

PENGARUH INFILTRASI AIR HUJAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK MATERIAL LERENG DI DAERAH KEBON TALO KEC.LEMBAR KAB. LOMBOK BARAT

Heni Pujiastuti

Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram

Email: pujiastutih@gmail

ABSTRAK

Infiltrasi air hujan dalam tanah mengakibatkan sifat-sifat fisik dan mekanik tanah mengalami perubahan, yang diikuti dengan berkurangnya kekuatan tanah (kuat geser tanah) dan naiknya tegangan geser tanah yang mempengaruhi stabilitas lereng. Penelitian ini merupakan penelitian ekperimental di Laboratorium Geoteknik Fakultas Teknik Universitas Mataram dan Universitas Muhammadiyah Mataram. Sampel tanah diambil di daerah Kebon Talo, Kec. Lembar Kab. Lombok Barat. Pengambilan sampel untuk diteliti ditentukan: material lereng yang tidak mengandung akar dan material lereng yang mengandung akar < 5mm. Melakukan uji pendahuluan berupa uji sifat fisik antara lain : kadar air, berat volume, specific gravity, analisis saringan dan hydrometer, batas atterberg. Melakukan Uji utama yaitu uji geser langsung terhadap: sampel tanah tanpa vegetasi dan sampel tanah dengan vegetasi dengan variasi durasi infiltrasi air hujan 0,5 jam, 1 jam, 1.5 jam dan 2 jam dengan cara sampel tanah direndam tetap setinggi 2 cm selanjutnya melakukan analisa data hasil uji fisik dan mekanik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya akar vegetasi akan meningkatkan tegangan geser atau kekuatan geser tanah. Semakin lama durasi infiltrasi air hujan pada tanah maka semakin turun kekuatan geser tanah Lereng ini mempunyai potensi untuk longsor jika terinfiltrasi air hujan sampai menjenuhkan tanah mengingat lapisan tanah penyusun berupa tanah berasal dari serbuk batuan atau pasir berlanau dan berlempung.

Kata kunci : infiltrasi air hujan, vegetasi, sifat fisik dan mekanik, Kebon Talo Lembar Lombok Barat

PENDAHULUAN

Jalan utama yang menghubungkan Sekotong (daerah pertambangan emas) dengan Lembar dan Gerung Kota Kabupaten Lombok Barat, sebagian besar pada salah satu sisi jalan berupa lereng karena lokasi pada daerah berbukit atau dataran tinggi. Pada beberapa lokasi pada saat penelitian ini berlangsung terjadi kelongsoran yang masih belum lama terjadi. Kasus kelongsoran tersebut hendaknya mendapat perhatian yang serius mengingat lokasi jalan berada diatas perumahan penduduk, sehingga membahayakan bagi permukiman penduduk. Hal ini perlu adanya antisipasi sehingga jangan sampai memunculkan dampak relatif besar yaitu kerugian secara material maupun non material.

Salah satu faktor penyebab kelongsoran lereng adalah infiltrasi air hujan pada lereng, yang disebabkan oleh hujan dengan intensitas yang besar dalam waktu lama. Infiltrasi air hujan mengakibatkan terjadinya sifat-sifat fisik dan mekanik tanah berubah, yang diikuti dengan berkurangnya kekuatan tanah (kuat geser tanah) dan naiknya tegangan geser tanah yang berdampak pada stabilitas lereng. Vegetasi pada lereng mampu memperkecil erosi yang terjadi pada permukaan lereng akibat curah hujan, memperlambat kecepatan aliran air permukaan (*run off*), bermanfaat dalam menjaga

nilai porositas dan permeabilitas tanah sehingga waktu konsentrasi aliran air permukaan menjadi lambat, juga mempunyai kemampuan untuk mengikat tanah, menyerap air dari dalam tanah dan dilepas ke atmosfer melalui proses transpirasi yang dapat menurunkan tegangan air pori, serta menjaga kelangsungan biomas bawah hutan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti besar perubahan sifat-sifat fisik dan mekanik tanah yang berakar vegetasi dibandingkan dengan tanah tanpa akar vegetasi dari kondisi belum jenuh sampai jenuh terinfiltrasi oleh air hujan. Parameter sifat fisik tanah yang ditinjau antara lain : kadar air, berat volume tanah, berat jenis tanah, gradasi butiran tanah, batas cair tanah, batas plastis tanah, derajat kejenuhan tanah, angka pori, koefisien permeabilitas tanah, sedangkan parameter sifat mekanik meliputi : kohesi (c) dan sudut geser dalam tanah (ϕ) merupakan parameter kuat geser tanah.

TINJAUAN PUSTAKA

Kelongsoran Lereng

Peristiwa longsor atau Bergeraknya massa tanah, Bergeraknya massa batuan atau Bergeraknya massa batuan dan tanah. Longsor tersebut dapat terjadi pada lereng alam maupun lereng buatan. Kejadian tersebut merupakan peristiwa di alam dimana proses mendapatkan kesetimbangan sebagai dampak dari gangguan terhadap kesetimbangan sebelumnya. Gangguan tersebut notabene mengakibatkan berkurangnya kuat geser dan bertambahnya tegangan geser tanah (Anonim 2000, dalam Suryolelono, 2004). Penyebabnya adalah pada lereng yang mengalami longsor telah terjadi beberapa perubahan pada sifat fisik dan mekanik, adanya lapisan shale, lapisan pasir lepas dan bahan organik. Disamping itu, iklim dengan curah hujan yang tinggi atau sedang, hujan dalam waktu lama pada awal musim penghujan dan atau pada akhir musim penghujan. Penambahan tegangan geser juga diakibatkan adanya gaya intergranular yang bervariasi akibat meningkatnya kadar air tanah, tegangan air pori meningkat demikian juga tekanan hidrostatik dalam tanah (Suryolelono, 2004).

Menurut Hardiyatmo (2003) permukaan tanah yang miring disebut lereng. Pada permukaan yang miring, tanah digerakkan ke bawah oleh komponen gravitasi. Longsor pada lereng terjadi apabila komponen gravitasi melebihi perlawanan geser yang dihasilkan oleh tanah pada bidang longsor. Penyebab kelongsoran pada lereng karena rendahnya kuat geser tanah untuk mampu menahan tinggi dan kemiringan lereng yang ada akibat adanya beban luar (Djamal dkk., 1999). Sedangkan Hardiyatmo (2000) menyatakan longsor pada lereng terjadi sebagai disebabkan dari beberapa faktor yaitu :

1. Bertambahnya beban pada lereng, beban dapat berupa rumah penduduk, pohon-pohon besar dan lain-lain.
2. Penggalan dengan mempertajam kemiringan lereng atau pemotongan tanah pada kaki lereng.
3. Perubahan posisi muka air secara cepat.
4. Kenaikan tekanan secara lateral oleh air (air yang mengisi retakan selain memperlicin bidang longsor juga akan memicu tanah bergerak secara lateral).
5. Angin yang menimpa pepohonan dan gempa bumi.

Selain itu kelongsoran tanah juga disebabkan akibat dari tanah pembentuk lereng seperti penurunan kekuatan tanah akibat kenaikan kadar air dan tekanan air pori (kenaikan kadar air akan menurunkan kekuatan tanah, terutama tanah kohesif. Tanah mengandung lempung yang mudah mengembang (*expansive soil*) atau degradasi tanah

yang memperbesar pori-pori tanah dan lain-lain. Kesetimbangan lereng tanah dipengaruhi oleh iklim dan perilaku manusia. Tumbuh-tumbuhan umumnya dapat menambah stabilitas lereng, karena pohon-pohon yang tumbuh di lereng dapat menambah stabilitas tanah dengan cengkraman akarnya ke tanah di bawahnya yang lebih keras. Selain itu karena akar menyerap air maka akar cenderung mengurangi kadar air tanah, sehingga memperkuat stabilitas lereng.

Menurut Fernandez dan Saptadi (1998) faktor terjadinya longsorannya umumnya terbagi menjadi dua jenis yaitu gangguan luar dan dalam. Gangguan luar terjadi karena bertambahnya tegangan geser yang bekerja di dalam tanah sehingga melampaui kuat geser tanah dasar (faktor keamanan : $FS < 1,00$), gangguan luar tersebut antara lain getaran (gempa bumi, peledakan, getaran Kereta Api dsb.), pembebanan tambahan (timbunan, bangunan dsb.), hilangnya penahan lateral (erosi, penggalian, dsb.), hilangnya tumbuhan penutup. Gangguan dalam terjadi karena menurunnya kuat geser tanah sehingga lebih kecil dari tegangan geser yang bekerja di dalam tanah dasar, gangguan dalam antara lain naiknya berat massa tanah, naiknya muka air tanah, pelindian bahan perekat, pengembangan tanah ekspansif, surut cepat (*rapid drawdown*), pencairan sendiri (*liquefaction*).

Hal yang sama juga dikatakan oleh Abramson et.al.(1995) bahwa kelongsoran lereng disebabkan oleh proses peningkatan kuat geser maupun pengurangan kuat geser. Faktor yang meningkatkan kuat geser adalah erosi, pergerakan lereng alami, aktifitas manusia misalnya pemotongan bukit, overloading dari konstruksi timbunan maupun bangunan di puncak lereng, gempa bumi, pengembangan tanah, air pada retakan. Sedangkan faktor yang menurunkan kuat geser adalah perubahan yang disebabkan oleh cuaca, pengaruh air pori, perubahan tegangan pada struktur.

Infiltrasi Air Pada Lereng

Air hujan yang berinfiltrasi ke dalam tanah di bagian lereng terbuka (tidak ada vegetasi) menyebabkan kandungan air dalam tanah meningkat, tanah menjadi jenuh sehingga berat volume tanah bertambah dan beban pada lereng semakin berat (Suryolelono, 2004).

Umumnya pada dataran tinggi letak muka air tanah tidak dalam. Pada musim kemarau, tanah pada waktu-waktu tertentu dalam kondisi kering, sedangkan pada musim penghujan tanah menjadi jenuh. Perhitungan stabilitas lereng, biasanya menggunakan parameter tanah jenuh atau mempertimbangkan tegangan air pori positif. *Matric suction* atau gaya hisap tanah dapat terjadi pada kondisi tanah jenuh sebagian dimana mempengaruhi kuat geser tanah (*shear strength*). Pada kondisi tanah jenuh sebagian, ruang pori tanah terisi udara dan air, tegangan netto ($\sigma - u$) dan *matric suction* ($u_a - u_w$) atau (tegangan udara dikurangi tegangan air pori). Pada kondisi jenuh air maka seluruh ruangan ruang pori tanah terisi air, tegangan air pori (u) akan sama dengan tegangan udara pori sehingga *matric suction* diabaikan atau sama dengan nol. Parameter tegangan dalam tanah menjadi tegangan efektif ($\gamma - u$). Hal ini menunjukkan bahwa air hujan yang masuk ke dalam tanah menyebabkan kedua parameter tersebut berubah. Perubahan tersebut berdampak pada nilai tegangan geser dan berat volume tanah, sehingga sifat-sifat tanah berubah.

Peran Vegetasi Pada Pengendalian Longsor Lahan

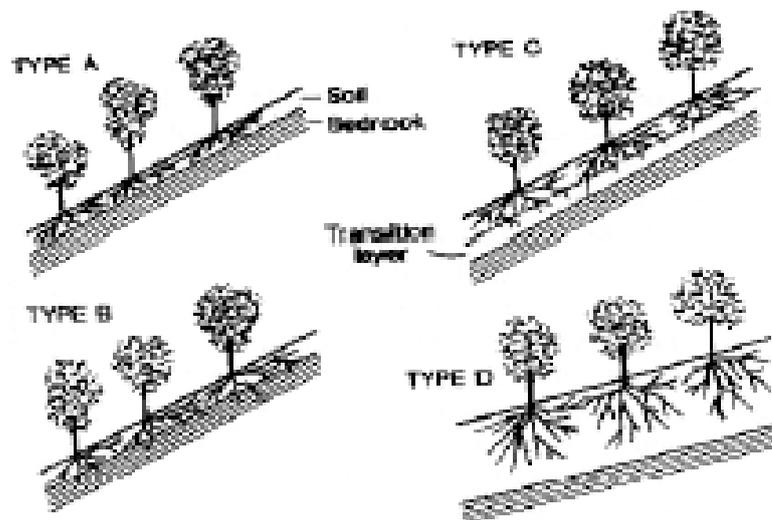
Adanya vegetasi pada lereng akan memperkecil erosi yang terjadi pada permukaan lereng akibat curah hujan, memperlambat kecepatan aliran air permukaan (*run off*), porositas dan permeabilitas tanah tetap terjaga, dengan demikian waktu aliran air permukaan terjadi lebih lama, juga mempunyai kemampuan untuk memadatkan tanah, menghisap air dari tanah dan membuang ke udara bebas melalui proses transpirasi sehingga memperkecil tegangan air pori.

Peran vegetasi pada lereng secara hidrologi mengatur kelangsungan sumber air, meliputi pemusnahan kadar air tanah melalui evapotranspirasi, meningkatkan *suction* atau penurunan tekanan air pori sehingga kuat geser naik. Sedangkan peran vegetasi secara mekanik adanya sistem matriks akar tanaman akan meningkatkan kuat geser dan kuat tarik akar tanaman, sedangkan pengaruh *suction* dan perkuatan akar akan menaikkan kohesi tidak nyata (*apparent cohesion*) pada tanah (Goldsmith, 2009).

Tajuk tanaman akan menangkap air hujan dan menyimpan sebagai air intersepsi. Hal ini akan menurunkan jumlah hujan yang sampai pada permukaan tanah dan waktu yang diperlukan hujan ke permukaan tanah (*time lag*) menjadi lebih lama. Peran vegetasi dalam intersepsi ini dapat membantu menurunkan besar air yang masuk ke dalam tanah dan lebih lambat menjenuhan lengas tanah.

Berdasarkan prosentase matahari yang tertahan oleh tajuk, dapat dibedakan kerapatan tajuk pohon sebagai berikut: kerapatan tajuk ringan jika bernilai <25%, kerapatan tajuk sedang jika bernilai 25%-75%, kerapatan tajuk berat jika bernilai >75%. Tetapi tajuk yang rapat akan menambah beban mekanik tanah oleh air yang tertangkap di tajuk, akan mengurangi stabilitas lereng (Suryatmojo, 2009).

Di Indonesia kaya akan beragam vegetasi yang mempunyai akar yang beragam pula, sehingga pemilihan jenis vegetasi sangat menentukan dalam metode *bio engineering* ini. Pada lereng membutuhkan vegetasi bertipe perakaran yang masuk ke dalam dan berakar serabut. Bentuk yang demikian akan menimbulkan kekuatan cengkeram akar pada tanah dan menambah stabilitas lereng.



Gambar 1. Penetrasi akar pada lapisan tanah

Posisi akar vegetasi pada lereng dibedakan menjadi empat jenis yaitu tipe A, panjang akar sampai lapisan atas tanah (*top soil*) dapat digunakan untuk mencegah erosi permukaan. Tipe B, panjang akar samapai pada tanah asli, cengkeraman akar cukup mampu untuk mencegah erosi permukaan dan longsor dangkal. Tipe C, akar sampai pada dua lapisan tanah sehingga pengaruh cengkeraman akar lebih efektif. Tipe D,

hampir mirip dengan tipe A tetapi beda ketebalan pada top soilnya. Tipe D lebih tebal dibandingkan tipe A, seperti diperlihatkan pada gambar 1 berikut ini (*Greenbelt Consulting, 2008*).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian ekperimental di Laboratorium Geoteknik Fakultas Teknik Universitas Mataram dan Laboratorium Geoteknik Universitas Muhammadiyah Mataram. Langkah-langkah penelitian antara lain :

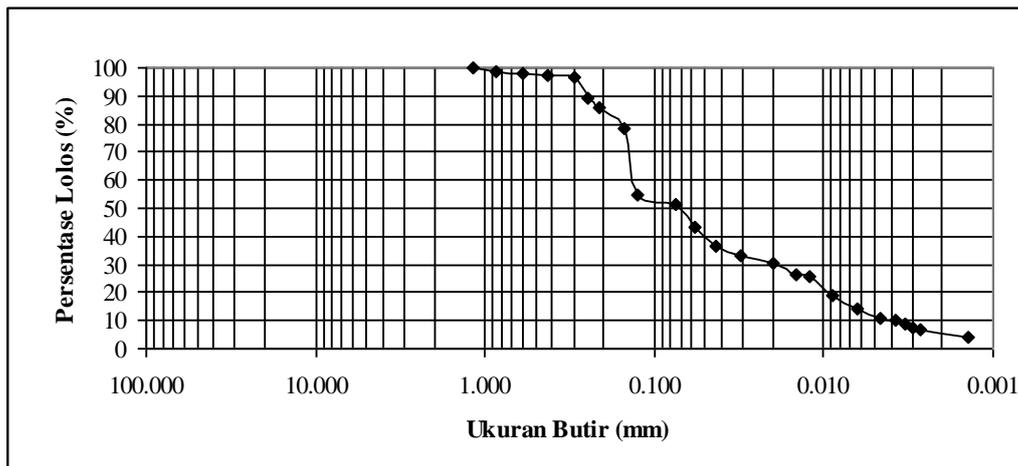
1. Menunjuk lokasi penelitian : Kebon Talo, Kec. Lembar Kab. Lombok Barat
2. Pengambilan sampel untuk diteliti ditentukan :
 - a. material lereng yang tidak mengandung akar
 - b. material lereng yang mengandung akar < 5mm (keterbatasan alat)
3. Melakukan uji pendahuluan berupa uji sifat fisik antara lain : kadar air, berat volume, specific gravity, analisis saringan dan hydrometer, batas cair, batas plastis
4. Melakukan Uji utama yaitu uji geser langsung terhadap:
 - a. Sampel tanah tanpa vegetasi
 - b. Sampel tanah vegetasi dengan variasi durasi infiltrasi air hujan 0,5 jam, 1 jam, 1.5 jam dan 2 jam dengan cara sampel tanah direndam tetap setinggi 2 cm
5. Melakukan analisa data hasil uji fisik dan mekanik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik Material Lereng

Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik material adalah sebagai berikut : Kadar air rata-rata sebesar 7.79%, Berat Jenis (*Spesifik Gravity*) rata-rata sebesar 2.50, Berat Isi Basah rata-rata 1,81 gr/cm³, Berat Isi Kering rata-rata 1.68 gr/cm³, Angka pori (e) 1.49, Porositas (n) 0.6, Derajad Kejenuhan (S) 13.08%, Batas Cair 44.65%, Batas Plastis 31.29%, Indeks Plastisitas 13.36 %. Hasil uji analisa butiran terlihat dalam kurva distribusi ukuran butiran (Gambar 2), kurva tersebut merupakan gabungan dari hasil analisa saringan dan analisa hidrometer.

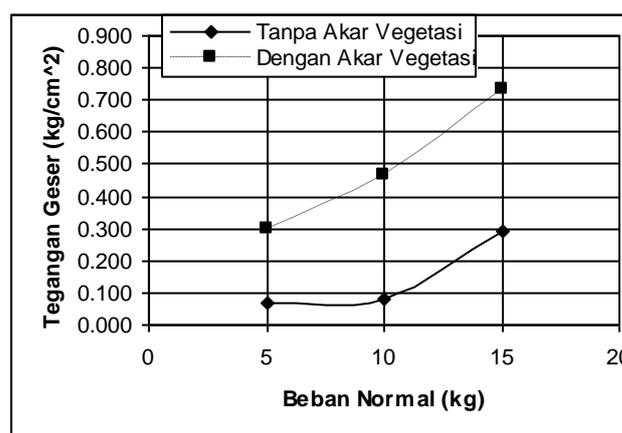
Berdasarkan hasil uji saringan dan hidrometer diperoleh distribusi ukuran butir sebagai berikut : pasir 48.945%, lanau dan lempung 51.055%. Berdasarkan sistem klasifikasi USCS termasuk kelompok ML atau OL sedangkan secara visual cenderung pada golongan ML yaitu merupakan tanah lanau tak organik dan pasir sangat halus serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung.



Gambar 2. Kurva Distribusi Ukuran Butiran

Pengaruh Akar Vegetasi Terhadap Kuat Geser Tanah

Pengaruh akar vegetasi terhadap kekuatan geser tanah ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Hubungan beban normal dan tegangan geser pada tanah tanpa vegetasi maupun dengan vegetasi

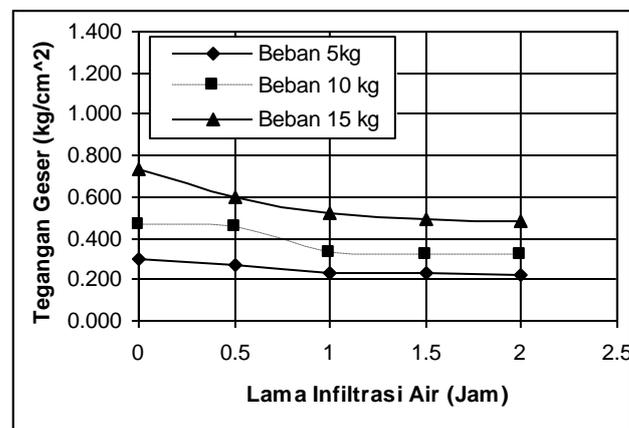
Dari gambar tersebut terlihat bahwa adanya akar vegetasi akan meningkatkan tegangan geser atau kekuatan geser tanah, hal ini disebabkan karena dengan adanya akar vegetasi pada tanah akan menambah kekasaran permukaan geser sehingga sudut geser dalam tanah pun ikut meningkat. Hal ini bisa ditunjukkan dengan kenaikan sudut geser dalam tanah pada tanah non vegetasi sebesar 24 derajat menjadi 30 derajat pada tanah dengan vegetasi. Kenaikan Sudut geser dalam tanah (ϕ) akan meningkatkan kekuatan geser tanah (τ) hal ini sesuai rumus yang diusulkan oleh Coulomb (1776) yang dinyatakan dalam $\tau = c + \sigma g \phi$. Besar peningkatan kekuatan geser tanah tanpa vegetasi terhadap tanah dengan akar vegetasi diperlihatkan seperti diperlihatkan pada Tabel 1. sebagai berikut :

Tabel.1. Peningkatan kuat geser tanah dengan akar vegetasi terhadap tanah tanpa akar vegetasi

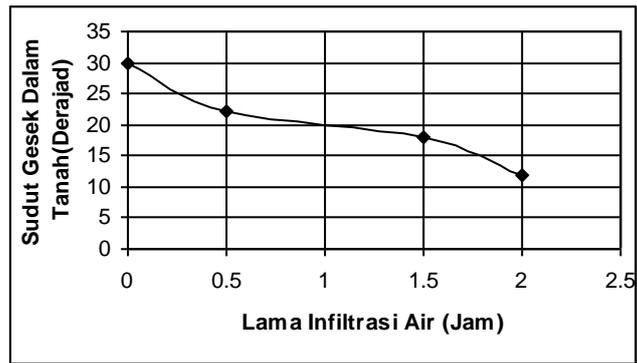
	Beban normal kg	Tegangan geser maks (kg/cm ²)	Peningkatan (%)
1	5	0.069	-
	10	0.083	-
	15	0.290	-
2	5	0.299	431.759
	10	0.468	565.626
	15	0.731	251.910

Pengaruh Durasi Infiltrasi Air Hujan Terhadap Kuat Geser Tanah

Pengaruh lama infiltrasi air hujan terhadap kuat geser tanah ditunjukkan pada Gambar 4. Dari gambar tersebut diperlihatkan bahwa semakin lama infiltrasi air hujan pada tanah maka semakin turun kekuatan geser tanah, hal ini disebabkan karena infiltrasi air menyebabkan kandungan air pada tanah meningkat atau tegangan pori tanah meningkat sehingga bidang geser akan menjadi basah, sehingga menurunkan kekasaran pada bidang geser (menjadi licin, dalam hal ini air sebagai pelumas) sehingga menurunkan sudut geser dalam tanah. Penurunan sudut geser dalam tanah ditunjukkan pada Gambar 5. Penurunan Sudut geser dalam tanah (ϕ) akan menurunkan kekuatan geser tanah (τ) hal ini sesuai rumus yang diusulkan oleh Coulomb (1776) yang dinyatakan dalam $\tau = c + \sigma g \phi$.



Gambar 4. Hubungan antara tegangan geser tanah dan lama infiltrasi air hujan



Gambar 5. Hubungan antara sudut gesek dalam tanah dan lama infiltrasi air hujan

Penurunan kekuatan geser tanah vegetasi yang terinfiltrasi air hujan dengan durasi 0,5 jam; 1 jam, 1,5 jam, dan 2 jam terhadap tanah akar vegetasi tanpa infiltrasi diperlihatkan pada tabel .3.

Tabel 3. Penurunan kuat geser tanah dengan akar vegetasi terhadap tanah tanpa akar vegetasi

No	Durasi infiltrasi Air hujan (jam)	Beban normal (Kg)	Tegangan geser maks (kg/cm ²)	Penurunan Tegangan geser (%)
1	0	5	0.299	-
		10	0.468	-
		15	0.731	-
2	0.5	5	0.275	8.111
		10	0.454	3.008
		15	0.603	17.413
3	1	5	0.230	23.039
		10	0.332	28.921
		15	0.525	28.151
4	1.5	5	0.227	23.940
		10	0.323	30.905
		15	0.493	32.478
5	2	5	0.219	26.703
		10	0.315	32.555
		15	0.486	33.489

KESIMPULAN DAN SARAN

kesimpulan

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari uji sifat fisik dapat dinyatakan tanah termasuk golongan ML (Unified) dan tanah berlempung sebagai tanah dasar secara umum mempunyai rentang sedang hingga buruk, merupakan tanah porus karena volume pori 60% dari total volume tanah.
2. Adanya akar vegetasi akan meningkatkan tegangan geser atau kekuatan geser tanah dengan peningkataran sebesar 151.910% pada beban 15 kg
3. Semakin lama durasi infiltrasi air hujan pada tanah maka semakin turun kekuatan geser tanah dengan penurunan pada beban 15 kg adalah 17.413% untuk durasi 0,5 jam ; 28.151% untuk durasi 1 jam; 32.478% untuk durasi 1,5 jam dan 33.489% untuk durasi 2 jam.
4. Lereng ini mempunyai potensi untuk longsor jika terinfiltrasi air hujan sampai menjenuhkan tanah mengingat lapisan tanah penyusun berupa tanah berasal dari serbuk batuan atau pasir berlanau dan berlempung.

Saran

Saran yang dapat diberikan antara lain :

1. Perlu modifikasi alat uji kuat geser sehingga akar dengan diameter yang lebih besar dari 5mm dapat diteliti.
2. Perlu diteliti lebih jauh pengaruh jenis vegetasi terhadap kuat geser tanah

DAFTAR PUSTAKA

- Abramson, L.W, Lee, T.S. Sharma, S., dan Boyce, G.M.,1995,*Slope Stabilization and Stabilization Methode*, John Wiley & Sons, Inc.,Canada.
- Djamal, H., Sukatja B., dan Sarjono, 1999, "Penelitian Penanggulangan Longsoran Tebing Dengan Sistem Geosintetik Diangkur", Prosiding Seminar Nasional Geoteknik'99 Hal. 92-96, Yogyakarta.
- Fernandez, G.J.W. dan Saptadi, B., 1998, Analisa Kemantapan Lereng dan Permasalahannya, Studi Kasus Longsoran Jalan yang mungkin Terjadi di Pulau Lombok, Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2003, Mekanika Tanah II, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2000, Langkah Awal Mencegah Bahaya Tanah Longsor, Harian Kedaulatan Rakyat, Tgl. 8 Desember, Hal.8, Yogyakarta.
- Greenbelt Consulting, 2008, *Trees, Soils, Geologi, and Slope Stability*, www.greenbeltconsulting.com
- Goldsmith, W., 2009, *Soil Strength Reinforcement By Plant*, www.google.com
- Suryatmojo, H., 2009, Strategi Pemilihan Vegetasi Untuk Pencegahan Bahaya Longsor Lahan, www.google.com

Suryolelono, K.B., 2004, Pidato pen gukuhan Jabatan guru Besar Pada Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.