awal (mm)	H (mm)	H (mm)	Sw %
180	180	0	0,00
180	180,06	1,06	0,589
180	180,29	1,29	0,717
180	181,65	1,65	0,917
180	181,66	1,66	0,922

4.3. Hasil Uji Triaksial

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh parameter-parameter kekuatan geser yaitu sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c) pada kondisi tanpa konsolidasi dan tanpa drainase (*unconsolidated undrained*). Pengujian dilakukan dengan tanah asli tidak terganggu (*Undisturbed Soil*) sebanyak enam sampel. Tegangan keliling yang diberikan sebesar $0,5\text{kg/cm}^2$; 1kg/cm^2 ; dan 2kg/cm^2 . Nilai kohesi dan sudut geser dalam pada suatu lereng sangat berpengaruh terhadap kemampuan suatu tanah untuk menahan beban dari luar.

Tabel 8. Hasil Pengujian *triaksial* (tanah asli lokasi I dan II)

Sampel tanah	Kohesi (kg/cm^2)	Sudut Geser ($^\circ$)
Lokasi I	0,49	12
Lokasi II	0,42	12

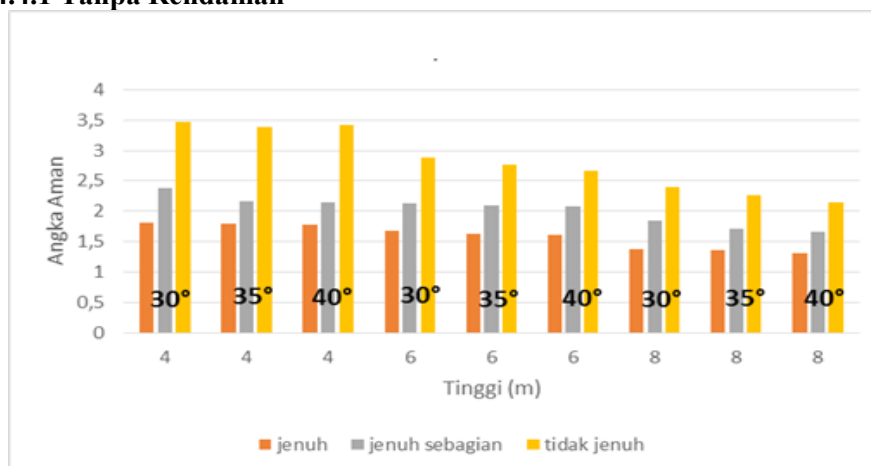
Tabel 9. Hasil Pengujian *triaksial* (tanah asli lokasi I dan II)

Sampel tanah	Kohesi (kg/cm^2)	Sudut Geser ($^\circ$)
Lokasi I Standard	0,37	13
Lokasi I Modified	0,59	25
Lokasi II Standard	0,55	11
Lokasi II Modified	0,54	27

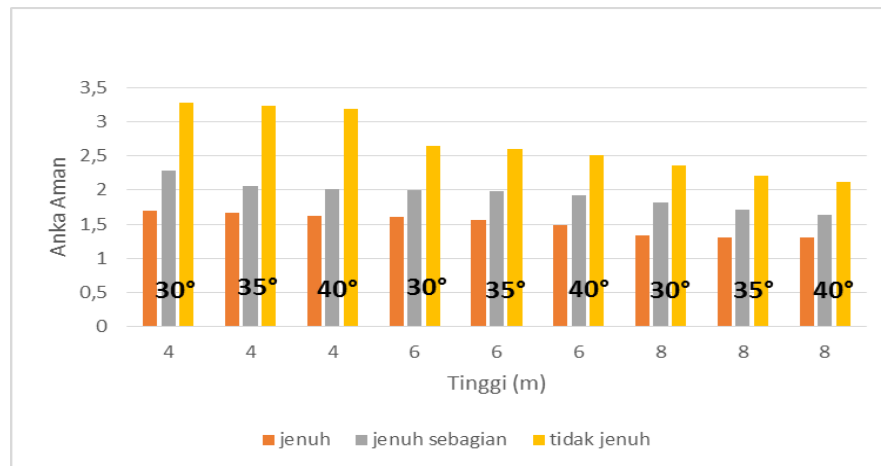
4.4. Perhitungan Dengan Menggunakan Aplikasi Komputasi dengan Menggunakan Bishop

Dengan menggunakan aplikasi komputasi, setelah menggambar lereng dengan sesuai dengan Tinggi elevasi dan jarak titik pengambilan sampel didapatkan perhitungan aplikasi untuk menggunakan aplikasi tersebut.

4.4.1 Tanpa Rendaman

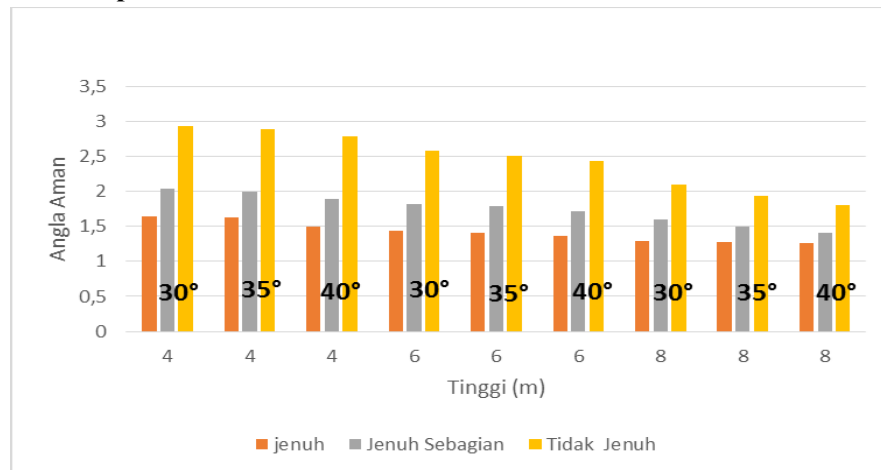


Gambar 2. Grafik Angka Aman Kritis Lokasi I Tanpa Rendaman

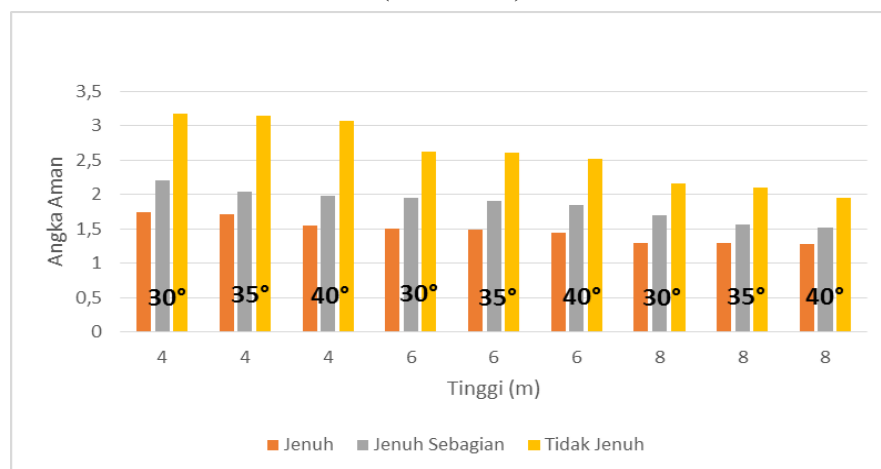


Gambar 3. Grafik Angka Aman Kritis Lokasi II Tanpa Rendaman

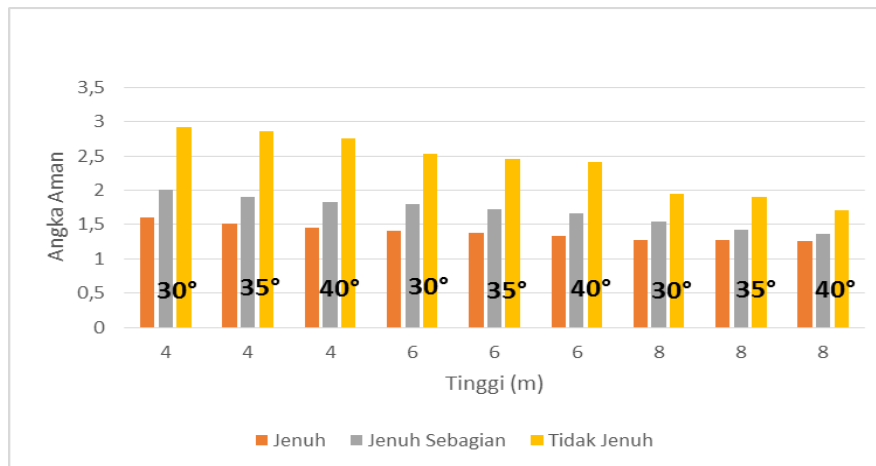
4.4.2 Tanpa Rendaman



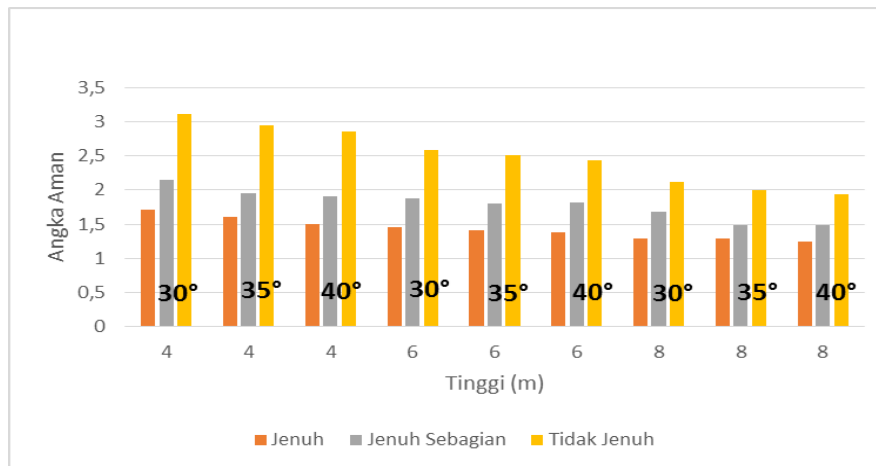
Gambar 4. Grafik Angka Aman Kritis Pemadatan Standar Lokasi I (Rendaman)



Gambar 5. Grafik Angka Aman Kritis Pemadatan Modifikasi Lokasi I (Rendaman)



Gambar 6. Grafik Angka Aman Kritis Pemadatan Standar Lokasi II (Rendaman)



Gambar 7. Grafik Angka Aman Kritis Pemadatan Modifikasi Lokasi II (Rendaman)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat keamanan nilai faktor aman tanah timbunan pada lereng yaitu tinggi tanah timbunan, sudut kemiringan tanah timbunan, kondisi muka air tanah dan lain-lain. Dapat dilihat pada grafik diatas nilai tertinggi faktor aman tanah timbunan pada lereng berada pada kondisi muka air tanah tidak jenuh.

Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai yang sangat mempengaruhi nilai faktor aman tanah timbunan pada lereng tersebut adalah kondisi muka air tanah. Berdasarkan data diatas, terdapat selisih pada hasil angka aman kritis akibat variasi tinggi tanah timbunan (4 m, 6 m, 8 m), variasi sudut (30^0 , 35^0 , 40^0) dan variasi uji pada tanah (uji pemadatan dan uji *swelling*). Secara garis besar sampel dibagi menjadi 3 (tiga), yaitu sampel tanah asli, sampel tanah dengan pemadatan standar dan sampel tanah dengan pemadatan modifikasi. Setelah sampel diuji didapatkan hasil bahwa sampel tanah asli lebih baik daripada sampel tanah dengan pemadatan (standar dan modifikasi) pada kondisi jenuh air.

Angka aman kritis sampel tanah asli pada lereng di lokasi I dan II dengan ketinggian 8 m sudut 40^0 sebesar 1,308 dan 1,302 ($S_f \geq 1,25$), sedangkan angka aman kritis sampel tanah dengan pemadatan standar di lokasi I dan II pada ketinggian 8 m sudut 40^0 sebesar 1,265 dan 1,255 ($S_f \geq 1,25$), serta untuk angka aman kritis sampel tanah dengan pemadatan modifikasi di lokasi I dan II pada ketinggian 8 m sudut 40^0 sebesar 1,282 – 1,271 ($S_f \geq 1,25$).

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, hasil angka aman kritis terendah dengan menggunakan *bishop* yaitu sebesar 2,375 dan untuk penelitian sebelumnya (Arrizal, 2019) angka aman kritis terendah dengan perhitungan metode *Bishop* didapatkan angka sebesar 1,862. hal ini menunjukkan bahwa angka aman kritis penelitian ini lebih baik dibandingkan dengan hasil pada penelitian sebelumnya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO digolongkan pada kelompok tanah A-7 (lempung) dan digolongkan kedalam kelompok SM yaitu tanah pasir berlanau berdasarkan sistem klasifikasi USCS.
2. Pada uji pemadatan standar dan modifikasi didapatkan nilai kadar air optimum (KAO) yang digunakan untuk pencampuran air pada pengujian perendaman (*swelling*). Uji perendaman (*swelling*) dilakukan untuk menyesuaikan dengan keadaan di lapangan (kondisi hujan).
3. Pada uji triaksial didapatkan nilai kohesi tanah (c) yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan angka aman kritis tanah menggunakan aplikasi *Geostudio 2012 Slope/W* Metode *Bishop*. Angka aman kritis tanah digunakan untuk menentukan tinggi elevasi aman tanah timbunan
4. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa tanah asli lebih baik dari pada tanah dipadatkan dalam kondisi jenuh air.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrizal, R. (2019). Studi Analisis Desain Pondasi Akibat Beban Statis Pipa Panas Bumi dan Analisis Stabilitas Lereng pada Cluster J-I Pertamina Geothermal Energy Ulubelu dengan Menggunakan Program Analisis Komputasi. Lampung. Universitas Lampung.
- Pangemanan, V. G. M. (2014). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). Jurnal Sipil Statik, 2(3), 139–147. Universitas Sam Ratulangi Manado. Sulawesi Utara.
- SNI-1742. (2008). Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah. Standar Nasional Indonesia, Badan Standarisasi Nasional, 1–20. Bandung.

Yandriguna, M. (2018). Prilaku Subgrade Akibat Potensi Pengembangan pada Studi Kasus Tebal Perkerasan yang di Subtiusi Menggunakan Semen. Universitas Lampung. Lampung.