

PENGARUH GAYA CABUT AKAR PADA JENIS VEGETASI TERHADAP STABILITAS LERENG

Muhammad Suhendra¹, dan Mukhsin²

¹Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
E-mail: abymsuhendra@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
E-mail: mukhsin.abubakar@unsyiah.ac.id

Abstrak. Kegagalan suatu lereng dapat dikaitkan dengan beberapa faktor seperti keadaan cuaca, jenis tanah, sudut lereng, topografi, atau gabungan faktor-faktor ini. Pada lereng yang bersudut kritis, jenis tanah berbatuan kurang padat dan ketinggian bukit dapat menyebabkan stabilitas tanah berkurang. Akar vegetasi memiliki peranan penting dalam meningkatkan stabilitas struktur tanah dan pergerakan tanah. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi nilai gaya cabut akar maksimum (F_{maks}) berdasarkan beberapa jenis vegetasi yang menghasilkan kohesi tambahan sebagai kontribusi kekuatan geser terhadap stabilitas lereng. Jenis vegetasi yang diteliti yaitu *Melastomamalabathri* Cum , *Lantana*, *Ceanothus Velutinus*, *Caliandra Calothyrsus* dan *Tsuga heterophylla*. Pengujian gaya cabut akar vegetasi dilakukan pada lereng yang ditumbuhi oleh ke lima vegetasi tersebut. Sebuah *tripod* dilengkapi dengan *strain gauge* sebagai instrumen pencatat. Pengujian tersebut dikelompokkan berdasarkan kecil, sedang, besar per tiap jenis vegetasi dengan mengamati lebar, panjang dan diameter akar. Metode pengujian ini dilakukan dalam kondisi jenuh tanah. Hasil gaya cabut akar terhadap jenis vegetasi didapatkan *Caliandra Calothyrsus* menghasilkan gaya cabut akar terbesar (F_{maks}) yaitu 0,789 kN dengan diameter 11, 667 mm. Sedangkan pada jenis vegetasi *Tsuga heterophylla* menghasilkan gaya cabut akar (F_{maks}) yaitu 0,533 kN dengan diameter 15,333 mm. Ini menunjukkan bahwa bentuk morfologi akar mempengaruhi besarnya gaya cabut akar maksimum (F_{maks}). Kontribusi kohesi akibat interaksi akar-tanah kepada kekuatan geser tanah dapat meningkatkan stabilitas lereng.

Kata kunci: diameter akar, kekuatan tarik akar, lereng tandus, vegetasi

I. LATAR BELAKANG

Intensitas hujan yang tinggi pada lereng-lereng tandus bersudut kritis dan ketinggian bukit menyebabkan sering terjadinya tanah longsor dangkal dan erosi. Kabupaten Aceh tengah merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Aceh yang sering mengalami tanah longsor.

Pada tanggal 31 Maret 2014 terjadi longsor yang menyebabkan badan jalan lintas Takengon-Bintang-Blang Kejeren tertutup batuan besar. Dalam kejadian ini juga menyebabkan tiga mahasiswa Unimal meninggal dunia akibat tertimpa batuan dari longsor tersebut. Kondisi inilah mendorong penulis untuk melakukan penelitian di Kabupaten Aceh Tengah. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah kontribusi akar vegetasi dapat meningkatkan kuat geser (*shear strength*) tanah dan seberapa besar kekuatan akar vegetasi dapat meminimalisir terjadinya longsor atau erosi. Tujuan penelitian adalah menentukan nilai

gaya cabut akar maksimum (F_{maks}) berdasarkan beberapa jenis vegetasi yang menghasilkan kohesi tambahan sebagai kontribusi kekuatan geser terhadap stabilitas lereng dan mengidentifikasi kekuatan geser yang dihasilkan dari penelitian. Melalui penelitian ini dapat diperoleh manfaat yaitu akar vegetasi pada lereng dapat mengurangi infiltrasi pada permukaan tanah lereng, pemanfaatan akar vegetasi dapat mendukung penghijauan kembali oleh masyarakat dan teknik perkuatan lereng dengan akar vegetasi ini, relatif lebih murah biayanya (*cost*) dibandingkan dengan teknik perkuatan lainnya seperti Shotcrete dan geosintetik.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Stabilitas Lereng

Suatu permukaan tanah yang miring yang membentuk sudut tertentu terhadap bidang horisontal disebut sebagai lereng (*slope*). Kegagalan pada lereng disebabkan meningkat tegangan geser dan menurun

kuat geser pada bidang longsor secara simultan.

Stabilitas lereng sebelum dan sesudah ada pohon, kekuatan geser yang disumbangkan oleh akar adalah sangat penting seperti yang dikemukakan oleh Stokes, et al, (2008). Ada tiga klasifikasi lereng yang perlu diperhatikan, yaitu:

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

B. Tanah Longsor

Tanah longsor maupun erosi dapat terjadi di lereng curam yang disebabkan oleh penyusupan air hujan pada sudut lebih besar daripada sudut geser tanah efektif (Chirico, dkk, 2013).

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak kebawah atau keluar lereng.

Menurut Highway Research Board 1958 dan 1978, ada enam jenis tanah longsor, yaitu longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan. Di Indonesia jenis longsor yang paling sering terjadi adalah longsor translasi dan longsor rotasi.

1. Longsor Translasi; Bergeraknya massa tanah dari batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.



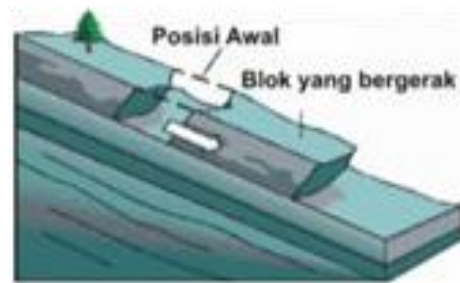
Gambar 1. Longsor translasi

2. Longsor Rotasi; Bergeraknya massa tanah dari batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang cekung.



Gambar 2. Longsor rotasi

3. Pergerakan Blok; perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut juga longsor translasi blok batu.



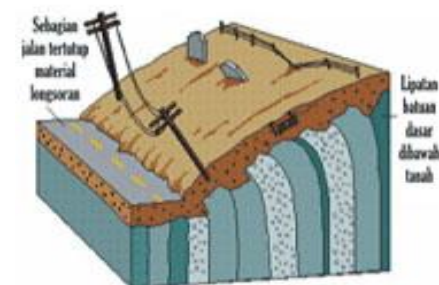
Gambar 3. Pergerakan blok

4. Runtuhan Batu; terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas.



Gambar 4. Runtuhan batu

5. Rayapan Tanah; jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat diduga.



Gambar 5. Rayapan tanah

6. Aliran Bahan Rombakan; ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya.



Gambar 6. Aliran bahan rombakan

C. Peranan Vegetasi Terhadap Stabilitas Tanah

Menurut Sitorus (2006), vegetasi berpengaruh terhadap aliran permukaan, erosi, dan longsor melalui:

1. Intersepsi hujan oleh tajuk vegetasi atau tanaman,
2. Batang mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kanopi mengurangi kekuatan merusak butir hujan,
3. Akar meningkatkan stabilitas struktur tanah dan pergerakan tanah,
4. Transpirasi mengakibatkan kandungan air tanah berkurang.

Keseluruhan hal ini dapat mencegah dan mengurangi terjadinya erosi dan longsor. Vegetasi mempengaruhi pengurangan jumlah air tanah menjadi penyebab pada aktifitas longsor dangkal dan erosi melalui perubahan pola hidrologi. Contohnya, perubahan kadar kelembapan tanah di dalam lereng dapat menyebabkan penyesuaian perubahan pada jenis vegetasi atau bahkan di dalam struktur tanah yang dikemukakan oleh Barij, dkk., (2007).

D. Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani.

Menurut Greenway (1987), akar pohon dapat menaikkan kuat geser tanah dan akar tanaman dapat mengikat partikel – partikel tanah sehingga tidak mudah terbawa erosi. Air hujan yang jatuh pada daun pohon (*canopy*) dan kemudian diteruskan ke permukaan tanah oleh tanaman. Air hujan akan meresap dalam tanah sehingga mengurangi *run off*. Meresapnya air hujan ke dalam tanah akan mengisi lapisan air tanah (*aquifer*) tanah

Keberadaan akar vegetasi sebagai perbaikan tanah melalui penguatan dan nilai kohesi yang diakibatkan akar-tanah, ini biasanya menambah pengaruh stabilitas lereng pada kedalaman dangkal (Van Beek, dkk., 2005). Pengaruh penguatan akar dapat dinyatakan dalam suatu nilai kohesi melalui kriteria kegagalan Mohr-Coulomb di mana gabungan akar-tanah apalagi ditambahkan serat sabut kelapa dapat menghitung kekuatan geser (τ) seperti berikut:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi + \Delta S_{(r)} \quad (1)$$

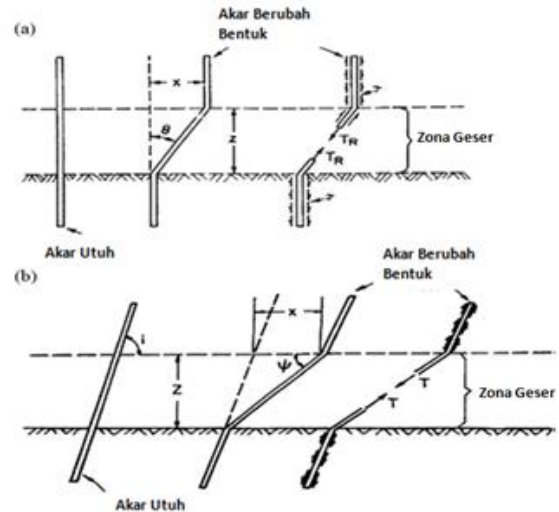
dimana:

- $\Delta S_{(r)}$ = kohesi tambahan dari tarikan akar;
- c = kohesi tanah;
- ϕ = sudut geser dalam tanah; dan
- σ = tegangan normal

Beberapa peneliti mengatakan bahwa kekuatan tarik dapat diukur dengan melakukan pengujian sederhana

tegangan pada akar. Model penguatan pada akar dapat dilihat pada Gambar 7.

Peranan ukuran diameter akar juga penting dan mempengaruhi mekanika pada stabilitas lereng. De Baets, et al, (2008) menyatakan bahwa 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, dimana kegagalan terjadi oleh tarikan keluar akar (Wu, 2012).



Gambar 7. Model penguatan akar: (a) Akar vertikal; (b) Akar miring (Wu, 2012)

Untuk meningkatkan stabilitas lereng, panjang akar mesti mencukupi supaya akar-tanah dapat berinteraksi dan mengcengkeram tanah. Cara akar berinteraksi dengan tanah cukup rumit, tetapi untuk kekuatan di lapangan dapat diukur dengan pengujian tarikan keluar akar (Greenwood, et al, 2004).

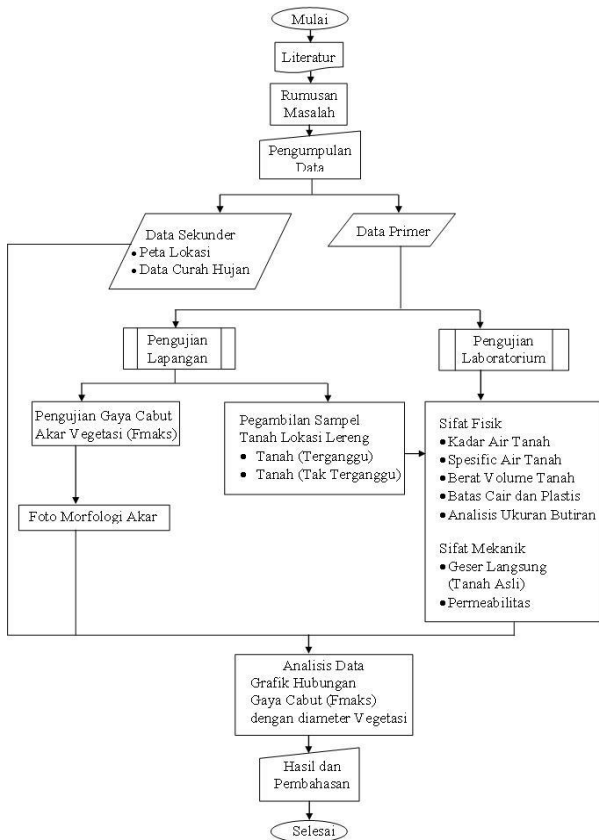
Hasil kajian tentang kekuatan tarik pada akar semak-semak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kekuatan tarik akar dari beberapa jenis semak-Semak (Mafian, dkk., 2009)

Jenis	Kekuatan tarik (Mpa)	Referensi
<i>Castanopsischrysophylla</i>	18	Wu, 2007
<i>Ceanothus velutinus</i>	21	Wu, 2007
<i>Cytisus scoparius</i>	33	Wu, 2007
<i>Melastomamalabathri</i> Cum	30	Normaniza dkk, 2008
<i>Lespedeza bicolour</i>	71	Wu, 2007
<i>Tsuga heterophylla</i>	16	Wu, 2007

III. METODOLOGI PENELITIAN

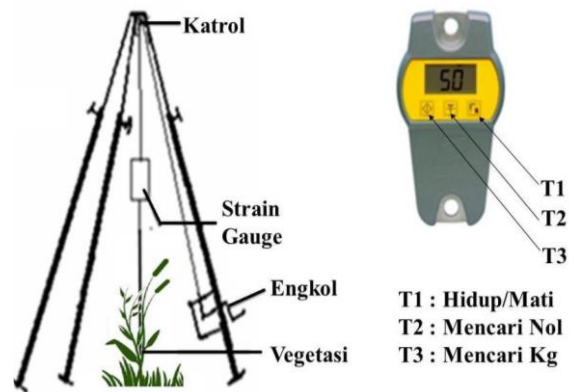
Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir penelitian



Gambar 9. Foto morfologi akar pada jenis vegetasi Tsuga Heterophylla



Gambar 10. Alat berkaki tiga (*tripod*) dengan alat ukur (*strain gauge*)

A. Metoda Pengumpulan Data

Metoda yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu melalui pengamatan langsung penulis di lokasi penelitian (*data primer*) dan data yang diperoleh penulis berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen (*data sekunder*).

Data primer meliputi yaitu pengujian gaya cabut akar vegetasi di lapangan, pengambilan sampel tanah dan pengujian di laboratorium.

1. Pengujian Lapangan

Ada dua kegiatan yang dilakukan dalam penelitian di lapangan yaitu pengujian gaya cabut akar vegetasi dan pengambilan sampel tanah di lokasi lereng.

a. Pengujian Gaya Cabut Akar Vegetasi;

Sebelumnya dilakukan penyiraman terlebih dahulu di sekitar vegetasi, agar tanah menjadi jenuh. Kemudian, alat berkaki tiga (*tripod*) besi dan alat ukur (*strain gauge*) sebagai pencatat tegangan akar diletakkan di titik lokasi jenis vegetasi yang akan dicabut. Gaya cabut untuk satu vegetasi di setiap pengujian tegangan dilakukan dengan mengamati diameter akarnya. Diameter akar vegetasi diukur dengan menggunakan alat caliper. Penelitian ini dilakukan sebanyak 45 sampel. Jenis vegetasi yang diteliti yaitu Melastomamalabathri Cum, Lantana, Ceanothus Velutinus, Caliandra Calothyrsus dan Tsuga heterophylla.

b. Pengambilan sampel tanah;

Hal tersebut dilakukan dengan dua cara, yaitu pengambilan sampel tanah terganggu (*disturbed sample*) untuk pengujian sifat fisis dan pengambilan sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*) untuk pengujian sifat mekanis. Tanah terganggu (*disturbed sample*) yaitu tanah yang sudah tidak alami lagi karena telah terganggu oleh lingkungan luar. Tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*) yaitu, tanah yang masih alami yang tidak terganggu oleh lingkungan luar. Pengambilan tanah dilakukan dengan menggunakan tabung (*tube*) yaitu tabung khusus dari besi yang kedua ujungnya terbuka. Pengambilan sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*) dilakukan sebanyak 18 sampel. Setelah selesai sampel di bawa ke Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Syiah Kuala untuk pengujian geser langsung (*direct shear*)

2. Pengujian di Laboratorium

Data hasil pengujian di Laboratorium meliputi:

- a. Sifat-sifat Fisis, yaitu; kadar air tanah, *specific gravity* (SG), berat volume tanah, batas cair dan plastis, analisa ukuran butiran
- b. Sifat mekanis, yaitu; geser langsung (*direct shear test*) tanah asli dan permeabilitas.

Data sekunder meliputi peta lokasi penelitian dan data curah hujan harian, yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Peta Lokasi

Peta lokasi menunjukkan lokasi tempat penelitian dilakukan.



Gambar 11. Lokasi penelitian, kawasan Bur Retak Kampung Mendale, KM 10 Kecamatan Kebayakan, Kabupaten Aceh Tengah, Propinsi Aceh

2. Data Curah Hujan

Data curah hujan diukur dengan menggunakan alat pengukur curah hujan. Data curah hujan ini di dapatkan dari Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) Wilayah Kabupaten Aceh Tengah.

B. Metoda Pengolahan dan Analisis Data

Analisis data kajian terhadap pengujian gaya cabut akar vegetasi dengan menggunakan program *Microsoft Excel* (2010) yang ditampilkan dalam grafik hubungan cabut akar dengan diameter.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Intensitas Hujan

Salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor pada lereng adalah curah hujan. Hasil dari pengamatan Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) Wilayah Kabupaten Aceh Tengah, intensitas curah hujan bulanan maksimum pada empat tahun terakhir, terjadi pada bulan Oktober 2014 yaitu sebesar 560 mm. Sementara intensitas curah hujan bulanan minimum pada bulan Juli 2014 yaitu sebesar 7 mm.

B. Sifat Fisis Tanah

Pengujian sifat fisis tanah adalah untuk mengklasifikasikan jenis tanah yang digunakan dalam penelitian. Berikut hasil pengujian sampel tanah di laboratorium Mekanik Tanah, Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala.

1. Karakteristik Tanah

Tabel 2. Karakteristik sifat fisis tanah

Parameter	Tandus	Semak
Lokasi lereng		
Kadar air W (%)	10,27	38,12
Specific gravity (SG)	2,66	2,57
Berat volume tanah (gr/cm ³)	1,85	2,15

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 lereng tandus memiliki kadar air sebesar 10,27%. Sementara, untuk lokasi semak dengan kadar air yaitu sebesar 38,12%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah pada lereng tandus memiliki kadar air yang rendah dibandingkan lokasi semak. Hasil pengujian berat jenis (Gs) yang sudah dilakukan pada laboratorium didapatkan nilai berat jenis di lokasi lereng tandus sebesar 2,66 dan lokasi semak sebesar 2,57. Hasil pengujian dan perhitungan diperoleh nilai berat volume tanah rata-rata pada lokasi lereng tandus adalah 1,85 gram/cm³ dan lokasi semak adalah 2,15 gram/cm³.

1. Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO dan USCS

Sistem klasifikasi tanah *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) 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. Nilai batas cair, indeks plastisitas dan analisa butiran, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Batas - batas konsistensi dan analisa butiran

Parameter	Tandus	Semak
Lokasi lereng		
Batas cair LL (%)	32,79	53,31
Batas plastis PL (%)	21,63	31,66
Indeks plastisitas IP (%)	11,16	21,64
Lolos # 200 (%)	34,11	91,24
Lolos # 40 (%)	52,04	93,54
Lolos # 10 (%)	90,91	97,00

Berdasarkan Tabel 3 diatas, maka klasifikasi tanah pada lokasi lereng tandus termasuk kelompok A-2-6, merupakan tanah yang termasuk jenis tanah pasir yang berlanau. Sementara untuk lokasi semak berdasarkan termasuk kelompok A-7-5, merupakan tanah berlempung yang termasuk jenis biasa sampai jelek.

Berdasarkan klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS) klasifikasi tanah pada lokasi lereng tandus dan lokasi lereng semak jenis tanah berbutir halus berdasarkan persentase lolos saringan No.200

lebih besar dari 50%. Berdasarkan hasil plot pada tabel pengklasifikasian USCS, tanah pada lokasi lereng tandus diklasifikasikan dalam jenis SC yang merupakan tanah yang mengandung pasir berlanau, sedangkan tanah pada lokasi lereng semak diklasifikasikan dalam jenis CH yang mengandung lempung anorganik.

Tabel 4. Klasifikasi tanah sistem AASTHO dan USCS

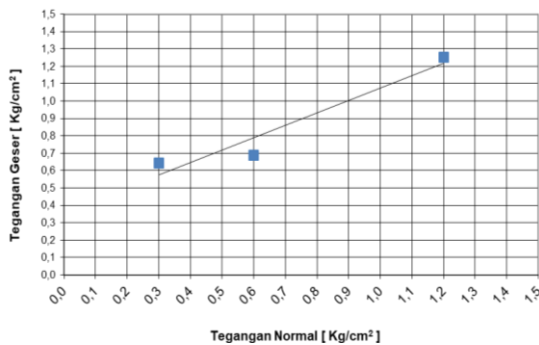
Berdasarkan		AASTHO		USCS	
Lokasi lereng	Simbol	Deskripsi tanah	Simbol	Deskripsi tanah	
Tandus	A-2-6	Pasir yang berlanau	SC	Pasir berlanau	
Semak	A-7-5	Lempung	CH	Lempung anorganik	

C. Sifat Mekanis Tanah

Untuk pengujian sifat mekanis tanah terdiri dari kuat geser tanah yang dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanik Tanah, Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala.

1. Kuat Geser Tanah

Hasil pengujian geser langsung (*direct shear*) pada penelitian ini didapatkan parameter kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) diperoleh dari hubungan nilai tegangan normal dan tegangan geser tanah. Sebelum dan sesudah pengujian geser langsung ini dilakukan pengukuran kadar air awal dan kadar air akhir.



Gambar 12. Grafik jalur keruntuhan atau jalur tegangan

Berdasarkan Gambar 12 diatas menunjukkan bahwa jalur keruntuhan adalah garis grafik yang menghubungkan titik-titik berkedudukan dari keadaan yang dialami oleh sampel tanah pada saat pengujian berlangsung.

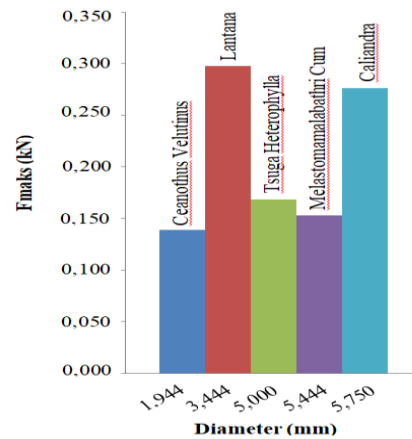
Tabel 5. Rekapitulasi hasil uji *direct shear*

Lokasi lereng	Tandus			Semak		
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Kohesi (C)	0,165	0,185	0,18	0,375	0,38	0,37
Sudut deser dalam	28	36	27	20	18,5	20,5

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai sudut geser dalam (ϕ) rata-rata pada lokasi lereng tandus adalah $30,33^{\circ}$ dan nilai kohesi (c) yaitu sebesar $0,18 \text{ kg/cm}^2$. Sementara untuk lokasi lereng semak nilai sudut geser dalam (ϕ) rata-rata adalah $19,67^{\circ}$ dan nilai kohesi (c) yaitu sebesar $0,375 \text{ kg/cm}^2$.

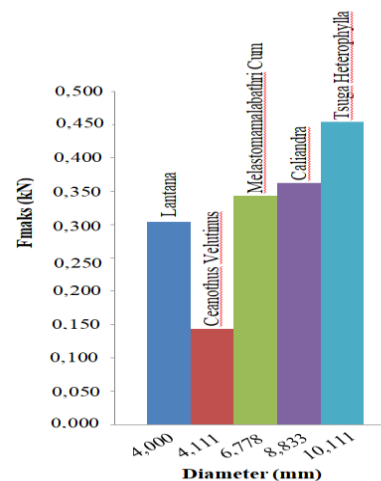
D. Gaya Cabut Akar Vegetasi

Hasil pengujian gaya cabut akar vegetasi dikelompokkan berdasarkan ukuran tiap jenisnya yaitu kecil, sedang dan besar, dengan mengamati diameter akarnya. Berikut hubungan antara gaya cabut (F_{maks}) akar vegetasi dengan diameter akar yang ditunjukkan oleh grafik berdasarkan ukuran kecil, sedang, besar pada tiap jenisnya.



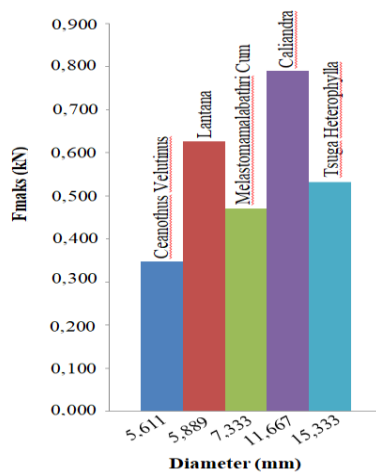
Gambar 13. Grafik hubungan gaya cabut jenis vegetasi kecil dengan diameter

Pada Gambar 13, menunjukkan bahwa untuk ukuran jenis vegetasi kecil, Lantana memiliki nilai gaya cabut (F_{maks}) $0,298 \text{ kN}$ dengan diameter rata-rata akar $3,444 \text{ mm}$ lebih besar dari vegetasi lainnya. Sedangkan dilihat dari grafik, walaupun Caliantra memiliki diameter akar lebih besar yaitu $5,750 \text{ mm}$ dibandingkan Lantana, tetapi hanya mendapatkan nilai F_{maks} sebesar $0,277 \text{ kN}$.



Gambar 14. Grafik hubungan gaya cabut jenis vegetasi sedang dengan diameter

Pada Gambar 14, menunjukkan bahwa untuk ukuran jenis vegetasi sedang, *Tsuga heterophylla* memiliki nilai gaya cabut (F_{maks}) 0,454 kN dengan diameter rata-akar 10,111 mm lebih besar dari vegetasi lainnya.



Gambar 15. Grafik hubungan gaya cabut jenis vegetasi besar dengan diameter

Pada Gambar 15, menunjukkan bahwa untuk ukuran jenis vegetasi besar, *Caliandra* mendapatkan nilai gaya cabut akar maks (F_{maks}) 0,789 kN lebih besar dari vegetasi lainnya. Sama halnya yang diperlihatkan pada Gambar 13, walaupun *Tsuga heterophylla* memiliki diameter akar lebih besar yaitu 15,333 mm dibandingkan *Caliandra*, tetapi hanya mendapatkan nilai F_{maks} sebesar 0,533 kN.

Dari hasil pengelompokkan gaya cabut akar vegetasi berdasarkan ukurannya didapatkan nilai masing-masing gaya cabut maksimum (F_{maks}) dan diameter rata-rata akar yaitu

- Kecil: *Lantana* (F_{maks} ; 0,298 kN, D; 3,444 mm)
- Sedang: *Tsuga heterophylla* (F_{maks} ; 0,454 kN, D; 10,111 mm)
- Besar: *Caliandra* (F_{maks} ; 0,789 kN, D; 11,667 mm)

E. 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 penjuhan tanah oleh air yang meningkatkan massa tanah. Hasil dari pengamatan Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) Wilayah Kabupaten Aceh Tengah, bahwa intensitas hujan kumulatif rata-rata empat tahun terakhir dari Januari 2013 sampai dengan 2016 yaitu sebesar 8072 mm. Intensitas curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada Oktober 2014 yaitu sebesar 560 mm. Hal ini dapat menyebabkan, longsor terutama pada lereng-lereng tandus, karena tidak adanya akar tanaman sebagai infiltrasi dari air hujan.

Berdasarkan hasil pengklasifikasian sistem AASHTO dan USCS, jenis tanah pada lokasi lereng tandus adalah pasir berlanau, sedangkan pada lereng semak, jenis tanah adalah lempung. Dari klasifikasi ini menunjukkan bahwa kadar air pada lereng tandus lebih

kecil dibandingkan dengan kadar air pada lereng semak yang ditumbuhi vegetasi. Dimana dari hasil pengujian, didapatkan kadar air tanah pada lereng tandus adalah 10,27% dan kadar air pada lereng semak sebesar 38,12%.

Dari hasil pengujian geser langsung (*direct shear*), didapatkan nilai sudut geser dalam (ϕ) rata-rata pada lokasi lereng tandus adalah $30,33^\circ$ dan nilai kohesi (c) yaitu sebesar $0,18 \text{ kg/cm}^2$. Sementara untuk lokasi lereng semak nilai sudut geser dalam (ϕ) rata-rata adalah $19,67^\circ$ dan nilai kohesi (c) yaitu sebesar $0,375 \text{ kg/cm}^2$. Ini menunjukkan bahwa pada lereng tandus adalah lereng kritis bersudut lebih dari 30° , yang beresiko terjadinya longsoran.

Fokus kajian dalam penelitian ini adalah hubungan gaya cabut akar vegetasi terhadap diameter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya diameter akar tidak sepenuhnya berpengaruh pada kekuatan gaya cabut akar vegetasi. Ini terlihat dari hasil pengujian, bahwa diameter vegetasi *Caliandra* adalah 11,667 mm lebih kecil dari vegetasi *Tsuga heterophylla* adalah 15,333 mm, tetapi nilai gaya cabut (F_{maks}) *Caliandra* adalah 0,789 lebih besar dari gaya cabut (F_{maks}) *Tsuga heterophylla* yang hanya 0,533 kN. Dengan demikian pengaruh gaya cabut akar tidak hanya pada diameternya, melainkan pada morfologi akar tersebut. Seperti; cabang akar, rambut akar dan ujung akar.

Dalam aplikasinya, vegetasi yang bila tumbuh khususnya pada lereng tandus dalam satu meter luas persegimya, akan memperoleh nilai kekuatan tarik akar yang besar sehingga mengakibatkan kekuatan geser tanah mulai stabil.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian gaya cabut akar vegetasi terhadap stabilitas lereng di Jalan Takengon - Bintang-Blang Kejeren Kec. Kebayakan Kabupaten Aceh tengah, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Jenis vegetasi *Caliandra* memperoleh nilai gaya cabut maksimum (F_{maks}) 0,789 kN lebih besar dari jenis vegetasi lainnya.
- Pengaruh gaya cabut akar tidak hanya pada diameternya, melainkan pada morfologi akar tersebut. Seperti; cabang akar, rambut akar dan ujung akar
- Nilai sudut geser dalam (ϕ) pada lereng tandus adalah $30,33^\circ$ lebih besar dibandingkan pada lereng semak yaitu $19,67^\circ$.

DAFTAR PUSTAKA

- Barij, N, Stokes, A. Bogaard, T. Van Beek, L.P.H. 2007. Does growing on a slope affect tree xylem structure and water relations, *Tree Physiol.* (27): 757-764
- Chirico, G.B. Borga, M. Tarolli, P. Rigon, R. Preti, F. 2013. Role of vegetation on slope stability under transient unsaturated conditions. *Procedia Environmental Sciences.* (19): 932-941

- De Baets, S. Poesen, J., Reubens, B. 2008. Root tensile strength and root distribution of typical mediterranean plant species and their contribution to soil shear strength, *Plant Soil*. (305): 207-226
- Greenwood, J.R., Norris, J.E. Wint, J. 2004. Assessing the contribution of vegetation to slope stability. *J Geotech Eng*. (157): 199-208
- Greenway DR (1987). Vegetation and slope stability. In: Anderson MG, Richards KS (eds) *Slope stability: geotechnical engineering and geomorphology*. Wiley, Chichester, pp.187–230
- Van Beek, L.P. Wint, H. Cammeraat, L.H. Edwards, J.P. 2005. Observarsion and simulation of root reinforcement on abandoned Mediterranean slopes. *Plant soil*. (278): 55-74
- Wu, T.H. 2012. Root reinforcement of soil: review of analytical models, test results and applications to design