

## Pengaruh Stabilitas Lereng Terhadap Nilai Kohesi, Sudut Geser Dalam Tanah dan Perubahan Tingkat Ketinggian Muka Air Tanah

Aryodi Widiawara\*, Lusmeilia Afriani, Ofik Taufik Purwadi, Setiyanto

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Lampung

E-mail korespondensi: [aryodiw@gmail.com](mailto:aryodiw@gmail.com)

<sup>2</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Lampung

E-mail korespondensi: [lusmeilia.afriani@yahoo.com](mailto:lusmeilia.afriani@yahoo.com)

<sup>3</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Lampung

E-mail korespondensi: [ofik.t.p@gmail.com](mailto:ofik.t.p@gmail.com)

<sup>4</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Lampung

E-mail korespondensi: [setni\\_nck@yahoo.com](mailto:setni_nck@yahoo.com)

**Abstrak:** Kemantapan suatu lereng dipengaruhi oleh nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) sebagai parameter kekuatan geser tanah. Hubungan kedua nilai tersebut dapat diketahui dari percobaan vane shear test, direct shear test dan Triaxial, dengan permodelan di laboratorium dan hasil permodelan tersebut dimasukkan kedalam analisa stabilitas lereng menggunakan metode fellenius untuk mengetahui kemantapan lereng. Studi kasus ini diambil didaerah Martapura Sumatra Selatan. Sample diambil di sekitar lokasi jalur ganda kereta api, kasusnya sering terjadi longsor. Di daerah Lampung Selatan. Penelitian ini menggunakan parameter nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) serta dibuat simulasi dengan merubah tinggi muka air tanah. Hasil penelitian menunjukkan hubungan nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) sangat berpengaruh terhadap kemantapan suatu lereng. Tingginya muka air dihitung dari dasar lereng. Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode fellenius, nilai faktor keamanan pada kondisi tanah jenuh lebih kecil dari pada kondisi tanah tak jenuh dengan nilai factor keamanan yang tertinggi ialah 0,58 dan nilai yang terendah 0,43. Nilai faktor keamanan yang didapat menunjukkan bahwa keadaan lereng tersebut biasa terjadi kelongoran. Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa tekanan air mempengaruhi kestabilan tanah. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga mendapatkan nilai koefisien pendekatan hubungan antara nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) terhadap tinggi muka air tanah.

**Kata kunci:** kohesi, sudut geser dalam, metode fellenius, stabilitas lereng

### PENDAHULUAN

Provinsi Sumatra Selatan menjadi pusat penghasil batubara dan migas di Sumatra dan Martapura merupakan salah satu kabupaten yang menjadi salah satu tempat yang dilewati untuk mengangkut batu bara dari Baturaja. Daerah Martapura merupakan daerah berbukit sehingga banyaknya rel kereta api yang melalui perbukitan dan lereng untuk sampai ke tujuan. Oleh karena itu, pentingnya penelitian ini dilakukan, untuk memberikan masukan dalam perencanaan lereng sedangkan faktor keamanan lereng dipengaruhi hubungan nilai kohesi dan sudut geser dalam sebagai parameter kuat geser lereng didalam suatu masa tanah. Faktor keamanan ini untuk mengetahui kemantapan suatu lereng di daerah Martapura.

Penelitian ini dibatasi dengan pengujian yang dilakukan di laboratorium, yaitu pengujian sifat fisik tanah, pengujian kuat geser tanah dengan vane shear test dan direct shear test, Madora, Y., 2015. Pengujian dengan alat vane shere test dengan permodelan percobaan di laboratorium. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hubungan kohesi dan sudut geser dalam sebagai parameter kuat geser suatu tanah pada stabilitas lereng dan kemantapan suatu lereng dengan pemodelan sample tanah diambil dari daerah Martapura. Sedangkan perhitungannya menggunakan metode Fellenius.

### METODE PENELITIAN

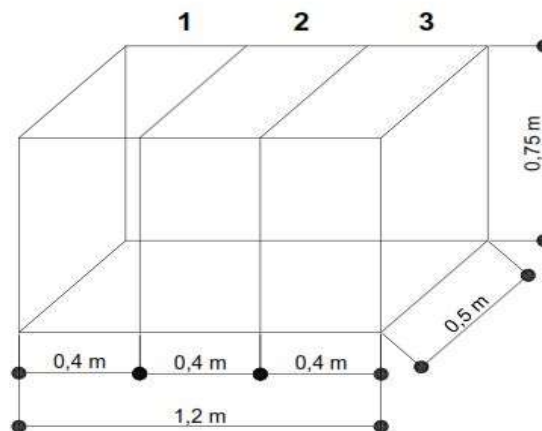
Dalam penelitian ini, sampel tanah yang digunakan berasal dari daerah Martapura, Ogan Komering Ulu Timur, Provinsi Sumatra Selatan. Vane Shear Test dan Direct Shear Test Dodiak W.A.M., 2008, dilakukan untuk mengetahui hubungan nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) dengan permodelan di dalam kotak kaca di laboratorium.

Pengujian dilakukan pada kedalaman 30 cm dan 60 cm pada keadaan tanah tak jenuh dan jenuh, untuk keadan jenuh air dimasukkan kedalam kotak kaca hingga tanah terendam dan dibiarkan jenuh selama kurang lebih 1 minggu. Nilai kohesi dan sudut geser dalam yang didapat dari permodelan laboratorium digunakan untuk perhitungan stabilitas lereng menggunakan metode fallenius guna untuk mengetahui kemantapan suatu lereng.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisi tanah merupakan parameter tanah yang didapat dengan percobaan di laboratorium dan di lapangan. Dalam penelitian ini, mencari sifat tanah dilakukan di laboratorium tetapi meninjau langsung struktur tanah dilokasi tempat pengambilannya. Kedalaman tanah keras tempat diambilnya sample ini antara 9 m sampai 11 m yang diambil dengan alat bor mesin. Untuk penelitian ini, sample tanah diambil dengan cara disturbe sample dan undisturbe sample. Sample dari disturbe sample diolah dengan cara menjemur lalu diayak dengan saringan nomor 4 yang nantinya akan dimasukkan kedalam kotak kaca yang nomor 3, lihat gambar 1. Penelitian ini untuk mengambil nilai kohesi dan sudut geser dalam. Prosedur penelitian dengan memasukkan sample tanah kedalam kotak nomor 3 dan dibuat 3 lapisan,

dinamakan lapisan I, lapisan II dan lapisan III. Sample tanah dari tabung undisturbe untuk pengujian sifat fisiknya. Tabel 1 adalah hasil dari pengujian sifat fisik tanah selengkapnya ditabelkan pada tabel berikut:



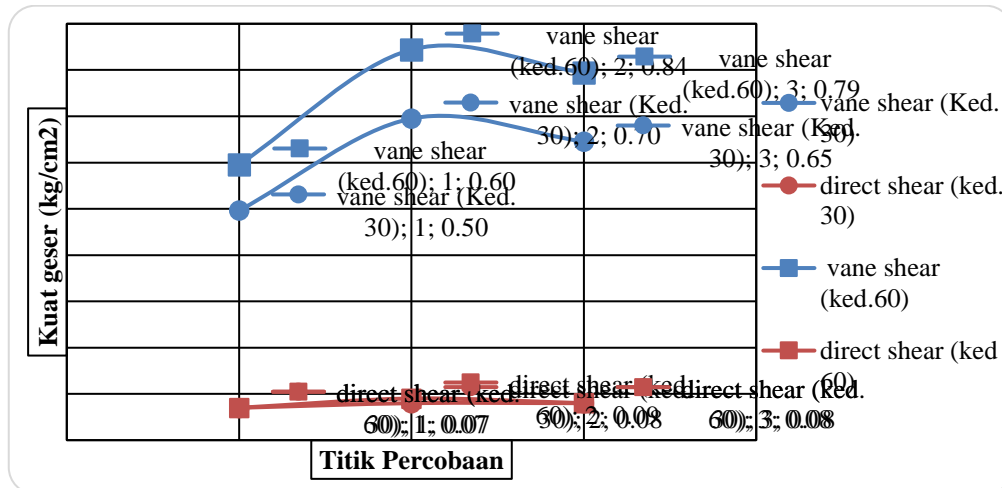
**Gambar 1.** Kotak Kaca untuk permodelan laboratorium

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Sifat Fisik tanah

Pengujian	Tanah Tak Jenuh	Tanah Jenuh
Kadar air (w)	40,78%	62,05%
Berat volume ( $\gamma$ )	1,70 t/m <sup>3</sup>	1,76 t.m <sup>3</sup>
Berat jenis (Gs)	2,19	2,63
Batas <i>atterberg</i>		
a. Batas cair (LL)	62,40%	71,18%
b. Batas plastis (PL)	39,25%	53,77%
c. Indeks plastisitas (PI)	23,15%	17,41%
Analisa saringan		
a. Lolos Saringan No 4	99,73%	99,76%
b. Lolos saringan No 200	89,30%	91,50%

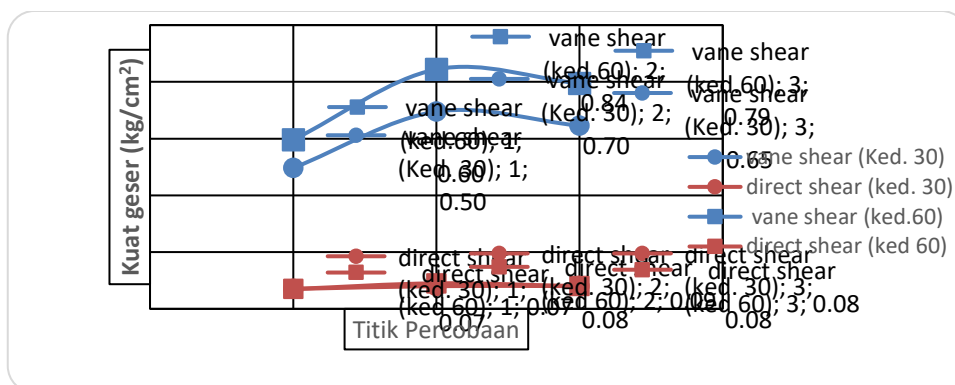
Menurut sistem klasifikasi AASTHO, Hardiyatmo H. C., 2002, Sampel tanah asli yang digunakan memiliki indeks plastisitas yang lebih tinggi dari 11% dengan batas cair diatas 40% maka dapat disimpulkan tanah dari daerah Martapura, Sumatra Selatan digolongkan sebagai kelompok tanah A-7 (tanah berlempung). Berdasarkan tabel kasifikasi USCS presentase lolos saringan No. 4 lebih dari 50% maka jenis butiran tanahnya halus dan tanah dari daerah Martapura memiliki indeks plastisitas sebesar 23,15% dan batas-batas *atterberg* dibawah garis A yang digolongkan kelompok tanah OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat geser tanah dengan permodelan laboratorium pada kotak kaca dengan ukuran panjang 40 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 75 cm. Pengujian dilakukan dengan 3 titik berbeda pada kedalaman 30 cm dan 60 cm dalam keadaan tanah tak jenuh dan keadaan jenuh remoulded. Tanah yang dimasukkan ke dalam kotak kaca sebanyak  $\pm 152,64$  gram dan pada saat penjenuhan tanah didalam kotak kaca, air yang digunakan sebanyak 12 liter. Hasil pengujian *direct shear* dengan keadaan tanah tak jenuh pada kedalaman 30 cm, dititik I didapatkan sudut geser 23° dan kohesi sebesar 0,07 kg/cm<sup>2</sup>, dititik II didapatkan sudut geser dalam sebesar 20° dan kohesi sebesar 0,08 kg/cm<sup>2</sup>, dititik III didapatkan sudut geser dalam sebesar 20° dan kohesi 0,08 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan hasil dari *vane shear test* pada kedalaman 30 cm tanah tak jenuh dititik I sebesar 0,50 kg/cm<sup>2</sup>, titik II 0,70 kg/cm<sup>2</sup>, titik III 0,65 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pada kedalaman 60 cm dititik I didapatkan sudut geser dalam 20° dan kohesi sebesar 0,07kg/cm<sup>2</sup>, dititik II didapatkan sudut geser dalam 20° dan kohesi sebesar 0,09 kg/cm<sup>2</sup>, dititik III didapatkan sudut geser dalam 20° dan kohesi sebesar 0,08 kg/cm<sup>2</sup> dan hasil dari *vane shear test* di titik I sebesar 0,60 kg/cm<sup>2</sup>, dititik II sebesar 0,84 kg/cm<sup>2</sup>, dititik II sebesar 0,79kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 2. Hasil pengujian kuat geser tanah tak jenuh

Hasil pengujian *direct shear* dengan keadaan tanah jenuh pada kedalaman 30 cm, titik I didapatkan sudut geser  $19^\circ$  dan kohesi sebesar  $0,05 \text{ kg/cm}^2$ , titik II didapatkan sudut geser dalam sebesar  $16^\circ$  dan kohesi sebesar  $0,06 \text{ kg/cm}^2$ , titik III didapatkan sudut geser dalam sebesar  $16^\circ$  dan kohesi  $0,06 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan hasil dari *vane shear test* pada kedalaman 30 cm tanah tak jenuh titik I sebesar  $0,40 \text{ kg/cm}^2$ , titik II  $0,55 \text{ kg/cm}^2$ , titik III  $0,50 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil pada kedalaman 60 cm titik I didapatkan sudut geser dalam sebesar  $16^\circ$  dan kohesi sebesar  $0,06 \text{ kg/cm}^2$ , titik II didapatkan sudut geser dalam sebesar  $16^\circ$  dan kohesi sebesar  $0,07 \text{ kg/cm}^2$ , titik 3 didapatkan sudut geser dalam sebesar  $16^\circ$  dan kohesi sebesar  $0,06 \text{ kg/cm}^2$  dan hasil dari *vane shear test* di titik I sebesar  $0,50 \text{ kg/cm}^2$ , titik II sebesar  $0,70 \text{ kg/cm}^2$ , titik II sebesar  $0,60 \text{ kg/cm}^2$ .



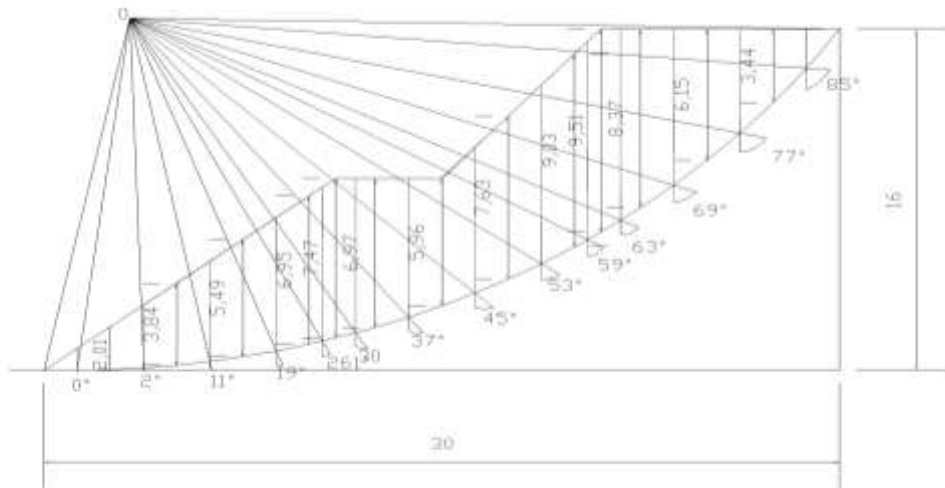
Gambar 3. Hasil pengujian kuat geser tanah jenuh

Hasil yang didapat dari pengujian sifat fisik tanah dan kuat geser digunakan untuk perhitungan stabilitas lereng menggunakan metode *fellenius*. Nilai kohesi yang digunakan merupakan nilai kohesi tertinggi di setiap titik percobaan. Dibawah ini data yang digunakan untuk perhitungan stabilitas lereng.

Tabel 2. Data perhitungan stabilitas lereng

kedalaman	Data	Tanah tak jenuh	Tanah jenuh
30 cm	Kohesi (c)	$0,08 \text{ kg/cm}^2$	$0,06 \text{ kg/cm}^2$
	Sudut gesr dalam ( $\phi$ )	$20^\circ$	$16^\circ$
	Berat isi tanah ( $\gamma$ )	$1,70 \text{ t/m}^3$	$1,76 \text{ t/m}^3$
60 cm	Kohesi (c)	$0,09 \text{ kg/cm}^2$	$0,07 \text{ kg/cm}^2$
	Sudut gesr dalam ( $\phi$ )	$20^\circ$	$16^\circ$
	Berat isi tanah ( $\gamma$ )	$1,70 \text{ t/m}^3$	$1,76 \text{ t/m}^3$

Kemudian lereng dibagi menjadi 14 sayatan dengan menarik garis pusat lingkaran O untuk pengukuran sudut. Setelah membagi sayatan



Gambar 4. Sayatan lereng

Muka air tanah tidak mempengaruhi lereng maka untuk perhitungan faktor keamanan menggunakan metode *felenius* menggunakan rumus:

$$FK = \frac{c b + \sum Wt \cos \alpha \tan \phi}{\sum Wt \sin \alpha}$$

Tabel 3. Perhitungan Stabilitas lereng dengan data kedalaman 30 cm tanah tak jenuh

No	b (m)	h (m)	x (m)	A (m <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	Tan ( $\phi$ )	Wt (kN/m)	Sin $\alpha$	Cos $\alpha$	Wt Sin $\alpha$	Wt cos $\alpha$	Faktor Keamanan
1	2,5	2,01	2,5	2,51	0	0,364	42,67	0	1	0	42,67	
2	2,5	3,84	2,49	7,31	2	0,364	124,19	0,35	0,10	4,34	124,11	
3	2,5	5,49	2,47	7,22	11	0,364	122,69	0,19	0,98	23,42	120,43	
4	2,5	6,95	2,43	11,34	19	0,364	192,50	0,33	0,95	62,70	182,01	
5	1	7,47	0,96	5,97	26	0,364	101,40	0,44	0,90	44,47	91,13	
6	1,5	6,97	1,42	10,24	30	0,364	173,87	0,50	0,87	86,96	150,55	
7	2,5	5,96	2,3	16,60	37	0,364	282,00	0,60	0,80	169,77	225,17	
8	2,5	7,63	2,21	14,29	45	0,364	242,63	0,71	0,71	171,62	171,51	0,56
9	2,5	9,03	2,08	14,13	53	0,364	240,02	0,79	0,60	191,74	144,37	
10	1	9,51	0,78	6,50	59	0,364	110,34	0,86	0,51	94,60	56,79	
11	1,5	8,37	1,12	10,38	63	0,364	176,31	0,89	0,45	157,14	79,98	
12	2,5	6,15	1,66	14,84	69	0,364	252,02	0,93	0,36	235,32	90,20	
13	2,5	3,44	1,31	9,51	77	0,364	161,51	0,97	0,22	157,39	36,25	
14	2,5	0	0,75	3,60	85	0,364	61,07	0,10	0,01	60,84	5,29	
$\Sigma$	30									1399,47	1515,18	

Tabel 4. Perhitungan Stabilitas lereng dengan data kedalaman 60 cm tanah tak jenuh

No	b (m)	h (m)	x (m)	A (m <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	Tan ( $\phi$ )	Wt (kN/m)	Sin $\alpha$	Cos $\alpha$	Wt Sin $\alpha$	Wt cos $\alpha$	Faktor Keamanan
1	2,5	2,01	2,5	2,51	0	0,364	42,67	0	1	0	42,67	
2	2,5	3,84	2,49	7,31	2	0,364	124,19	0,35	0,10	4,34	124,11	
3	2,5	5,49	2,47	7,22	11	0,364	122,69	0,19	0,98	23,42	120,43	
4	2,5	6,95	2,43	11,34	19	0,364	192,50	0,33	0,95	62,70	182,01	
5	1	7,47	0,96	5,97	26	0,364	101,40	0,44	0,90	44,47	91,13	
6	1,5	6,97	1,42	10,24	30	0,364	173,87	0,50	0,87	86,96	150,55	
7	2,5	5,96	2,3	16,60	37	0,364	282,00	0,60	0,80	169,77	225,17	
8	2,5	7,63	2,21	14,29	45	0,364	242,63	0,71	0,71	171,62	171,51	0,58
9	2,5	9,03	2,08	14,13	53	0,364	240,02	0,79	0,60	191,74	144,37	
10	1	9,51	0,78	6,50	59	0,364	110,34	0,86	0,51	94,60	56,79	
11	1,5	8,37	1,12	10,38	63	0,364	176,31	0,89	0,45	157,14	79,98	
12	2,5	6,15	1,66	14,84	69	0,364	252,02	0,93	0,36	235,32	90,20	
13	2,5	3,44	1,31	9,51	77	0,364	161,51	0,97	0,22	157,39	36,25	
14	2,5	0	0,75	3,60	85	0,364	61,07	0,10	0,01	60,84	5,29	
$\Sigma$	30									1399,47	1515,18	

**Tabel 5.** Perhitungan Stabilitas lereng dengan data kedalaman 30 cm tanah jenuh

No	b (m)	h (m)	x (m)	A (m <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	Tan ( $\phi$ )	Wt (kN/m)	Sin $\alpha$	Cos $\alpha$	Wt Sin $\alpha$	Wt cos $\alpha$	Faktor Keamanan
1	2,5	2,01	2,5	2,51	0	0,287	44,30	0	1	0	44,30	
2	2,5	3,84	2,49	7,31	2	0,287	128,94	0,035	0,10	4,50	128,87	
3	2,5	5,49	2,47	7,22	11	0,287	127,39	0,19	0,98	24,32	125,05	
4	2,5	6,95	2,43	11,34	19	0,287	199,89	0,33	0,95	65,10	188,99	
5	1	7,47	0,96	5,97	26	0,287	105,29	0,44	0,90	46,17	94,60	
6	1,5	6,97	1,42	10,24	30	0,287	180,53	0,50	0,87	90,30	156,30	
7	2,5	5,96	2,3	16,61	37	0,287	292,81	0,60	0,80	176,28	233,80	
8	2,5	7,63	2,21	14,29	45	0,287	251,93	0,70	0,70	178,20	178,10	0,43
9	2,5	9,03	2,08	14,13	53	0,287	249,22	0,80	0,60	199,09	149,90	
10	1	9,51	0,78	6,50	59	0,287	114,57	0,86	0,51	98,23	58,96	
11	1,5	8,37	1,12	10,38	63	0,287	183,07	0,89	0,45	163,16	83,04	
12	2,5	6,15	1,66	14,48	69	0,287	261,68	0,93	0,36	244,35	93,65	
13	2,5	3,44	1,31	9,51	77	0,287	167,70	0,97	0,22	163,42	37,64	
14	2,5	0	0,75	3,60	85	0,287	63,41	0,100	0,09	63,17	5,49	
$\Sigma$	30									1453,12	1573,26	

**Tabel 6.** Perhitungan Stabilitas lereng dengan data kedalaman 60 cm tanah jenuh

No	b (m)	h (m)	x (m)	A (m <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	Tan ( $\phi$ )	Wt (kN/m)	Sin $\alpha$	Cos $\alpha$	Wt Sin $\alpha$	Wt cos $\alpha$	Faktor Keamanan
1	2,5	2,01	2,5	2,51	0	0,287	44,30	0	1	0	44,30	
2	2,5	3,84	2,49	7,31	2	0,287	128,94	0,035	0,10	4,50	128,87	
3	2,5	5,49	2,47	7,22	11	0,287	127,39	0,19	0,98	24,32	125,05	
4	2,5	6,95	2,43	11,34	19	0,287	199,89	0,33	0,95	65,10	188,99	
5	1	7,47	0,96	5,97	26	0,287	105,29	0,44	0,90	46,17	94,60	
6	1,5	6,97	1,42	10,24	30	0,287	180,53	0,50	0,87	90,30	156,30	
7	2,5	5,96	2,3	16,61	37	0,287	292,81	0,60	0,80	176,28	233,80	
8	2,5	7,63	2,21	14,29	45	0,287	251,93	0,70	0,70	178,20	178,10	0,45
9	2,5	9,03	2,08	14,13	53	0,287	249,22	0,80	0,60	199,09	149,90	
10	1	9,51	0,78	6,50	59	0,287	114,57	0,86	0,51	98,23	58,96	
11	1,5	8,37	1,12	10,38	63	0,287	183,07	0,89	0,45	163,16	83,04	
12	2,5	6,15	1,66	14,48	69	0,287	261,68	0,93	0,36	244,35	93,65	
13	2,5	3,44	1,31	9,51	77	0,287	167,70	0,97	0,22	163,42	37,64	
14	2,5	0	0,75	3,60	85	0,287	63,41	0,100	0,09	63,17	5,49	
$\Sigma$	30									1453,12	1573,26	

Dari perhitungan stabilitas lereng didapat faktor keamanan tertinggi sebesar 0,58 menggunakan data kedalaman 60 cm tanah tak jenuh, sedangkan faktor keamanan terendah sebesar 0,43 menggunakan data kedalaman 30 cm tanah jenuh.

### KESIMPULAN

Dari pengujian *direct shear* dan *vane shear test* dapat diketahui bahwa semakin besar tegangan geser maka semakin besar kohesinya dan sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal tersebut merupakan sudut geser dalam. Dalam kestabilan suatu lereng nilai kohesi dan sudut geser dalam sangat berpengaruh terhadap kemampuan suatu tanah untuk menahan beban dari luar.

Dari hasil perhitungan stabilitas lereng yang menggunakan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) dari permodelan di laboratorium dan data fisik tanah dari pengujian karakteristik tanah serta data fisik lereng, dapat diketahui bahwa nilai faktor keamanan lereng di daerah Martapura kurang dari 1,07. Dilihat dari tabel keamanan lereng, hasil dari perhitungan stabilitas lereng dengan metode *fellenius* menunjukkan bahwa keadaan lereng di daerah martapura biasa terjadi longsor (labil). Tetapi ini tidak akan terjadi jika lereng ditangani dengan diberi perkuatan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Universitas Lampung. 2008. *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I & Mekanika Tanah II*. Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil. Bandar Lampung.
- Arinda, Riri. 2017. *Korelasi Daya Dukung Tanah Lempung Dengan Kuat Geser Menggunakan Alat Vane Shear Dan Direct Shear*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Dodiek W.A.M., 2008. *Korelasi Kekuatan Geser Undrained Tanah Lempung Dari Uji Unconfined Compression Dan Uji Laboratory Vane Shear (Studi Pada Remolded Clay)*. Universitas Udayana, Denpasar.
- Hardiyatmo H. C., 2002. *Buku Mekanika Tanah I*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Madora. Y., 2015. *Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Hasil Uji Kuat Geser Dengan Metode Direct Shear Test Di Pit Muara Tiga Besar Utara PT. Bukit Asam (Persero) Tbk*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Zakaria, Z., 2011. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Universitas Padjadjaran, Bandung.