

## Pengaruh Akar Tanaman Terhadap Parameter Geser Tanah Dan Stabilitas Lereng Pada Ruas Jalan Ende – Wolowaru

\*)Veronika M. Radja<sup>1</sup>, Fransiskus X. Ndale<sup>2</sup>, Tarsisius Tibo<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Flores Ende

<sup>3</sup>Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Flores Ende

\*)Correspondent e-mail : [veronika\\_miana@yahoo.com](mailto:veronika_miana@yahoo.com)

### ABSTRAK

Keberadaan akar tanaman dapat meningkatkan kekuatan tanah khususnya tegangan geser (kohesi) dalam menjaga kestabilan lereng. Akar tanaman mempunyai kemampuan menyimpan air tanah yang baik dan menjaga kestabilan tanah terhadap perubahan kadar air akibat proses pembasahan dan pengeringan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berapa besar kekuatan geser tanah dari masing-masing vegetasi seperti tanah yang mengandung akar; bambu, akar kemiri, akar rumput gajah, akar alang – alang dan akar cengkeh. Pengambilan sampel tanah dilakukan di sepanjang ruas jalan Ende-Wolowaru yaitu pada Km. 12 tanah yang mengandung akar bambu, Km. 19 tanah yang mengandung akar kemiri, Km. 27 tanah yang mengandung akar rumput gajah, Km. 28 tanah yang mengandung akar alang-alang dan Km. 46 tanah yang mengandung akar cengkeh. Hasil uji geser langsung didapatkan hubungan antara kadar air, angka pori, derajat kejenuhan, kohesi dan sudut geser. Hasil penelitian dari masing-masing vegetasi: tanah yang tidak mengandung akar nilai kohesi 0.13 kg/cm<sup>2</sup>, tanah yang mengandung akar bambu nilai kohesi 0.2 kg/cm<sup>2</sup>, tanah yang mengandung akar kemiri nilai kohesi 0.5 kg/cm<sup>2</sup>, tanah yang mengandung akar rumput gajah nilai kohesi 0.5 kg/cm<sup>2</sup>, tanah yang mengandung akar alang-alang nilai kohesi 0.05 kg/cm<sup>2</sup> dan tanah yang mengandung akar cengkeh nilai kohesi 0.4 kg/cm<sup>2</sup>.

Kata Kunci : Kestabilan tanah, Kekuatan geser, Akar tanaman

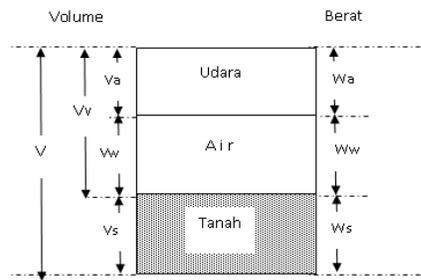
### PENDAHULUAN

Peristiwa tanah longsor atau dikenal dengan gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng alami atau lereng non alami dan sebenarnya merupakan fenomena alam, yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah (Suryolelono, dalam Kuswaji, 2008).

Adapun faktor yang mempengaruhi tanah longsor diantaranya adalah kemiringan lereng, tekstur tanah, permeabilitas tanah, tingkat pelapukan batuan, kedalaman efektif tanah, kerapatan torehan, kedalaman muka air tanah, dan curah hujan sedangkan faktor non alami meliputi: penggunaan lahan dan kerapatan vegetasi. Tanah longsor yang dimaksud dalam penelitian ini adalah gerakan massa tanah, massa batuan, dancampuran massa tanah dan batuan menuruni lereng sebagai akibat pengaruh gaya berat atau gravitasi. Longsoran disini juga mencakup tiperayapan (*creep*), longsoran (*landslide*), nendatan (*slump*), dan jatuhan (*rocks/soils fall*). Berbagai tipe proses longsoran tersebut mempunyai karakteristik fisik lahan yang berbeda.

### LANDASAN TEORI

Tanah juga didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel-partikel tanah terdapat tanah ruang kosong yang disebut pori-pori yang berisi air dan udara. Ikatan yang lemah antara partikel-partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang senyawa diantara partikel partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik bila hasil dari pelapukan tersebut diatas tetap berada pada tempat semula maka bagian ini disebut tanah sisa (*residu soil*). Untuk mengetahui komposisi partikel tanah pada sistim tiga phase.



Gambar 1 Hubungan antara jumlah butir, air dan udara dalam tanah  
(Sumber : Hardiyatmo, 2002)

**Keterangan :**

- V = Isi (*volume*) (cm<sup>3</sup>)
- V<sub>w</sub> = Isi air (*volume of water*) (cm<sup>3</sup>)
- V<sub>v</sub> = Isi pori/rongga (*volume of void*) (cm<sup>3</sup>)
- V<sub>s</sub> = Isi butir-butir padat (*volume of solid*) (cm<sup>3</sup>)
- W = Berat (*weight*) (gr)
- W<sub>a</sub> = Berat udara = 0 (*weight of air*)
- W<sub>w</sub> = Berat air (*weight of water*) (gr)
- W<sub>s</sub> = Berat butir-butir padat (*weight of solid*) (gr)

**Kadar air**

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dengan berat partikel padat dalam tanah, yaitu :  
Kadar air (*moisture/water content*)

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots 1)$$

**Angka Pori (*Void Ratio*)**

Angka pori adalah perbandingan volume pori dan volume partikel padat, yaitu

$$e = \frac{V_v}{V_s} \times 100\% \dots\dots\dots 2)$$

**Porositas (*Porosity*)**

Porositas adalah perbandingan antara volume pori dengan volume keseluruhannya.

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100 \dots\dots\dots 3)$$

$$n = \frac{e}{1 + e} \dots\dots\dots 4)$$

**Berat isi tanah alami/asli (*natural density*)**

Adalah perbandingan antara berat tanah seluruhnya dengan volume tanah seluruhnya dengan berat isi tanah seluruhnya, yaitu :

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots 5)$$

**Berat volume kering (*Dry density*)**

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots 6)$$

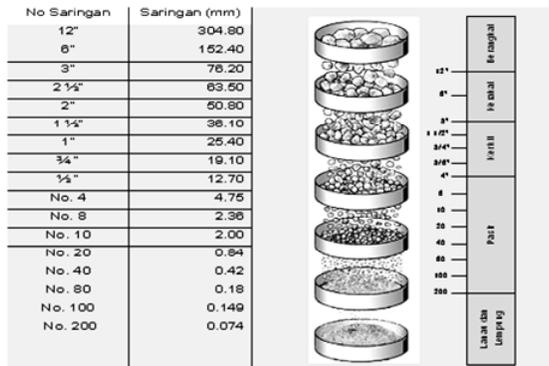
**Berat volume basah (Submerged / wet density)**

$$\gamma_b = \frac{W_w - W_s}{V} \dots\dots\dots 7)$$

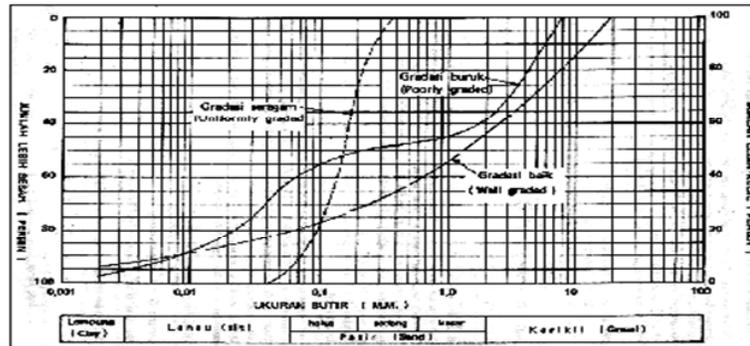
**Derajat Kejenuhan (Degree of saturation)**

$$S_r = \frac{V_w}{V_r} \times 100\% \dots\dots\dots 8)$$

**Analisa Gradasi Butiran**



Gambar 2. Ukuran Ayakan Standar  
( Sumber : Pusat Litbang Jalan Dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum )



Gambar 3 Grafik lengkung gradasi atau kurva distribusi ukuran butir  
( Sumber : Hardiyatmo, 2002 )

**Batas-batas Konsistensi ( Batas – batas Atterberg)**

Atterberg menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan pertimbangan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas cair, batas plastis dan batas susut.

**Batas Cair ( Liquid Limit )**

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

**Batas Plastis ( Plastic Limit )**

Batas plastis ( PL ) adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2mm mulai retak-retak ketika digulung.



**Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO**

Klasifikasi umum	Bahan-bahan (35% atau kurang melalui No. 200)							Bahan-bahan lanau-lempung (Lebih dari 35% melalui No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5; A-7-6;
Analisis saringan: Persen melalui: No. 10 No. 40 No. 200	50 maks. 30 maks. 15 maks.	50 maks. 25 maks.	51 maks. 10 maks.	35 maks.	35 maks.	35 maks.	35 maks.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Karakteristik maks. melalui No. 40 Batas cair Indeks plastisitas	6 maks.		N.P.	40 maks. 10 maks.	41 min. 10 maks.	40 maks. 10 maks.	41 maks. 10 maks.	40 maks. 10 maks.	41 min. 10 maks.	40 maks. 10 min.	41 maks. 11 min.
Indeks kelompok	0		0	0			4 maks.	8 maks.	12 maks.	16 maks.	20 maks.
Jenis-jenis bahan pendukung utama	Fragmen batuan, kerikil, dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Tingkatan umum sebagian tanah dasar	Sangat baik baik sampai baik							sedang sampai buruk			

Untuk : A-7-5 : PI LL - 30 NP = Non plastis  
 Untuk : A-7-6 : PI LL - 30

**Kuat Geser Tanah**

Kuat geser tanah merupakan hal yang sangat penting dalam analisis lereng. Umumnya, keruntuhan lereng yang terjadi selama ini adalah akibat kekuatan gesernyayang terlampaui. Dengan demikian, studi mengenai kekuatan geser tanah adalah hal yang sangat penting untuk dilakukan sebelum analisis stabilitas lereng yang dilaksanakan. Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan. Kuat geser tanah ini dapat dianggap terdiri dari dua komponen, yaitu:

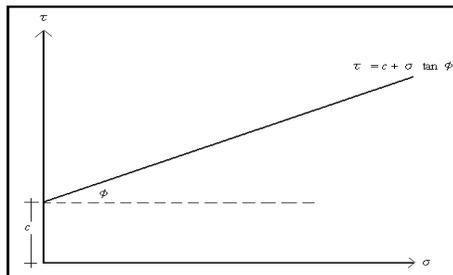
1. Gesekan dalam, sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.
2. Kohesi, tergantung kepada jenis tanah dan kepadatannya.

Hipotesa pertama mengenai kuat geser tanah diuraikan oleh Coulomb (1733), sebagai berikut :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots (10)$$

dimana :

- $\tau$  = tegangan geser tanah
- $\sigma$  = tegangan normal pada bidang kritis
- $c$  = kohesi (pengarus daya tarik antar partikel)
- $\phi$  = sudut geser dalam



**Gambar 6 Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal**

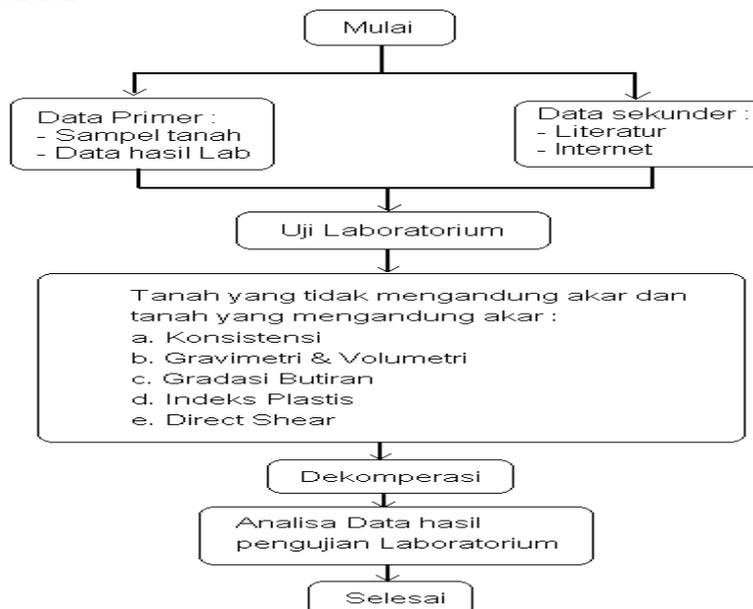
Ada dua macam percobaan yang dapat dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan nilai kuat geser tanah, yaitu :

1. Percobaan geser langsung (*Direct Shear Test*)
2. Percobaan Triaxial (*Triaxial Test*)

Gaya yang menghasilkan tegangan geser pada seluruh massa tanah akan terjadi apabila ada suatu gerakan massa tanah, sehingga menyebabkan runtuh akibat terjadi perubahan yang sangat besar dari tegangan geser yang bekerja. Tahanan geser tergantung pada kuat geser tanah dan faktor-faktor alamiah lainnya, seperti terdapatnya air dari rembesan dan atau infiltrasi curah hujan serta akar-akar, tanah beku, ataupun batuan yang telah mengalami gangguan di sepanjang permukaan gelincirnya.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### UMUM

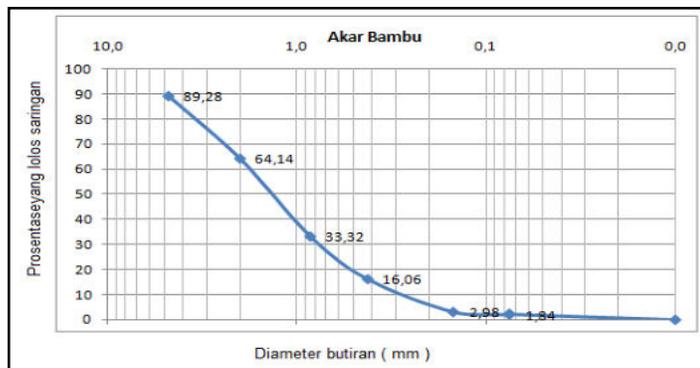
Hasil pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik antara lain : Uji untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanis dari masing-masing jenis tanah yang diperoleh dari lapangan sebanyak 5 (lima) titik sampel yaitu, tanah yang mengandung akar bambu, tanah yang mengandung akar kemiri, tanah yang mengandung akar rumput gajah, tanah yang mengandung akar alang-alang, dan tanah yang mengandung akar cengkeh. Sedangkan perincian pengujian yang dilakukan yaitu : Konsistensi, Gravimetri dan volumetri, Gradasi butiran, Indeks Plastisitas, dan Geser langsung (Direction Shear).

### Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Hasil pengujian sifat mekanik tanah dari masing-masing vegetasi:

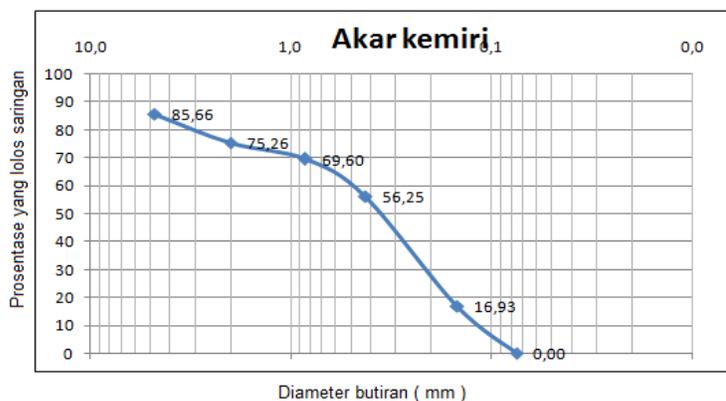
No	Jenis Pemeriksaan	Jenis Vegetasi					
		Bambu	Kemiri	Rumput Gajah	Alang- alang	Cengkeh	tanpa akar
1	Batas Cair ( LL )	37,20	39,70	48,77	42,40	39,28	43
2	Batas Plastis ( PL )	34,36	26,77	38,85	36,00	33,08	24,5
3	Indeks Plastisitas ( PI )	2,84	12,93	9,93	6,40	6,20	18,5
4	Kadar air tanah ( w )	49,40	71,07	44,44	90,04	86,63	38,19
5	Berat jenis ( G <sub>s</sub> )	1,98	2,55	2,25	2,25	2,42	2,75
6	Berat/volume tanah basah ( y <sub>t</sub> )	2,39	1,75	1,31	1,94	1,88	1,53
7	Berat/volume tanah kering ( y <sub>d</sub> )	1,61	1,07	0,91	1,39	1,38	1,11
8	Angka pori ( e )	0,23	1,49	0,53	1,21	1,40	1,499
9	Porositas ( n )	18,85	59,87	34,60	54,64	58,39	59,77
10	Derajat Kejenuhan ( S <sub>r</sub> )	420,04	121,15	189,60	168,09	149,38	70,42
11	Sudut Geser ( θ )	75,96	68,20	61,90	77,19	71,56	37,95
12	Kohesi ( c )	0,2	0,5	0,2	0,05	0,4	0,13
13	Menurut AASHTO	A-2-4	A-2-6	A-2-5	A-2-5	A-2-4	A-2-4
14	Menurut USCS	SM	SC	SC	CL	ML	ML
15	Faktor Keamanan	5,044	3,871	2,607	4,850	4,255	1,195

**Gradasi Butiran dari masing – masing vegetasi :**



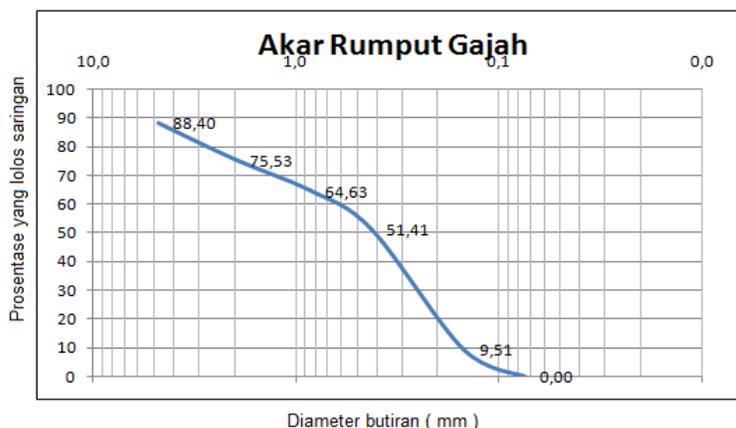
**Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berakar Bambu**

Termasuk kelompok A-2-4 dan SM yaitu tanah pasir berlanau mengandung kerikil dengan gradasi baik



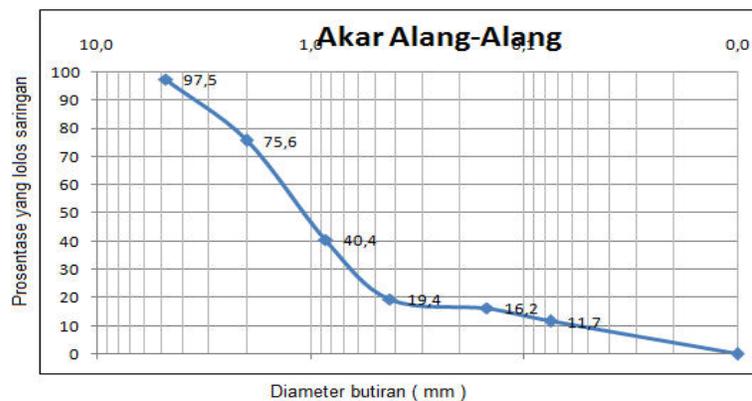
**Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berakar Kemiri**

Termasuk kelompok A-2-6 dan SC yaitu tanah pasir berlanau dan berlempung mengandung kerikil dengan gradasi baik.



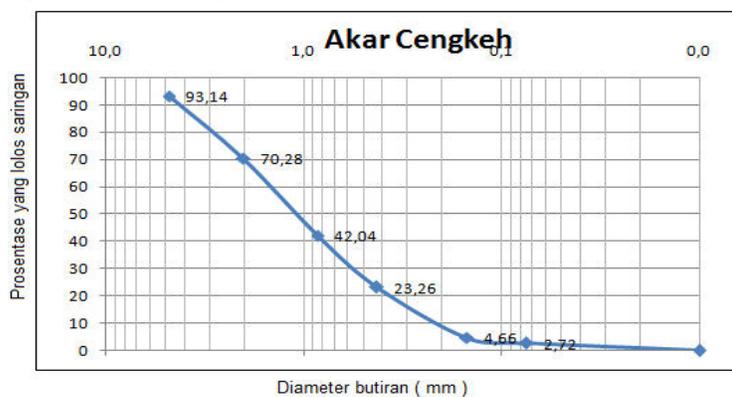
**Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berakar Rumput Gajah**

Termasuk kelompok A-2-5 dan SC yaitu tanah pasir berlanau dan berlempung mengandung kerikil dengan gradasi baik.



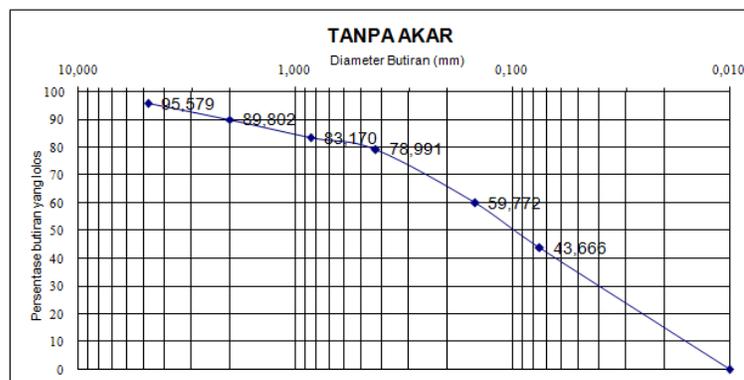
Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berakar Alang-alang

Termasuk kelompok A-2-5 dan CL yaitu tanah pasir berlanau dan berlempung dengan plastisitas rendah mengandung kerikil dengan gradasi baik.



Gambar 12. Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berakar Cengkeh

Termasuk kelompok A-2-4 dan ML yaitu tanah pasir berlanau dengan pastisitas rendah mengandung kerikil dengan gradasi baik.

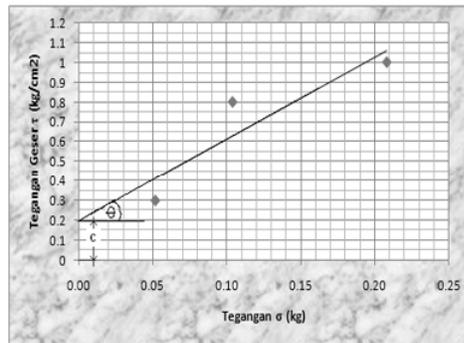


Gambar 13. Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah yang tidak mengandung akar

Termasuk kelompok A-2-4 dan ML yaitu tanah pasir berlanau dengan pastisitas rendah mengandung kerikil dengan gradasi baik.

## Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah

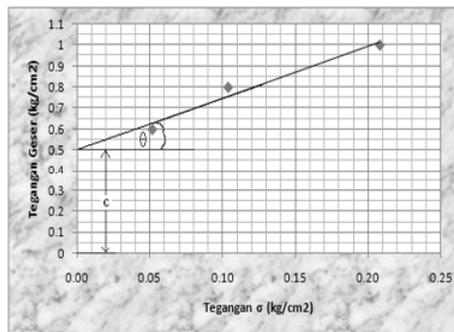
### Tanah yang mengandung Akar Bambu



Gambar 14. Grafik hubungan tegangan geser dan tegangan normal tanah yang mengandung akar bambu

nilai kohesi ( $c$ ) sebesar  $0.2 \text{ kg/cm}^2$ , dan sudut geser ( $\theta$ ) sebesar  $75.96^\circ$

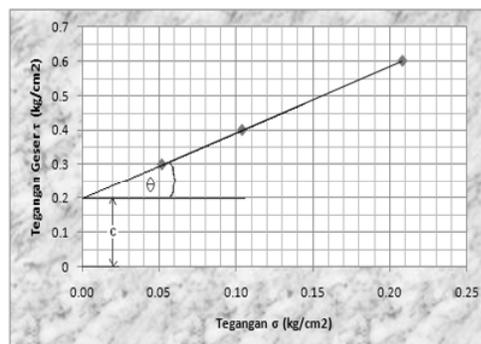
### Tanah yang mengandung Akar Kemiri



Gambar 15. Grafik hubungan tegangan geser dan tegangan normal tanah yang mengandung akar kemiri

nilai kohesi ( $c$ ) sebesar  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ , dan sudut geser ( $\theta$ ) sebesar  $68.20^\circ$ .

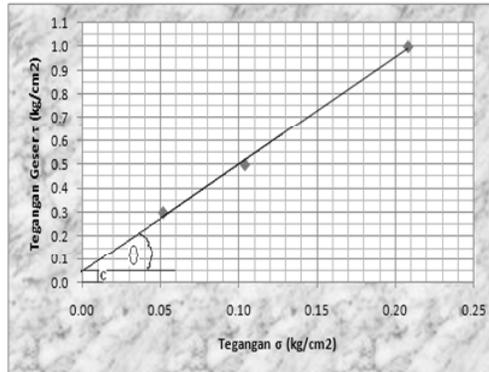
### Tanah yang mengandung Akar Rumput Gajah



Gambar 16. Grafik Tegangan geser dan tegangan normal tanah yang mengandung akar rumput gajah

nilai kohesi ( $c$ ) sebesar  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ , dan sudut geser ( $\theta$ ) sebesar  $61.90^\circ$ .

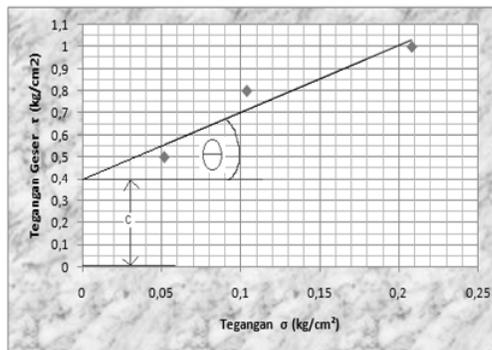
**Tanah yang mengandung akar alang – alang**



**Gambar 17. Grafik Tegangan geser dan tegangan normal tanah yang mengandung akar alang –alang**

nilai kohesi (c) sebesar 0.05 kg/cm<sup>2</sup>, dan sudut geser (Ø) sebesar 77.19<sup>0</sup>.

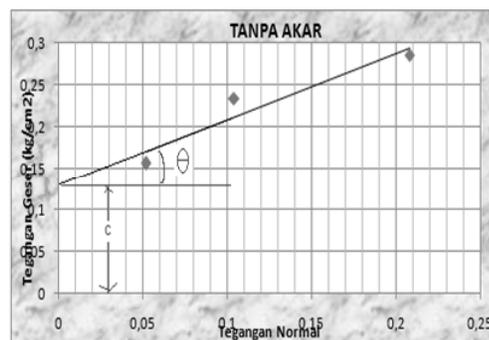
**Tanah yang mengandung cengkeh**



**Gambar 18. Grafik Tegangan geser dan tegangan normal tanah yang mengandung akar cengkeh**

nilai kohesi (c) sebesar 0.4 kg/cm<sup>2</sup>, dan sudut geser (Ø) sebesar 71.56<sup>0</sup>.

**Tanah yang tidak mengandung akar**

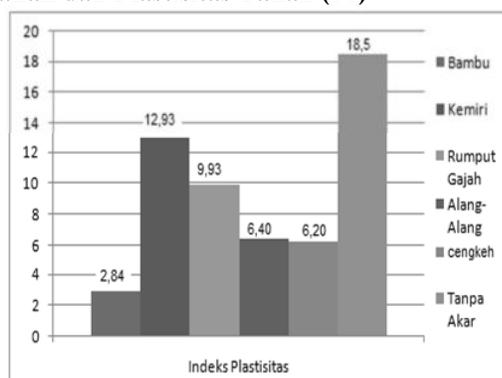


**Gambar 19. Grafik Tegangan geser dan tegangan normal tanah yang tidak mengandung akar**

nilai kohesi (c) sebesar 0.13 kg/cm<sup>2</sup>, dan sudut geser (Ø) sebesar 37,95<sup>0</sup>.

## Hubungan antara Parameter Tanah

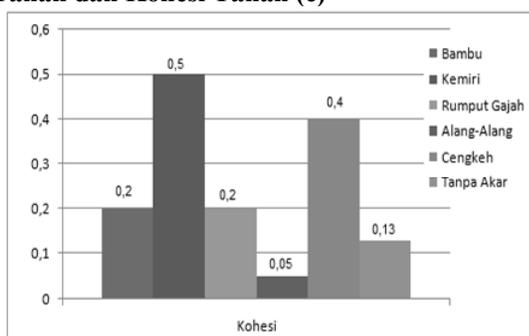
### Hubungan antara Jenis Tanah dan Plastisitas Tanah (PI)



Gambar 20. Grafik hubungan antara jenis tanah dan indeks plastisitas

Dari gambar 20 terlihat bahwa tanah dengan kondisi tanpa akar memiliki plastisitas tinggi >17, tapi tanah yang mengandung akar tanaman nilai plastisitasnya menurun dari kondisi plastisitas sedang sampai plastisitas rendah <7.

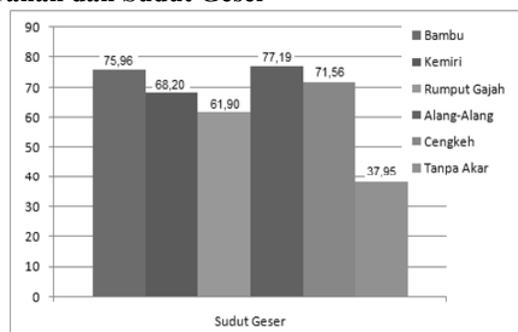
### Hubungan antara Jenis Tanah dan Kohesi Tanah (c)



Gambar 21. Grafik hubungan antara jenis tanah dan Kohesi

Dari gambar 21 terlihat bahwa tanah dengan kondisi tanpa akar sampai dengan tanah yang mengandung akar tanaman nilai cohesinya tidak mengalami perubahan yang signifikan.

### Hubungan antara Jenis Tanah dan Sudut Geser



Gambar 22. Grafik hubungan antara jenis tanah dan Sudut Geser

Dari gambar 22 terlihat bahwa tanah dengan kondisi tanpa akar memiliki nilai sudut geser dalam yang rendah yaitu 37,95°, tapi tanah yang mengandung akar tanaman nilai sudut geser dalamnya meningkat sampai dengan 77,29° terdapat pada tanah yang mengandung akar alang-alang.

Berdasarkan parameter kuat geser tanah tersebut, dibuatkan simulasi nilai keamanan lereng maka diperoleh nilai kewanaman lereng tanpa mengandung akar  $SF=1,19$  sedangkan tanah yang mengandung akar tanaman nilai kewanaman lereng  $SF > 2,6$  dan yang paling besar terdapat pada tanah mengandung akar bambu dengan  $SF > 5$ .

## **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian tersebut dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain ;

1. Jenis tanah tanpa akar memiliki plastisitas tinggi, sedangkan tanah yang mengandung akar tanaman memiliki nilai plastisitas yang rendah terdapat pada akar bambu, alang-alang dan cengkeh.
2. Jenis tanah tanpa akar memiliki nilai kuat geser yang rendah, sedangkan tanah yang mengandung akar tanaman memiliki nilai kuat geser yang tinggi terdapat pada akar bambu, alang-alang dan cengkeh.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad Rifa'i, *Perilaku Interaksi Tanah - Geotekstil Terhadap Parameter Geser Tanah*
- Anonim, *Perbaikan stabilitas lereng dengan metode vegetasi produktif*.  
<http://sipil2006.wordpress.com/2011/01/08/perbaikan-stabilitas-lereng-dengan-metode-vegetasi-produktif/>.
- Anonim (1981), *Rumput Pengunungan*, Lembaga Biologi Nasional – LIPI, Bogor
- Daniel Hartanto, *Kontribusi Akar Tanaman Rumput dan Bambu terhadap Peningkatan Kuat Geser tanah pada ...* <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jts/article/viewFile/16913/16901>
- Soedarmo, G.D & Purnomo, S.J.E, (1993). *Mekanika Tanah 1*. Penerbit : Kanisius Yogyakarta.
- Widayanti, D. (TT). *Mekanika Tanah 2 (Modul Stabilitas Lereng)*. FTSP Universitas Marcu Buana. Jakarta