

Pengaruh Akar Bambu Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Di Lokasi Banjir Bandang

Maulana Rizki Nasution^{1,*}Mukhsin²

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia.

email: nasution.riski051093@gmail.com

Abstract

Roots are the most important part in preventing landslides from occurring through two mechanisms: gripping the surface-covered soil at a depth of 0-5 cm by the roots of the tree spreading horizontally and supporting the stem as anchors, so that the trees are not easily uprooted by the soil mass impulses. Continuous heavy rain on critical slopes and trees with roots does not penetrate the landslide (slip surface) then there is a flood that causes flash floods. The upper and middle trees can affect the value of the soil shear strength parameters. Various factors such as mechanics and hydrology in determining the shear strength parameters need to be considered. The location of the research was conducted in the area of banjir bandang, ie in Gampong Keunaloi, Seulimum Subdistrict, Aceh Besar District. This study aims to determine the value of soil shear strength contributed by bamboo roots in banjir bandang location. Meanwhile, the sampling of ground-bamboo roots in the field using Root Auger equipment is 0.25 m, 0.50 m, 0.75 m, and 1.00 m from bamboo trees with a depth of 0.50 m and 1.00 m and taken to the laboratory for Direct Shear test. The results can show that the location of soil type is inorganic clay. The average cohesion value (c) on the ground is 0.283 kg / cm² and the shear angle value (ϕ) is 12°. The shear strength values will increase as additional cohesive values (Δs) are caused by bamboo roots.

Keywords : High quality concrete, hybrid concrete, compressive strength, ductility.

Abstrak

Akar merupakan bagian terpenting dalam mencegah terjadi tanah longsor melalui dua mekanisme yaitu mencengkeram tanah dilapisan permukaan pada kedalaman 0–5 cm oleh akar pohon yang menyebar horizontal dan menopang tegaknya batang sebagai jangkar, sehingga pohon tidak mudah tumbang oleh dorongan massa tanah. Hujan lebat yang berkelanjutan pada lereng kritis dan berpohon dengan akar-akarnya tidak menembus bidang longsor (slip surface) maka terjadi kelongsoran yang mengakibatkan banjir bandang. Pohon di bagian atas dan tengah dapat mempengaruhi nilai parameter kuat geser tanah. Berbagai faktor seperti mekanika dan hidrologi dalam menentukan parameter kuat geser tanah perlu dipertimbangkan. Lokasi penelitian dilakukan di daerah yang terjadi banjir bandang, yaitu di Gampong Keunaloi, Kecamatan Seulimum, Kabupaten Aceh Besar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai kekuatan geser tanah yang dikontribusikan oleh akar bambu di lokasi banjir bandang. Sementara, pengambilan sampel akar bambu-tanah di lapangan menggunakan alat Root Auger berjarak yaitu 0.25 m, 0.50 m, 0.75 m, dan 1.00 m dari pohon bambu dengan kedalaman 0.50 m dan 1.00 m dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan tes Direct Shear. Hasil yang di dapat menunjukkan bahwa pada lokasi jenis tanah adalah lempung anorganik. Nilai kohesi (c) rata-rata pada tanah adalah 0,283 kg/cm² dan nilai sudut geser (ϕ) adalah 12°. Nilai kekuatan geser akan bertambah seiring bertambahnya nilai kohesi tambahan (Δs) yang disebabkan oleh akar bambu.

Kata kunci : Akar bambu, kekuatan geser tanah (τ), nilai kohesi (c), sudut geser (ϕ).

1. Pendahuluan

Bencana merupakan peristiwa atau rangkaian yang mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam, non-alam maupun faktor manusia. Salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia adalah banjir bandang. Bencana banjir bandang merupakan peristiwa banjir cepat, sebagaimana yang terjadi di Kecamatan Seulimeum, Aceh Besar pada tanggal 2 Januari 2013. Curah hujan yang sangat tinggi menyebabkan longsor-longsor kecil pada daerah lereng yang bersudut kritis dan jenis tanah kurang padat dan ketinggian bukit dapat menyebabkan kestabilan tanah berkurang dengan akar-akar yang tidak menembus bidang longsor (slip surface).

Pohon yang terletak di bawah lereng dapat memberikan sumbangan peningkatan kepada stabilitas tanah baik ditinjau dari ilmu mekanika maupun hidrologi. Faktor keamanan lebih dari 8% peningkatan terhadap pohon di lereng dibandingkan dengan keadaan tidak berpohon. Peningkatan 1% faktor keamanan disebabkan oleh gabungan pengaruh mekanika dan hidrologi dibandingkan dengan hanya hidrologi saja. Jika pohon yang terletak dekat bagian tengah lereng, faktor keamanan meningkat berkisar 3% dibandingkan dengan tidak berpohon. Selain itu, penurunan faktor keamanan 1% pohon yang terletak di atas lereng pada gabungan pengaruh mekanika dan hidrologi. Faktor keamanan di atas lereng berpohon menurun menjadi

sekitar 3% dibandingkan dengan keadaan tidak berpohon dalam hal mempengaruhi stabilitas lereng.

Bambu merupakan salah satu jenis tanaman perintis sehingga untuk tumbuh tidak membutuhkan persyaratan tumbuh yang teramat rumit sebagaimana tanaman lain. Selain pohon bambu, akar bambu juga mempunyai kelebihan diantaranya yaitu selain sebagai penahan erosi guna mencegah bahaya banjir. Akar merupakan bagian terpenting dalam mencegah terjadi tanah longsor melalui dua mekanisme yaitu mencengkeram tanah dilapisan permukaan pada kedalaman 0–5 cm oleh akar pohon yang menyebar horizontal dan menopang tegaknya batang sebagai jangkar, sehingga pohon tidak mudah tumbang oleh dorongan massa tanah. Kemampuan akar dalam meningkatkan kekuatan geser tanah pada kedalaman 50 cm – 100 cm pada jarak 25, 50, 75, dan 100 cm dari pohon. Kekuatan geser tanah bervariasi besarnya, tergantung pada kekuatan akar dan kemampuan tanah dalam mengikat air pada pori-pori tanah.

Penelitian yang akan dilakukan pada akar bambu yang terdapat di sekitaran sungai Seulimeum, apakah kontribusi akar bambu dapat meningkatkan parameter kuat geser tanah. Hasil yang didapat dalam penelitian ini adalah kekuatan geser akan meningkat signifikan semakin dekat dengan pohon bambu pada kedalaman 0.50 m. Sementara, pada kedalaman 1,00 m kekuatan geser tidak meningkat signifikan semakin dekat dengan pohon bambu pada kedalaman 1.00 m. Hal ini menunjukkan bahwa perkuatan akar sebagai kohesi tambahan (Δs) semakin besar perannya untuk nilai kohesi tanah asli yang dekat dengan pohon dikedalaman kurang dari 1,00 m. Perakaran bambu yang padat dan penyebaran di bawah lereng dapat meningkatkan nilai kohesi tambahan akibat interaksi akar-tanah. Nilai kohesi tambahan mempengaruhi parameter kuat geser tanah di lokasi banjir bandang.

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Pohon Bambu

Pohon bambu mempunyai sistem perakaran serabut dengan akar yang sangat kuat, meskipun berakar serabut pohon bambu sangat tahan terhadap terpaan angin kencang. Perakarannya tumbuh sangat rapat dan menyebar ke segala arah, serta memiliki struktur yang unik karena terkait secara horizontal dan vertikal, sehingga tidak mudah putus dan mampu berdiri kokoh untuk menahan erosi dan tanah longsor di sekitarnya, disamping itu lahan di bawah tegakan bambu menjadi sangat stabil dan mudah meresapkan air..

Dari beberapa hasil penelitian, kecepatan pertumbuhan vegetatif bambu dalam 24 jam berkisar 30 cm – 120 cm tergantung dari jenisnya. Sebuah keajaiban pertumbuhan yang tidak dapat ditemukan pada tanaman lain. Selain itu, bambu memiliki umur yang panjang dalam siklus hidupnya, dapat mencapai 30 – 100 tahun bahkan lebih.

2.2 Keruntuhan Lereng

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada tanah longsor, salah satu penyebab terjadinya

keruntuhan pada lereng berkaitan dengan faktor seperti cuaca, topografi, sifat-sifat tanah dan faktor erosi. Penyebab utama terjadinya keruntuhan pada lereng adalah meningkatnya tegangan geser, menurunnya kuat geser pada bidang longsor secara simultan. Penguatan akar pohon dalam stabilitas lereng dapat di asumsikan sebagai peningkatan kekuatan geser. Stabilitas lereng sebelum dan sesudah adanya pohon, kekuatan geser yang disumbangkan oleh akar adalah sangat penting seperti yang dikemukakan oleh Stokes et al[1]. Ada tiga klasifikasi lereng yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Lereng bersudut lebih kecil dari 20°;
2. Lereng berbahaya bersudut 20° hingga 30°;
3. Lereng kritis bersudut lebih dari 30°.

2.3 Karakteristik Tanah

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ahmad et al[2] menyatakan bahwa ciri-ciri geoteknik yang mempunyai batas cair 32% hingga 44% dan sudut geser tanah di antara 22° hingga 36° menyebabkan tanah longsor. Sedangkan sifat mekanik adalah kuat geser yang dinyatakan dalam parameter kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

Peranan akar pohon kepada pengaruh mekanika merupakan pencengkeraman tanah yang memberikan sumbangan untuk stabilitas tanah, tetapi sangat tergantung pada faktor seperti sistem morfologi, penguatan, distribusi akar, dan interaksi antara akar-tanah. Akar pohon hanya mewakili sebagian kecil dari jumlah tanah (biasanya kurang dari 5%). Kekuatan tanah oleh akar terjadi dekat dengan batang pohon biasanya diasumsikan berjarak 1 meter. Diameter akar lebih kecil dengan penyebaran banyak menghasilkan kekuatan tegangan yang lebih tinggi. Untuk tanah yang diperkuat oleh akar pohon adalah berkaitan dengan perlawanan geser antara interaksi akar-tanah, di mana kegagalan terjadi oleh tarikan keluar akar menurut Wu[3].

2.4 Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani. Apabila tanah mengalami pembebanan maka beban akan ditahan karena pengaruh adanya kuat geser tanah yaitu, oleh adanya gesekan dalam (ϕ) antara butir-butir tanah berbanding lurus dengan tegangan vertikal (tegangan efektif) yang bekerja pada bidang geser dan kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang bekerjapada bidang gesernya.

2.4.1 Pengaruh Mekanika Tanah

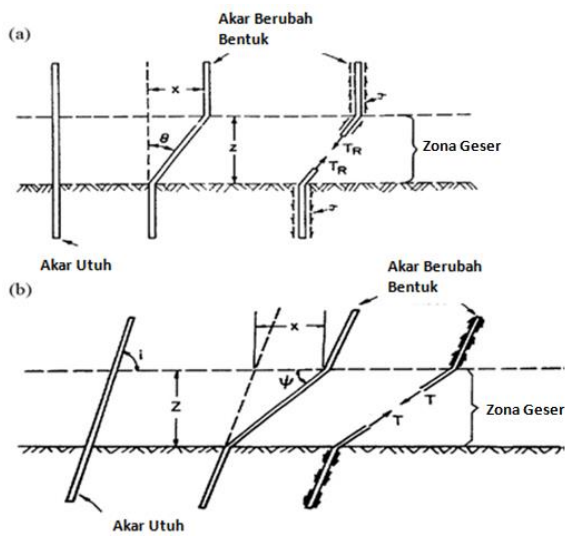
Pengaruh penguatan akar dapat dinyatakan dalam suatu nilai kohesi melalui kriteria kegagalan Mohr-Coulomb di mana gabungan akar-tanah dapat menghitung kuat geser (τ) seperti berikut:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi + \Delta s \dots \dots \dots 1)$$

Keterangan :

Δs = kohesi tambahan dari akar;
 c = nilai kohesi; dan
 σ = tegangan normal

Model keseimbangan gaya sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar 1 mudah dikembangkan untuk menghitung kekuatan geser akibat akar vertikal.



Gambar 1. Model Penguatan Akar : (a) Akar Vertikal, (b) Akar miring

2.4.2 Pengaruh Hidrologi

Pohon mempunyai pengaruh penting kepada hidrologi pada lereng sehingga mempengaruhi aktifitas erosi dan tanah longsor. Kontribusi yang signifikan kepada faktor pohon untuk stabilitas lereng dapat dikaitkan dengan dua aspek utama, yaitu: (i) hubungan unsur air melalui tanah-pohon-atmosfir dan (ii) penguatan tanah oleh akar Gray[4]. Misalnya, apabila penebangan pohon di hutan tropis meningkat setiap lokasi sebesar 50% menjadi 80%, maka penguapan mengalami penurunan sebanyak 30%. Adanya pohon menyebabkan air hujan terperangkap atau tersimpan di dalam tanah, terutama pada musim kering.

2.5 Analisis Regresi

Untuk menganalisis bentuk hubungan dua variabel dipakai analisa regresi. Variabel-variabel terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. Data yang diperoleh dari pengujian masing-masing diplot pada suatu sumbu salib dan akan membentuk titik pancar yang disebut diagram pancar (scatter plot). Data-data tersebut merupakan jumlah akar (sumbu y) dan diameter akar (sumbu x).

2.6 Uji Anova

Uji anova bertujuan untuk melihat secara bersama-sama pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen, apakah variabel independen dalam suatu model persamaan mempengaruhi variabel dependen. Untuk menguji hipotesis di dalam analisis varian (Anova) menggunakan perlatan uji-F (F-test). Beberapa asumsi yang harus dipenuhi pada uji Anova adalah;

1. varian homogen;
2. sampel/kelompok independen;
3. data terdistribusi normal;
4. jenis data yang dihubungkan adalah kategori dengan numerik (kategori yang lebih dari dua kelompok).

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Keunaloi, Kecamatan Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh, untuk pengambilan sampel tanah tak terganggu dan akar bambu-tanah tak terganggu. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah peta Kabupaten Aceh Besar, peta lokasi penelitian, dan data curah hujan Kecamatan Seulimeum.

Alat yang digunakan adalah *hand bor* untuk mengambil sampel tanah tak terganggu dengan kedalaman 0,50 m dan 1,00 m, *root auger* untuk mengambil sampel akar bambu-tanah yang tak terganggu pada jarak dari pohon bambu sekitar 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, 1,00 m serta kedalaman 50 cm dan 100 cm, dan direct shear untuk menguji kuat geser langsung tanah dan akar bambu-tanah.

Proses pengolahan data yaitu dengan pengolahan data primer berupa pengolahan data dengan analisis data terhadap pengujian kekuatan geser akar bambu pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan program Microsoft Excel (2010) dan dikelompokkan berdasarkan jarak dan kedalaman pengambilan sampel di lapangan. Hubungan nilai kohesi tanah (c) dan nilai sudut geser (\emptyset) dengan jarak pengambilan sampel dari sekitaran pohon bambu dijelaskan dalam persamaan regresi.

$$\emptyset = a + bx \dots\dots\dots 2)$$

$$c = a + bx \dots\dots\dots 3)$$

Keterangan :

\emptyset = Sudut Geser Tanah ($^{\circ}$)

c = Kohesi Tanah (kg/cm²)

x = Jarak (m)

Sementara, untuk mendapatkan persamaan regresi apakah dari segi perbedaan hubungan kuat geser tersebut dihitung kebenaran data analisis dengan R² (R^{square}). Data analisis dimasukkan ke dalam program Microsoft Excel tersebut dengan bentuk grafik persamaan regresi. Oleh karena itu, analisis data dengan R² mendekati 1 (satu) regresi kebenaran lebih baik dan mendekati 0 (nol) kurang baik. Selain itu, untuk mengetahui adanya pengaruh yang signifikan akibat perubahan kuat geser tanah akar bambu, maka dilakukan uji anova. Untuk memudahkan perhitungan, maka proses perhitungan menggunakan program SPSS (*Statistical Package for Social Science*) Versi 20.0.

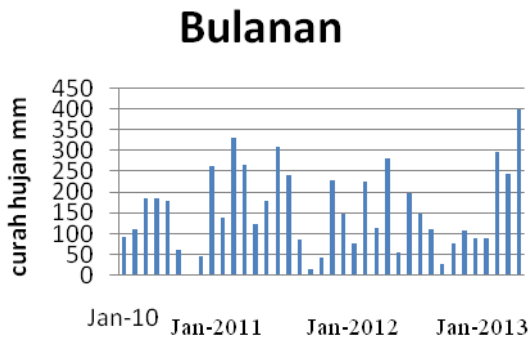
Tabel 1. Hubungan kohesi tanah (c) dan nilai sudut geser (\emptyset) dengan jarak pengambilan sampel dari sekitaran pohon bambu

Jarak pengambilan sampel dari pohon	Kuat geser	
	Sudut geser (\emptyset)	Kohesi (c)
X ₁	\emptyset_1	c ₁
X ₂	\emptyset_2	c ₂
X ₃	\emptyset_3	c ₃
X ₄	\emptyset_4	c ₄

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Curah Hujan

Salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor pada lereng adalah hujan. Tingkat curah hujan mempengaruhi kestabilan lereng. Grafik curah hujan dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Curah hujan bulanan di Selimeum

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa curah hujan bulanan dari Januari 2010 sampai dengan Januari 2013 di Kecamatan Seulimeum, memiliki nilai curah hujan bulanan maksimum pada Januari 2013 yaitu sebesar 400 mm. sementara, curah hujan bulanan minimum pada Juli 2010 yaitu sebesar 0 mm (tidak terjadi hujan pada bulan tersebut).

4.2 Sifat Fisis Tanah

Pengujian sifat fisis tanah adalah untuk mengklasifikasikan jenis tanah yang digunakan dalam penelitian.

4.2.1 Karakteristik tanah

Berdasarkan pengujian di laboratorium diperoleh data-data karakteristik tanah, pengujian kadar air tanah dilakukan sebanyak tiga sampel dengan jenis tanah yang sama. Hasil pengujian tersebut dapat diambil rata-rata kadar air pada tanah tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah yang berasal dari lokasi banjir bandang memiliki kadar air sebesar 35,99%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah pada lokasi banjir bandang memiliki kadar air yang rendah. Hasil pengujian berat jenis (G_s) yang sudah dilakukan pada laboratorium didapatkan nilai berat jenis pada lokasi sebesar 2,58. Hasil pengujian dan perhitungan diperoleh nilai berat volume tanah rata-rata pada lokasi adalah 1,759 gram/cm³.

4.2.2 Klasifikasi tanah menurut AASTHO dan USCS

Sistem klasifikasi tanah *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASTHO) mengklasifikasikan tanah kedalam delapan kelompok, A-1 sampai A-7. Dalam pengklasifikasian tanah dengan metode ini diperlukan tiga parameter tanah yaitu nilai batas cair (LL), nilai indeks plastisitas (PI) dan persentase lolos saringan analisa butiran.

Berdasarkan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO)

klasifikasi tanah pada lokasi banjir bandang dengan nilai batas cair (LL) = 53,80%, nilai batas plastis (PL) = 35,74% , indeks Plastis (IP) = 18,06% dan lolos #200 = 93,08%, maka termasuk kelompok A-7-5, merupakan tanah berlempung yang termasuk jenis tanah biasa sampai jelek.

4.3 Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemampuan tanah untuk dilalui oleh massa air melalui pori-pori atau kecepatan Bergeraknya laju suatu cairan pada suatu media berpori. Berdasarkan pengujian di laboratorium diperoleh nilai permeabilitas tanah pada lokasi banjir bandang yaitu sebesar 8,04 cm/jam termasuk kelas sedang.

4.4 Kuat Geser Tanah

Hasil pengujian geser langsung (*direct shear*) sampel tanah tak terganggu pada penelitian ini didapatkan parameter kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) diperoleh dari hubungan nilai tegangan normal dan tegangan geser tanah. yang menghubungkan titik-titik berkedudukan dari keadaan yang dialami oleh sampel tanah tak terganggu pada saat pengujian berlangsung.

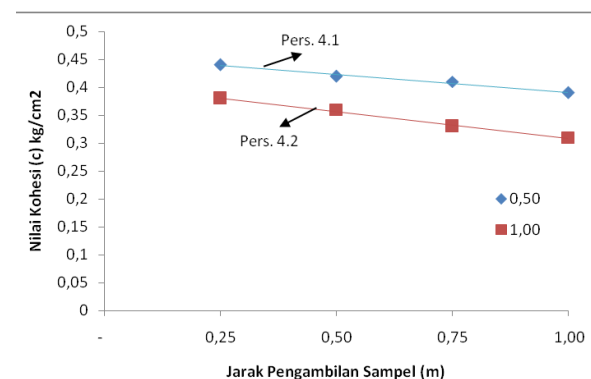
Tabel 2. Hasil uji direct shear pada tanah tak terganggu

Parameter	Posisi		
	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Kohesi (c)	0,285	0,275	0,29
Sudut geser dalam (ϕ)	10	10	16

Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai sudut geser dalam (ϕ) rata-rata pada lokasi banjir bandang adalah 12° dan nilai kohesi (c) yaitu sebesar 0,283 kg/cm².

4.5 Kuat Geser Akar Bambu-Tanah

Kuat geser akar bambu-tanah dengan jarak pengambilan sampel terhadap pepohonan bambu di lokasi. Kuat geser menghasilkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Sehingga menghasilkan hubungan antara jarak pengambilan sampel dengan nilai kohesi (c) dan hubungan antara jarak pengambilan sampel dengan nilai sudut geser dalam (ϕ) dapat ditunjukkan pada gambar 3 dan 4.

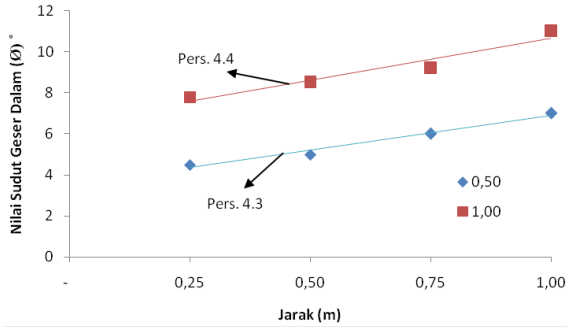


Gambar 3. Hubungan nilai kohesi (c)

Gambar di atas menunjukkan hubungan antara jarak (m) dengan nilai kohesi (c). Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin dekat jarak dengan pohon bambu maka nilai kohesi tanah bertambahnya. Pada kedalaman 0,5 m peningkatan kohesi yang terjadi lebih besar dari kedalaman 1,00 m Berdasarkan gambar di dibawah didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$C_{0,50} = -0.064 x + 0,455 \quad R^2 = 0.984 \dots\dots\dots 4)$$

$$C_{1,00} = -0,096 x + 0.405 \quad R^2 = 0.993 \dots\dots\dots 5)$$



Gambar 4. Hubungan nilai sudut geser (Ø)

Gambar di atas menunjukkan hubungan antara jarak pengambilan sampel dengan nilai sudut geser dalam (Ø). Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin dekat jarak dengan pohon bambu maka nilai sudut geser dalam maka semakin kecil. Sebaliknya, nilai sudut geser dalam akan semakin besar apabila jarak. Pada kedalaman 0,5 m penurunannya lebih besar dari pada kedalaman 1,00 m Berdasarkan grafik di dibawah didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\emptyset_{0,50} = 4.12 x + 6.55 \quad R^2 = 0.936 \dots\dots\dots 6)$$

$$\emptyset_{1,00} = 3.4 x + 3.5 \quad R^2 = 0.979 \dots\dots\dots 7)$$

4.6 Hasil Analisis Anova

Berdasarkan hasil analisis anova didapatkan nilai F hitung. Sementara, Ftabel diperoleh dengan menggunakan tabel F dengan derajat bebas, df residual (sisa) yaitu sebagai df penyebut dan df regression (perlakuan) yaitu sebagai df pembilang.

Tabel 3. Hasil analisis anova terhadap kuat geser

Parameter	Kedalaman 0.50 m		Kedalaman 1.00 m	
	F hitung	F tabel	F hitung	F table
Nilai Kohesi (c)	108	18,51	90	18,51
Sudut Geser Dalam (Ø)	114,98	18,51	164,78	18,51

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa pada kedalaman 0.50 m memiliki nilai Fhitung lebih besar dari Ftabel untuk nilai kohesi (c) dan nilai sudut geser dalam (Ø), maka kekuatan geser meningkat secara signifikan seiring semakin dekatnya jarak dengan pepohonan bambu yang bertambah kekuatan. Pada kedalaman 1.00 m memiliki nilai Fhitung lebih besar dari Ftabel untuk nilai kohesi (c) sedangkan untuk nilai sudut geser dalamnya nilai Fhitung lebih besar dari

Ftabel, maka kekuatan geser tidak meningkat secara signifikan seiring semakin dekatnya jarak dengan pepohonan bambu.

4.7 Pembahasan

Curah hujan menjadi salah satu pemicu terjadinya tanah longsor dengan kondisi lereng tertentu. Curah hujan tinggi yang berkelanjutan berpotensi terjadinya tanah longsor, karena pada kondisi tersebut terjadi penjuanan tanah oleh air yang meningkatkan massa tanah. Daerah pengambilan sampel berjenis tanah lempung, nilai kohesi tambahan (Δs) dari akar dilokasi tersebut lebih berpengaruh dari pada sudut geser dalam (Ø) sebagai kontribusi akar bambu terhadap kuat geser.

Penguatan akar terhadap kekuatan geser dapat meningkat karena akar berkemampuan mengikat tanah dan berguna untuk sistem konstruksi penahan lereng, disamping itu akar dapat menyerap air dari dalam tanah yang dapat menurunkan tegangan air pori.

Penguatan akar yang semakin dekat dengan pohon lebih besar persentase peningkatan terhadap nilai kohesi tanah asli. Hal ini, terbukti bahwa semakin dekat pohon lebih banyak ditumbuhi akar yang bisa berkontribusi kepada kuat geser. Kohesi tambahan (Δs) dari akar pada kedalaman 0.50 m sebagai kohesi tambahan (Δs) meningkat signifikan jika dianalisis dengan uji anova. Sementara, pada kedalaman 1.00 m terjadi peningkatan, namun jika dianalisis secara uji anova tidak signifikan. Oleh karena itu, kohesi tambahan dari akar lebih besar perannya di kedalaman 0.50 m dibandingkan kedalaman 1.00 m. Penguatan akar semakin besar perannya untuk peningkatan kuat geser terhadap di kedalaman kurang dari 1,00 m. Jadi, pohon bambu mempunyai sistem perakaran serabut dengan struktur yang rapat dan menyebar ke segala arah yang secara horizontal dan secara vertikal.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Gampong Seulimeum dapat diambil kesimpulan bahwa curah hujan jumlah bulanan yang terjadi sebesar 400 mm pada bulan Januari 2013 dengan permeabilitas tanah termasuk kelas sedang, maka pengaruh hidrologi pada lokasi penelitian terjadi longsor.

Penguatan akar bambu dengan jarak 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, dan 1,00 m terhadap tanah asli meningkat nilai kohesi tambahan(Δs) di kedalaman 0,50 m dengan persentase peningkatan sebesar 59,01%, 50,77%, 44,88%, dan 38,40%. Sementara, nilai sudut geser dalam menurun dengan persentase penurunan sebesar 63,06%, 58,33%, 50,56%, dan 41,67%. Penguatan akar bambu dengan jarak 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, dan 1,00 m terhadap tanah asli meningkat nilai kohesi tambahan(Δs) di kedalaman 1,00 m dengan persentase peningkatan sebesar 31,33%, 24,85%, 16,02%, dan 9,54%. Sementara, nilai sudut geser dalam menurun dengan persentase penurunan sebesar 36,67%, 26,39%, 11,94%, dan 2,78%. Nilai kekuatan geser akan bertambah seiring bertambahnya nilai kohesi tambahan (Δs) yang disebabkan oleh akar bambu.

6. Daftar Pustaka

- [1] N. Stokes, Barij, A. Bogaard, T. Van Beek, L.P.H., 2007, *Does growing on a slope affect tree xylem structure and water relations*, *Tree Physiol*, (278): 11-22.
- [2] Ahmad, F. Yahaya, A. S. Farooqi, M. A., 2016,, *Characterization and geotechnical properties of Penang residual soils with emphasis on landslides*, *American Journal of Environmental Sciences*, 2 (4): 121-128.
- [3] Wu, T.H., 2012, *Root reinforcement of soil review of analytical models, test results and applications to design*, Published by NRC Research Press *Can Geotech. J.*, (50): 259-274.
- [4] Gray, D.H. and Robbin B.S., 1995, *Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization*, John Wiley and Sons, Inc.