

KONTRIBUSI AKAR TANAMAN RUMPUT DAN BAMBU TERHADAP PENINGKATAN KUAT GESER TANAH PADA LERENGAN

Daniel Hartanto

Universitas Katolik Soegijapranata - Semarang

Email: daniel@unika.ac.id; daniel_daniel105@yahoo.com

ABSTRAK

Pencegahan erosi permukaan oleh air hujan dapat menggunakan metode alami. Metode ini memanfaatkan akar tanaman rumput sebagai perkuatan tanah. Akar rumput yang berjenis serabut, dapat membentuk jaring – jaring alami yang berfungsi memperkuat tanah sehingga tidak mudah terbawa oleh aliran air permukaan (*runoff*). Peristiwa ini terjadi saat hujan turun, lereng yang tidak ditumbuhi vegetasi lapisan tanah paling atas sangat rawan terbawa oleh aliran air permukaan. Sedangkan lereng yang tertutupi *vegetasi* antara lain : rumput dan bambu menjadikan lapisan tanah paling atas (*top soil*) terlindungi. Hasil direct shear test tanah mengalami peningkatan kuat gesernya berkisar : 17 – 53%, sedangkan *kohesi* mengalami peningkatan yaitu sebesar 10% - 56%.

Kata kunci : *Kohesi, direct shear test, runoff, vegetasi, bioengineering*

Latar Belakang

Semarang terbagi menjadi 2 (dua) bagian utama yaitu Semarang Atas dan Semarang Bawah. Semarang Bawah meliputi 2 (dua) kecamatan yaitu: Kecamatan Semarang Timur, Barat dan Utara sedangkan Semarang Atas terdiri dari 1 (satu) kecamatan yaitu Kecamatan Semarang Selatan.

Semarang atas merupakan area perbukitan yang sering tiap Tahun terjadi bencana tanah longsor, erosi ataupun kasus – kasus pergerakan tanah. Kondisi inilah mendorong penulis untuk melakukan penelitian di daerah Semarang Selatan. Kondisi – kondisi lereng alam yang masih banyak dijumpai sehingga menjadi obyek penelitian yang menarik.

Tujuan Penelitian

- Mengetahui kontribusi akar terhadap peningkatan kuat geser (*shear strength*) tanah.
- Mengetahui sejauh mana akar rumput dapat meminimalkan erosi permukaan.

Hipotesis

Tanah yang mengandung akar tanaman rumput dan bambu, mengakibatkan kuat geser (*shear strength*) tanah akan meningkat.

Alasan pemilihan tanaman rumput dan Bambu

- Tumbuhan rumput dan bambu merupakan vegetasi yang mudah tumbuh disegala kondisi tanah.
- Akar tanaman rumput dan bambu berjenis serabut yang merupakan ayaman atau jaring - jaring alami.

Objek Penelitian

Daerah perbukitan di Wilayah Semarang Selatan. Pemilihan lokasi ini berdasarkan pada kondisi erosi permukaan yang sering terjadi di lerengan atau bukit Wilayah Semarang Selatan.

Kecamatan yang dipilih sebagai objek penelitian adalah :

- Kecamatan Gunungpati
- Kecamatan Mijen
- Kecamatan Tembalang

Luaran yang diharapkan

- i) Grafik hubungan antara tegangan geser vs tegangan normal untuk tanah mengandung akar dan dibandingkan dengan tanah asli.
- ii) Grafik hubungan antara sudut geser tanah yang berakar vs sudut geser tanah tanpa akar
- iii) Grafik hubungan kohesi tanah berakar vs kohesi tanah tanpa akar

Erosi

Erosi merupakan suatu proses hilangnya lapisan tanah, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin. Di daerah beriklim tropika basah, seperti sebagian besar daerah di Indonesia, air hujan merupakan penyebab utama terjadinya erosi sehingga disini pembahasannya dibatasi erosi tanah yang disebabkan oleh air. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut yang kemudian diendapkan pada satu tempat lain. Pengangkutan atau pemindahan tanah tersebut terjadi oleh media alami yaitu antara lain air atau angin. Erosi oleh angin disebabkan oleh kekuatan angin, sedangkan erosi oleh air ditimbulkan oleh kekuatan air.

Kekuatan perusak air yang mengalir diatas permukaan tanah akan semakin besar dengan semakin panjangnya lereng permukaan tanah. Tumbuh-tumbuhan yang hidup diatas permukaan tanah dapat memperbaiki kemampuan tanah menyerap air dan memperkecil kekuatan butir-butir perusak hujan yang jatuh, serta daya dispersi dan angkutan aliran air diatas permukaan tanah. Perlakuan atau tindakan-tindakan yang diberikan manusia terhadap tanah dan tumbuh-tumbuhan diatasnya akan menentukan kualitas lahan tersebut.

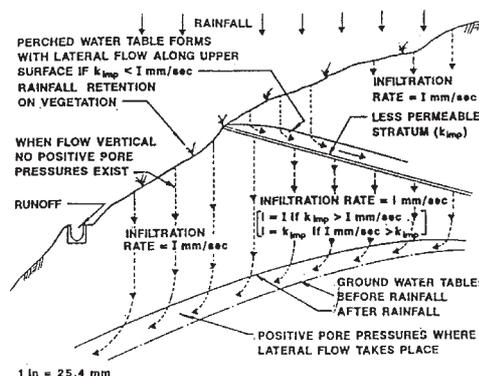
Faktor – Faktor menyebabkan erosi permukaan

Faktor Alam yang memegang peranan terjadinya erosi permukaan adalah air hujan. Parameter utama yang membuat hujan menjadi sangat berpengaruh pada kestabilan lereng adalah intensitas dan durasi hujan.

Intensitas hujan yang tinggi dan durasi yang relatif lama dapat menyebabkan *runoff*. *Runoff* adalah bagian air hujan yang mengalir dari *catchment area* menuju sungai, danau atau laut. *Runoff* terdiri dari *surface runoff* dan *ground water runoff*.

Hujan, kaitannya dengan pergerakan tanah berhubungan dengan kondisi permukaan tanah. Misalnya, hujan yang lebat menimbulkan *surface runoff* yang besar pula, dapat memicu terjadinya longsor pada lapisan tanah lepas.

Ground water runoff, kaitannya dengan hujan adalah adanya peningkatan tinggi permukaan air tanah sebagai akibat dari infiltrasi oleh air hujan.



Gambar 1. Model Pola Air Tanah (Abramson, 1996)

Hal ini menyebabkan terbentuknya *positive pore pressures*, sehingga tegangan geser tanah menjadi berkurang, dan kekuatan lereng juga berkurang. Tanaman berpengaruh terhadap stabilitas lereng, baik untuk mengatasi erosi permukaan maupun pergerakan massa tanah. Jenis rumput dan *herbal* (jenis tanaman obat keluarga) lebih efektif dalam mengatasi

permasalahan erosi permukaan melalui proses – proses: *interception* (daun tanaman menyerap energi hampasan air hujan, melindungi tanah dari *splash erosion*), *restraint* (sistem akar mengikat dan menahan partikel tanah sehingga tidak terangkut bersama aliran air permukaan), *retardation* (bagian batang dan daun meningkatkan kekasaran permukaan permukaan tanah sehingga memperlambat kecepatan aliran permukaan) dan *infiltration* (tanaman dan sisa tanaman membantu mempertahankan porositas dan permeabilitas tanah dengan demikian memperlambat waktu konsentrasi aliran air permukaan) (Gray, 1994). Akar merupakan bagian terpenting karena berkemampuan mengikat tanah dan cocok untuk sistem konstruksi penahan lereng disamping akar dapat menyerap air dari dalam tanah dan dilepas ke atmosfer melalui proses transpirasi yang dapat menurunkan tegangan air pori (Gray, 1994).

Perlawanan geser tanah akan menurun akibat terjadi akumulasi air dalam tanah sehingga menyebabkan ketidakstabilan suatu lereng yang dapat dijelaskan berdasarkan Teori Mohr Coulomb

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

τ = Tegangan geser tanah (kN/m²).

c = Kohesi tanah (kN/m).

σ = Tegangan normal (kN/m²).

ϕ = Sudut geser internal tanah.

Erosi Menurut Penyebabnya

Atas dasar intensitas campur tangan manusia, erosi dibedakan menjadi dua antara lain :

1. Erosi alami atau erosi geologi (*geological erosion*)
2. Erosi dipercepat (*accelarated erosion*)
3. alami atau erosi geologi (*geological erosion*)

Erosi dibagi menjadi:

1. Erosi Air
2. Erosi Angin (*Deflasi*)
3. Erosi Es (*Gletser*)

Erosi Menurut Kenampakan Lahan

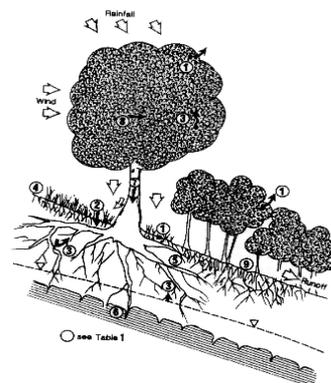
Erosi juga dapat dibedakan akibat kenampakan lahan akibat erosi itu sendiri, atas dasar itu erosi dibedakan menjadi:

1. Erosi Percikan (*Splash Erosion*)
2. Erosi Lembar (*Sheet Erosion*)
3. Erosi Alur (*Rill Erosion*)
4. Erosi Parit (*Gully Erosion*)
5. Erosi Tanah Longsor (*Land Slide Erosion*)
6. Erosi Pinggir Sungai (*Stream Bank Erosion*)

Interaksi antara lereng dan vegetasi

Menurut greenway(1987), akar tanaman dapat menaikkan kuat geser tanah dan akar tanaman dapat mengikat partikel – partikel tanah sehingga tidak mudah dibawa erosi.

Hujan yang ditangkap oleh pohon (daun/*canopy*) dan kemudian air hujan diteruskan ke permukaan tanah oleh tanaman perdu. Air hujan akan meresap dalam tanah sehingga mengurangi *runoff*. Meresapnya air hujan ke dalam tanah akan mengisi lapisan air tanah (*aquifer*) tanah.



Gambar 2. Interaksi Antara Lereng Dengan Vegetasi (Greenway, 1987)

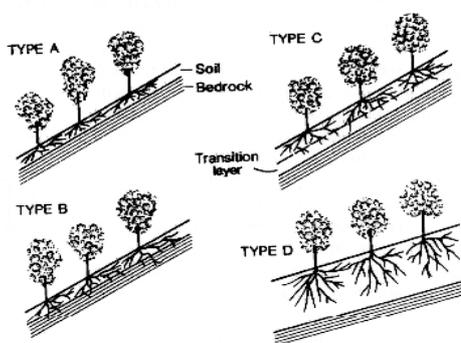
Posisi akar tanaman di lereng

Menurut Sotir (1984), posisi penetrasi akar di bagi menjadi 4 (empat) bagian sebagai berikut:

- n Tipe A, akar tanaman hanya mencapai lapisan top soil tanah, sehingga dapat untuk menanggulangi erosi permukaan
- n Tipe B, akar tanaman sudah mencapai tanah asli sehingga penjangkaran akar cukup kuat untuk mencegah erosi permukaan dan longsor dangkal.
- n Tipe C, akar tanaman menembus dua lapisan tanah, sehingga efek pengankuran akar lebih efektif.
- n Tipe D, hampir mirip dengan tipe A tapi beda ketebalan dari top soilnya. Tipe D lebih tebal daripada tipe A

Tipe – tipe tersebut sangat tergantung dari jenis tanaman, jenis akar, jenis lapis – lapisan tanah.

Untuk lebih jelasnya lihat gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 3. Penetrasi Akar Pada Lapisan Tanah (Sotir et al, 1984)

Tanaman Rumput

Tanaman rumput mempunyai beberapa bagian pada struktur anatominya, bagian – bagian tersebut adalah sebagai berikut :

- i) *Culm* (batang), bagian batang tempat tumbuh daun dan rangkum bunga, bentuk umumnya silindris.

- ii) *Nodes* (buku), bagian ini yang membentuk bagian – bagian dari batang.

- iii) *Internodes* (ruas), bagian *culm* yang terletak antara dua buah nodes.

- iv) *Sheath* (pelepeh daun), bagian pangkal daun yang berupa tabung membungkus batang.

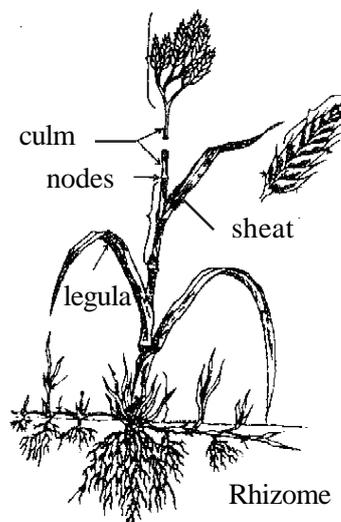
- v) *Legula* (lidah daun), perbatasan antara pelepeh daun, helai daun yang berbentuk selaput tipis dan berwarna keputih – putihan.

- vi) *Rhizome*, modifikasi batang dibawah tanah yang berwarna putih atau pucat berbentuk silindris yang dibungkus sisik – sisik sebagai modifikasi daun yang menyebar kesamping. Bagian ujungnya muncul terbesar ditanah untuk pertumbuhan baru.

Daun Rumput

Daun rumput umumnya terdiri dari :

- a) pelepeh daun (*Sheat*) adalah bagian dari daun yang membungkus batang sepanjang atau lebih panjang dari satu ruas, fungsinya melindungi mata tunas dan nodele, dimana ada titik tumbuh. Bentuk umumnya silindris, da pula yng berbentuk agak gepeng sesuai dengan bentuk batangnya,
- b) lidah daun (*Legula*),
- c) helai daun (*Blade*).



Gambar 4 : Bagian – Bagian Dari Tanaman Rumput (Sumber : Dirjen Peternakan, 1982)

Penanaman Rumput

- a) Rumput ditanam didalam jalur/strip,
Penanaman dilakukan menurut garis kontur dengan letak penanaman dibuat selang-seling agar rumput dapat tumbuh baik, usahakan penanamannya pada awal musim hujan. Selain itu tempat jalur rumput sebaiknya ditengah antara barisan tanaman pokok.
- b) Rumput ditanam pada galengan, Penanamannya diusahakan berselang-seling pada musim penghujan. Jarak tanam diusahakan serapat mungkin agar guludan/galengan lebih kuat.
- c) Rumput ditanam pada Talud 1 Tampingan, Sebagaimana diketahui bangunan teras terdiri dari bidang-bidang olah, talud guludan/galengan dan saluran air. Pada bagian talud usahakan penanamannya dibuat selang-seling dan dibenamkan agak dalam sehingga benar-benar berfungsi menahan erosi.
- d) Rumput ditanam pada Saluran Pembuangan Air, Karena pada saluran air juga dapat terjadi erosi oleh arus aliran air pada dasar saluran, untuk itu perlu juga ditanam rumput (makanan ternak). Rumput makanan ternak yang baik sebagai penguat saluran pembuangan air, yaitu : *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* dan *Paspalumnotatum*. Penanamannya dibuat selang-seling mengikuti panjang saluran pembuangan air. Semakin rapat jarak tanam semakin baik.

Penanaman rumput pada permukaan bahu jalan dan lereng hasil timbunan yang telah dipadatkan, dilakukan untuk :

- a. Melindungi lereng/tebing yang telah diratakan kemiringannya,
- b. Menutup bahu jalan sudah diratakan dan memenuhi syarat kemiringannya.

Cara Penanaman Rumput

- a. Penanaman dengan bentuk lempengan-lempengan rumput.



Gambar 5a : lempengan rumput
(Sumber : Dirjen Peternakan ,1982)

- b. Penanaman rumput satu-persatu, biasanya rumput yang ditanam jenis pendek & berdaun lebar seperti rumput gajah.



Gambar 5b: bibit rumput
(Sumber : Dirjen Peternakan ,1982)

Aturlah penanaman rumput dengan rapi, dengan tujuan akar rumput tersebut dapat membentuk suatu jaring mengingat pergerakan akar yang menyebar sehingga permukaan tanah tidak mudah tererosi. Akar rumput sendiri dapat tumbuh 10 – 30 cm dari permukaan tanah.

Tanaman Bambu

Bambu termasuk jenis tanaman serbaguna atau MPTS (Multi Purpose Trees Species), karena hampir seluruh bagian dari tanaman bambu dapat dimanfaatkan. Bambu mempunyai nilai ekologi yaitu sebagai tanaman hias, tirai peredam suara, pengikat karbondioksida dan dapat mencegah erosi apabila ditanam di tepi jurang, lereng, dan sungai.

Bambu tumbuh seperti umumnya pohon yang berkayu. Bedanya batang berbentuk buluh berongga, mempunyai batang bercabang-

cabang, daun buluh menonjol. Bambu termasuk suku Graminae, dan berasal dari suku Bambusae dengan subfamily Bambusoideae. Sebagian besar tanaman bambu mempunyai bentuk anatomi yang sama, misal: bentuk daun yang pipih/meruncing, batang berongga, dan akar serabut.

Species Bambu

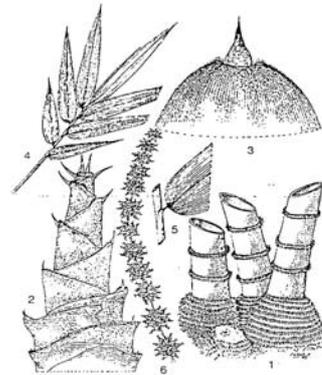


Gambar 6a :
Bambu Kuning (*Bambusa Vulgaris*)

(1) tunas muda (2)pelepah daun (3)daun
(4)pelepah daun bunga (5)batang bunga
Sumber: Prosea, Plant Resources of South-East
Asia No.7-Bamboo

Bambu tumbuh di daerah tropis, sub tropis dan daerah beriklim sedang diseluruh benua kecuali Eropa dan Asia Barat, dan daratan rendah sampai ketinggian 4000 m diatas permukaan laut. Terutama tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian sedang di daerah tropis, hidup liar, dibudidayakan atau tumbuh di habitat yang sangat bervariasi. Tercatat ada sekitar 1000 spesies dari bambu, dan 200 diantaranya ditemukan di Asia Tenggara. Kebanyakan dari spesies bambu berasal dari daerah yang curah hujannya cukup tinggi atau daerah basah (monsoon) di Asia Tenggara. Bambu dapat tumbuh pada tanah asosiasi latosol coklat dengan regosol kelabu dan andosol coklat

kekuningan, serta dapat tumbuh pada tanah ringan sampai berat, kering, lembab, juga tanah yang subur maupun kurang subur. Faktor iklim yang mempengaruhi pertumbuhan bambu adalah curah hujan, kelembaban udara dan suhu udara. Suhu yang cocok 8°C - 38° C, curah hujan tahunan minimal 1.020 mm dan kelembaban udara 80%. Meskipun bambu pada umumnya tegak, pada kenyataan bervariasi bawaannya. Perbedaan dapat terjadi pada pembentukan rumpun, sifat percabangan dan kemampuan memanjat. Di Asia Tenggara, khususnya di pulau Jawa jenis-jenis bambu yang biasanya ditemui adalah sebagai berikut:



Gambar 6b:
Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*)
(1)dasar bambu (2)tunas muda (3)pelepah daun
(4)daun (5)kelopak daun (6)bunga
Sumber: Prosea, Plant Resources of South-East
Asia No.7-Bamboo



Gambar 6c :
Bambu Apus (*Gigantochloa Apus*)
(1)habitat (2)tunas muda (3)pelepah daun (4)daun
(5)kelopak daun (6)bunga
Sumber: Prosea, Plant Resources of South-East
Asia No.7-Bamboo



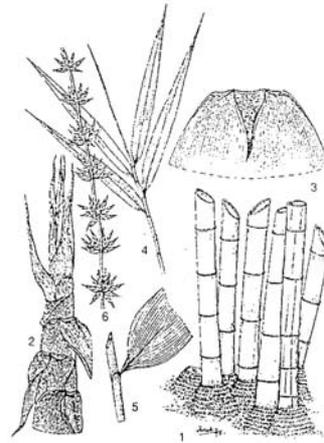
Gambar 6d :

Bambu Hitam (*Gigantochloa Atrovioacea*)

(1)habitat (2)pelepah daun (3)daun

(4)kelopak daun (5)bunga

Sumber: Prosea, Plant Resources of South-East Asia No.7-Bamboo



Gambar 6g :

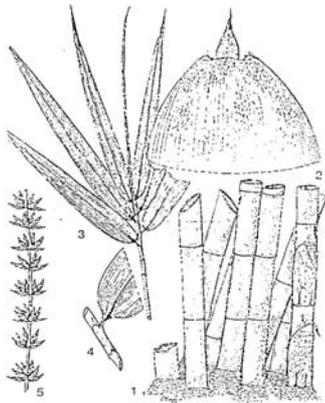
Bambu Ater (*Gigantochloa Atter*),

Pring Legi (Javanese)

(1)habitat (2)tunas muda (3)pelepah daun (4)daun

(5)kelopak daun (6)bunga

Sumber: Prosea, Plant Resources of South-East Asia No.7-Bamboo



Gambar 6e :

Bambu Hitam (*Gigantochloa Atrovioacea*)

(1)habitat (2)pelepah daun (3)daun

(4)kelopak daun (5)bunga

Sumber: Prosea, Plant Resources of South-East Asia No.7-Bamboo



Gambar 7a : Stek Batang

Sumber: Pengembangan Budidaya Bambu, Dep. Kehutanan 1996



Gambar 6f :

Bambu Gombong (*Gigantochloa Pseudoarundinacea*), Pring Surat (Javanese)

(1)habitat (2)tunas muda (3)pelepah daun

(4)kelopak daun (5)bunga

Sumber: Prosea, Plant Resources of south-East Asia No.7-Bamboo



Gambar 7b : Rimpang

Sumber: Pengembangan Budidaya Bambu, Dep. Kehutanan 1996

Perkembangbiakan Bambu

Bambu dapat dikembangbiakan melalui stek batang, stek cabang, dan rimpang. Perkembangbiakan dengan kultur jaringan masih taraf

percobaan. Cara perkembangbiakan sebagai berikut:

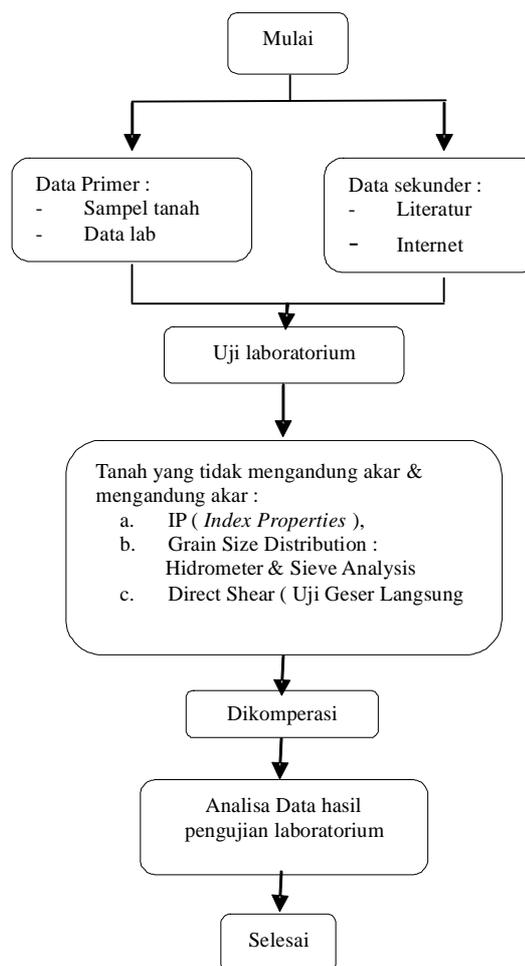
- a. Stek batang; pilih buluh bambu yang telah berumur 2-3 tahun tergantung jenisnya, kemudian dipotong-potong minimum mengandung 1 (satu) ruas dan ada tunasnya. pada gambar 6a
- b. Rimpang; umum dilakukan untuk perbanyak bibit. Rimpang diambil dari bambu yang umurnya minimum 2 tahun. Potong rimpang yang mengandung 2-3 buku dan ada mata ruasnya. pada gambar 6b

Penanaman Bambu

Penanaman dapat dilakukan dengan system cemplongan yaitu dengan membuat lubang tanaman dalam larikan atau dengan sistem jalur, yaitu dengan membersihkan dan mengolah lapangan berbentuk jalur. Cara jalur ini dilakukan pada lapangan yang ditumbuhi semak belukar atau alang-alang.

Persiapan penanaman mula-mula pengukuran lapangan untuk menetapkan luas lokasi, jumlah bibit, biaya dan tenaga kerja yang diperlukan. Arah larikan dipersiapkan mengikuti arah kontur. Jarak tanam disesuaikan dengan jenis bambu dan pola tanam, monokultur atau campuran. Pembuatan lubang penanaman 40 x 40 cm, 50 x 50 cm sampai 100 x 100 cm dengan kedalaman 40-50 cm. Penanaman dilakukan pada musim hujan. Cara penanaman bibit stek batang, bibit diletakkan horizontal, atau miring 45 derajat dan bagian tunasnya menghadap ke arah atas. Bila bibit yang tunasnya sudah tumbuh, ditanam tegak.

Diagram Alir Penelitian



Pembahasan

Percobaan yang penulis pakai dalam penelitian ini adalah uji geser langsung (*direct shear*). Percobaan kuat geser dapat dibagi dalam tiga macam, yaitu *Undrained Test*, *Consolidated Undrained Test*, dan *Drained Test*. Percobaan kuat geser yang penulis lakukan adalah *Drained Test*, dimana dalam percobaan ini contoh tanah diberikan tegangan normal dan air diperbolehkan mengalir sampai konsolidasi selesai. Kemudian tegangan geser diberikan dengan jalan air tetap terbuka, yaitu penggeseran dilakukan secara “*drained*” (secara terbuka). Untuk menjaga tegangan air pori tetap nol, maka kecepatan percobaan harus perlahan – lahan.

Dalam penelitian ini penulis mengambil 3 subyek tempat yang berbeda dan mempunyai kemiringan lereng $> 30^\circ$ antara lain Kecamatan Mijen, Kecamatan Gunungpati, dan Kecamatan Tembalang.

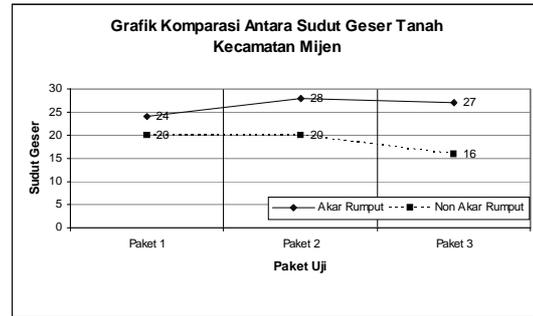
Penelitian ini menggunakan 2 sampel tanah yang berbeda dengan kedalaman yang berbeda. Untuk sampel 1, tanah diambil pada lapisan atas (top soil) $\pm 0,075$ m dari permukaan tanah dengan tujuan dalam sampel tanah tersebut terdapat akar tanaman rumput. Sampel 2 diambil dengan kedalaman $- 0,3$ m dari permukaan tanah, dengan kedalaman ini diharapkan mendapatkan jenis tanah yang tidak mengandung akar rumput dimana dalam sampel ini sudah tidak terdapat akar tanaman rumput. Kemudian kedua sampel ini diuji untuk nantinya dapat diketahui perbandingan kuat geser tanah antara tanah yang mengandung akar rumput dan tanah yang tidak mengandung akar rumput.

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan

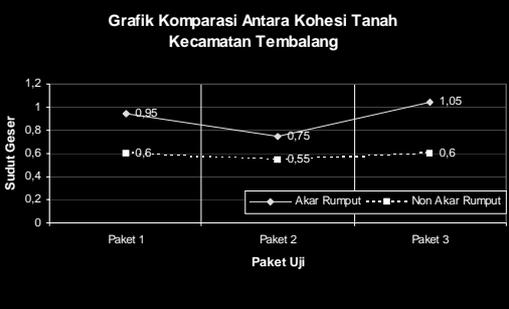
antara tanah yang mengandung akar rumput terhadap tanah yang tidak mengandung akar rumput untuk tiap lokasi. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh akar rumput dalam meningkatkan kuat geser tanah pada lokasi tersebut. Pada meningkatnya kedalaman maka akan semakin besar nilai c dan ϕ untuk tanah yang mengandung akar rumput terhadap tanah yang tidak mengandung akar rumput.

Peningkatan besar nilai c dan ϕ untuk tanah yang mengandung akar rumput terhadap tanah yang tidak mengandung akar rumput dapat terlihat pada grafik – grafik dibawah ini :

Hasil Komparasi 3 lokasi untuk sudut geser akar rumput



Hasil Komparasi 3 lokasi untuk kohesi akar rumput



Hasil Komparasi 3 lokasi untuk sudut geser akar bambu

Hasil Komparasi 3 lokasi untuk kohesi akar Bambu

2. Tanah yang mengandung akar tanaman rumput memiliki peningkatan nilai ϕ sebesar 17% - 53% dan peningkatan nilai c sebesar 10% - 56% dibandingkan dengan tanah yang tidak mengandung akar rumput,
3. Peningkatan yang bervariasi berdasarkan perbedaan jumlah akar, diameter akar dan posisi akar pada sampel,
4. Diameter akar yang lebih besar cenderung lebih kuat dalam menahan geser,
5. Posisi akar yang tegak lurus terhadap bidang geser mempunyai peningkatan yang lebih besar daripada posisi akar yang sejajar bidang geser,

DAFTAR PUSTAKA

- Abramson, Lee. Sharma, and Boyce, 1996, *Slope Stability and Stabilization Method*, John Wiley and Sons, New York.
- Anonim (2002), *Prosiding Seminar Nasional Slope 2002, Himpunan Mahasiswa Jurusan Sipil Universitas Parahyangan, Bandung.*
- Anonim (1981), *Rumput Pengunungan, Lembaga Biologi Nasional – LIPI, Bogor*
- Coduto, D.P. (1994). *Foundation Design Principles And Practices*, Prentice Hall, Inc.
- Abrahams, A.D, Parsons, A.J, Wainwright, J. (1995), *Effect of Vegetation Change on Interrill and Erosion, Walnut Gulch, Southern Arizona*, *Geomorphology* 13 (1995) 37-48
- Das, B (1987), *Advanced Soil Mechanics, McGraw-Hill, New York*
- Dale, P.J, Cheyne, V.A., Dalton, S.J., M.Li., Pike, L.S. (1982), *Tissue Culture for The Conservation and Creation Variability in Forage Grasses and Legumes*, The Utilization of Genetic

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan tentang efektifitas akar rumput terhadap kuat geser tanah, sebagai berikut :

1. Akar tanaman rumput sangat efektif dalam meningkatkan kuat geser tanah,

- Resources in Fodder Crop Breeding, Report of The Eucarpia Fodder Crops Section Meeting, Aberystwyth, 13-16 September 1982
- Herianto, W. (1983), *Analisa Kestabilan Lereng Seri Mekanika Tanah 1 Edisi I, Bandung*.
- Hartanto, D, Sagita, A (2004), *Bioengineering dalam Pemecahan Masalah Kestabilan Lereng*, Seminar Nasional Pascasarjana IV, Grha Sepuluh Nopember Kampus ITS Surabaya
- Hartanto, D, Yhudisaria, R. & Widuri, I.W., (2003), *Aplikasi Program Slope/W Untuk Perhitungan Stabilitas Lereng (Studi Kasus Tanah Longsor di Jalan Untung Suropati)*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.
- Hartanto, D, Boogard, T (2004), *Quantifying The Application of Eco- Engineering for Improving The Stability of Sensitive Slope in The South Semarang Area, Utrecht-Nederland*
- Head, K.H. (1981), *Manual of Soil Laboratory Testing*, John Wiley & Sons, New York - Toronto
- Jaya, F.S, dan Sagitha, R.A. (2004), *Studi Literatur tentang Soil Bioengineering dengan Metode Vegetated Rock Gabion, Live Fascine, dan Brush Layering*, Laporan Tugas Akhir, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang
- Koerner, R (1985) *Construction And Geotechnical Methods In Foundation Engineering*, McGraw-Hill, New York
- Kartasapoetra, G., Kartasapoetra, A.G.Ir., Sutedjo, Mul Mulyani, Ir. (1985) *Teknologi Konsevasi Tanah Dan Air*, Bina Aksara, Jakarta
- Sunggono, K. H (1984), *Mekanika Tanah, Nova, Bandung*.
- Sotir, R.B, Gray, D.H. (1996), *Biotechnical And Soil Bioengineering Slope Stabilization*, John Wiley & Son Inc, New York.
- Marcos D.Robles, Ingrid C. Burke, Legume (1996), *Grass, and Conservation Reserve Program Effects on Soil Organic Matter Recovery*
- Rahim, Supli Effendi., Dr.Ir. (2003), *Pengendalian Erosi Tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*, Bumi Aksara, Jakarta
- Tallowin, J.R.B (2004), *Sustainable Livestock systems to conserve key purple moor grass/rush pasture species (BD1318)*, Review of DEFRA-funded programme on Farmland Conservation and Biodiversity Research, Warwick University, 11 -12 November 2004
- Thomas, P.T. (1968), *Corps for Coservation, Grass Coservation Handbook*, Liffe Books, Lodon