

# SOIL BIOENGINEERING SEBAGAI ALTERNATIF METODA STABILISASI LONGSORAN

Dian Hastari Agustina

(Pengajar pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Riau Kepulauan)

## **ABSTRAK**

Longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng-lereng alami maupun buatan. Kelongsoran lereng kebanyakan terjadi pada saat musim penghujan. *Soil bioengineering* dapat menjadi alternatif metoda stabilisasi lereng yang cukup murah dan mudah dalam pelaksanaan di lapangan.

Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai kuat geser tanah (kohesi dan sudut geser dalam tanah) dari hasil pengujian triaksial tanah tanpa dan dengan perkuatan tanaman akar wangi. Diharapkan kondisi peningkatan kestabilan lereng akibat adanya pengaruh akar wangi akan diketahui.

Dari hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan kekuatan geser tanah. Penggunaan akar wangi sebagai metoda stabilisasi terbukti dapat meningkatkan kestabilan lereng.

**Kata kunci :** longsor, *soil bioengineering*, stabilitas lereng

## **I. PENDAHULUAN**

Longsor adalah salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng alami maupun buatan. Kelongsoran yang terjadi pada daerah tropis seperti Indonesia, kebanyakan terjadi pada saat musim penghujan. Bencana alam ini mengakibatkan banyak kerugian materiil bahkan menelan korban jiwa.

Upaya penanganan melalui rekayasa geoteknik kebanyakan hanya menawarkan penyelesaian dengan biaya yang sangat mahal dan hanya dapat dilakukan pada lokasi-lokasi yang mudah dijangkau sedangkan data menunjukkan daerah rawan longsor di Indonesia ini sangat luas dan sebagian besar merupakan daerah pedesaan dengan kondisi sosial ekonomi yang terbatas.

Penggunaan sistim *soil bioengineering* sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi longsor merupakan pertimbangan yang tepat, sehingga masyarakat juga diharapkan mampu membantu mengatasi masalah longsor secara mandiri. Akar wangi (*vetiver grass*) merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai salah satu alternatif mengatasi kelongsoran, selain karena tanaman yang sejenis rumput sehingga cukup ringan, kondisi akarnya berupa serabut dan dapat mencapai kedalaman 2 - 3 meter.



Gambar 1. Tanaman Akar Wangi (*Vetiver Grass*)



Gambar 2. Kondisi akar tanaman Akar Wangi (*Vetiver Grass*)  
(sumber: sustainable environmental management with vetiver grass)

## II. BATASAN MASALAH

Menganalisis perubahan yang terjadi terhadap kuat geser tanah setelah adanya penggunaan *soil bioengineering* berupa tanaman akar wangi. Akar wangi diasumsikan tidak mempengaruhi kondisi hidrologi lereng tetapi hanya berpengaruh terhadap perubahan nilai  $c$  (kohesi) dan  $\phi^\circ$  (sudut geser dalam).

## III. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Gerakan massa tanah/batuan didefinisikan sebagai gerakan menuruni atau keluar lereng oleh massa tanah atau batuan penyusun lereng, ataupun percampuran keduanya sebagai

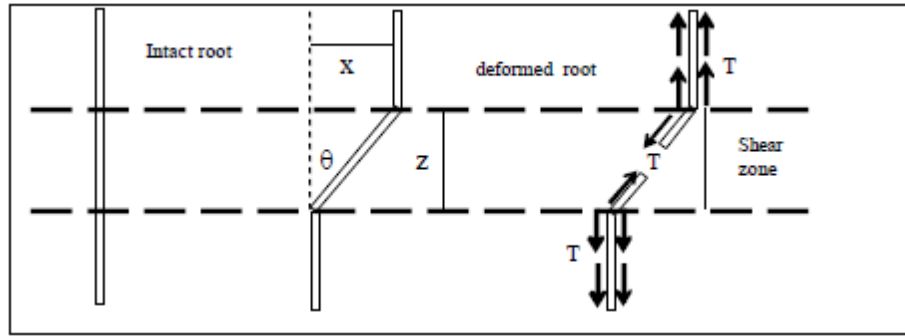
bahan rombakan, akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut (Karnawati, 2004).

Tanah berpengaruh secara signifikan terhadap stabilitas lereng baik untuk mengatasi erosi permukaan maupun pergerakan massa tanah. Jenis rumput dan herbal lebih efektif dalam mengatasi permasalahan erosi permukaan melalui proses-proses *interception* (daun tanaman menyerap energi hampasan air hujan, melindungi tanah dari *splash erosion*), *restraint* (system akar mengikat dan menahan partikel tanah sehingga tidak terangkut bersama aliran air permukaan), *retardation* (bagian batang dan daun meningkatkan kekasaran permukaan tanah sehingga memperlambat kecepatan aliran permukaan), *infiltration* (tanaman dan sisa tanaman membantu mempertahankan porositas dan permeabilitas tanah, dengan demikian memperlambat waktu konsentrasi aliran air permukaan (Gray, 1993 dalam Aponno dan Kuncoro, 2002).

Akar wangi merupakan salah satu jenis rumput yang dapat mengendalikan erosi dan mencegah longsoran dangkal yang terjadi di daerah tropis (anonim, 1993). Akar wangi mempunyai sistem penetrasi akar yang dalam dan kemampuan mengikat tanah yang baik dan dapat hidup pada berbagai jenis tanah (termasuk pasir, krikil, *shale* dan tanah yang mengandung aluminium). Akar wangi juga mampu tumbuh pada iklim dengan kondisi hujan 300-3000 mm/tahun dan pada suhu di bawah 0°C sampai di atas 50°C (Gray,1996).

### **3.1.Pengaruh Akar terhadap Parameter Kuat Geser Tanah**

Pada model yang digambarkan pada gambar 3, akar pada awalnya berada pada posisi tegak lurus pada bidang geser. Ini merupakan idealisasi dari kondisi akar pada arah vertikal (*taproot/sinker*) yang berada pada bidang longsor yang potensial dari lereng. Pada model ini gaya yang ditimbulkan pada akar sama seperti pada tanah, gaya diuraikan menjadi 2 (dua) komponen gaya yaitu tegangan geser tangensial dan tahanan geser di sepanjang bidang gesernya. Hal ini mengasumsikan bahwa akar/*fibre* mempunyai kuat geser lebih baik ketimbang tanah yang tanpa akar/*fibre*.



Gambar 3. Model deformasi akar pada bidang geser horisontal (Barker, 1986)

Sehingga nilai kuat geser tanah ( $\tau$ ) dengan perkuatan akar berdasarkan teori Coulomb dapat dinyatakan :

$$\tau = (c' + c_R') + (\sigma_n - u) \cdot \text{tg} (\varphi' + \varphi_R')$$

dengan:

$c$  = kohesi tanah efektif

$\varphi'$  = sudut geser dalam efektif

$\sigma_n$  = tegangan normal

$u$  = tekanan air pori

$c_R'$  = kontribusi akar terhadap kohesi tanah efektif

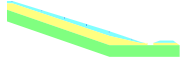
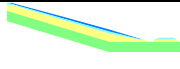
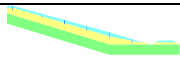
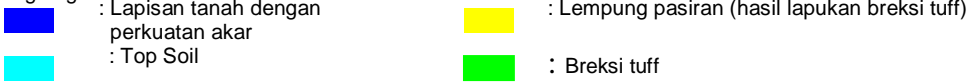
$\varphi_R'$  = kontribusi akar terhadap sudut geser dalam efektif

#### IV. METODE PENELITIAN

Proses pengujian Triaxial dilakukan dengan menggunakan *Unconsolidated Undrained* (UU) test. Pengujian dilakukan untuk sampel tanah dengan adanya akar wangi dan tanpa akar wangi, sehingga diharapkan akan diperoleh perubahan parameter kohesi ( $c$ ) dan sudut geser ( $\varphi^\circ$ ) dengan kondisi pengujian yang sama.

Ukuran sampel yang digunakan adalah diameter 6,4 cm dan tinggi 14 cm, ini sesuai dengan persyaratan ASTM 2850-95 bahwa ratio perbandingan diameter tinggi sampel 1 : 2-2,5. Kecepatan penggeseran yang digunakan 1,14 mm/menit, ini termasuk lambat karena kurang dari 2% permenit yaitu 2,8 mm/menit untuk tinggi sampel 14 cm. Koreksi membran tidak diperhitungkan karena sampel pengujian yang cukup besar dengan tambahan akar di dalamnya dan tanahnya tidak merupakan tanah lunak atau sangat lunak sehingga tekanan membran (*membran restraint*) tidak terlalu berpengaruh dan dapat diabaikan (Head, 1982).

Dilakukan pemodelan pada analisis penggunaan akar wangi diasumsikan akar wangi tidak berpengaruh terhadap kondisi hidrologi lereng, tetapi hanya berpengaruh terhadap perubahan perubahan nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi^\circ$ ) dan terhadap peningkatan angka keamanan, dengan pemodelan akar sebagai berikut :

Model	Pola Tanam	Keterangan
I		Kedalaman Akar $\pm 50$ cm, dengan jarak penanaman $\pm 5$ m
II		Kedalaman Akar $\pm 50$ cm, dengan jarak penanaman rapat
III		Kedalaman Akar $\pm 200$ cm, dengan jarak penanaman $\pm 5$ m
Keterangan gambar : 		

## V. Hasil dan Pembahasan

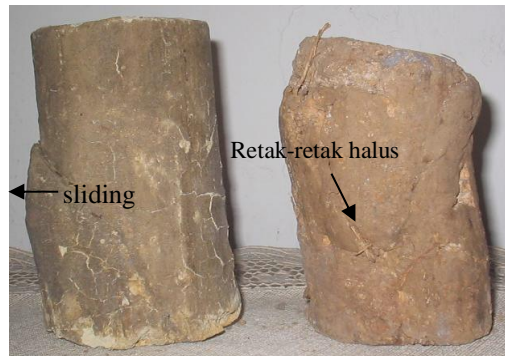
Pengujian triaxial *unconsolidated undrained (UU)* dilakukan terhadap contoh tanah baik tanpa akar dan dengan akar. Contoh tanah diambil pada kedalaman yang sama, sehingga diharapkan akan diperoleh perbandingan nilai sudut geser dalam ( $\phi^\circ$ ) dan kohesi ( $c$ ). Hasil dari penelitian ini adalah :

1. Dari hasil uji triaxial UU (*Unconsolidated Undrained*) pada semua sampel akar wangi terjadi peningkatan nilai kohesi ( $c$ ) (Tabel 1), meskipun kenaikannya tidaklah sama. Hal ini disebabkan kondisi akar wangi pada tiap sampel tanah yang berbeda. Diameter akar berkisar antara 1,25 – 2 mm dengan kondisi kerapatan yang berbeda yang sangat tergantung pada kesuburan tiap tanaman.
2. Penurunan nilai sudut gesek dalam ( $\phi^\circ$ ) terjadi pada sampel 2 dan 3 (Tabel 1). Hal ini disebabkan berkurangnya bidang kontak antar butiran tanah karena sebagian terisi oleh akar, sehingga gesekan antar butiran juga menjadi berkurang, digantikan oleh adanya kuat tarik akar. Dapat disimpulkan kuat geser tanah dengan akar lebih dipengaruhi oleh kohesi dan kuat tarik akar.

Tabel 1. Hasil pengujian triaxial tanaman akar wangi

Sampel 1				Sampel 2				Sampel 3			
Tanpa Akar		Dengan Akar		Tanpa Akar		Dengan Akar		Tanpa Akar		Dengan Akar	
C	$\phi^\circ$	C	$\phi^\circ$	C	$\phi^\circ$	C	$\phi^\circ$	C	$\phi^\circ$	C	$\phi^\circ$
8,4	4,48	<b>16,94</b>	<b>8,59</b>	15,78	5,08	<b>25,66</b>	<b>4,70</b>	21,54	17,47	<b>32,49</b>	<b>11,28</b>
Peningkatan		101,7%	91,7%	Peningkatan		70,72%	-6,9%	Peningkatan		50,83%	-35,4%

3. Pada sample tanah tanpa akar wangi setelah mengalami pengujian triaxial mengalami pergeseran dengan kemiringan sudut antara  $30^\circ$ - $60^\circ$  terhadap bidang horizontal. Sedangkan pada sample tanah dengan akar wangi tidak terjadi pergeseran, hanya terjadi pengembangan (*barreling*) dan retak-retak halus pada sample tanah (Gambar 4).



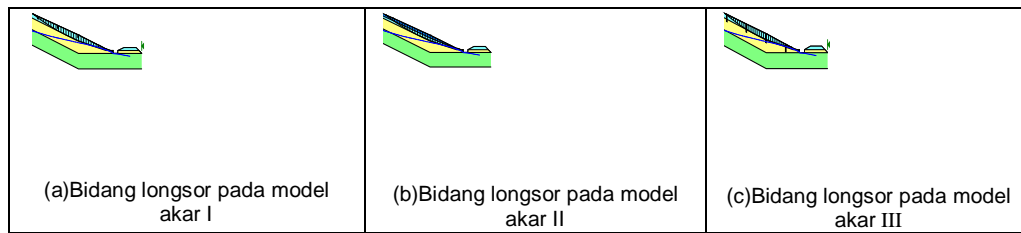
Gambar 4. Hasil pengujian triaxial tanah tanpa akar dan dengan akar

4. Selanjutnya dengan pemodelan pola tanam tanaman akar wangi yang, dapat dilihat pada Tabel 2 pengaruhnya terhadap nilai faktor keamanan lereng.

Tabel 2. Pengaruh pola tanam akar wangi terhadap faktor keamanan lereng

Faktor Keamanan Lereng	
Tanpa Akar	1,651
Model Akar I	1,651
Model Akar II	1,902
Model Akar III	1,713

5. Dari tabel di atas dapat dilihat, akar wangi memberikan kontribusi untuk meningkatkan kestabilan lereng, jika pola penanaman dan kondisi kedalaman akar seperti pada model II dan III. Pada model II terlihat (Gambar.5b) lapisan tanah bagian atas dari bidang longsor lereng mendapat perkuatan, Jadi meskipun akarnya dangkal tetapi dengan pola penanaman yang rapat dapat meningkatkan kestabilan lereng. Pada pemodelan III (Gambar.5c) terlihat dengan pola penanaman yang renggang tetapi kondisi akar yang dalam sampai menembus bidang longsor lereng juga dapat meningkatkan kestabilan lereng. Tetapi untuk kondisi pemodelan I yang ternyata kondisi akarnya yang masih pendek belum sampai menembus bidang longsor lereng (Gambar.5a) dan jarak tanam yang renggang ternyata belum mampu meningkatkan kestabilan lereng.



Gambar 5. Bidang longsor pada kondisi tanpa hujan untuk pemodelan akar

## VI. KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian tanah dengan perkuatan tanaman akar wangi menunjukkan adanya peningkatan kuat geser tanah dan faktor keamanan bila dibandingkan dengan tanaman tanpa akar. Nilai kohesi (c) memberikan kontribusi lebih besar terhadap peningkatan kuat geser tanah. Prosentase peningkatan kuat geser tanah berbeda-beda karena kondisi diameter, jumlah dan kemiringan akar yang berbeda.
2. Jarak tanam dan kedalaman akar sangat mempengaruhi peningkatan angka keamanan lereng.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1993, *Vertiver Grass, The Hedge against Erosion*, The World Bank Washington, D.C, Fourth edition.
- Barker, D.H., 1986, *Enhancement of Slope by Vegetation*, Journal of Ground Engineering, London, pp 11-15.
- Gray, D.H., and Sotir, R.B., 1996, *Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Geo-Slope International Ltd., 1998, *SLOPE/W for Finite Element Slope Analysis (v.4)*, Users Manual, Calgary, Alberta, Canada.
- Head, K.H., 1985, *Manual of Soil Laboratory Testing Vol.2, Permeability, Shear Strength and Compressibility Test*, Pentech Press, London.
- Karnawati, D., 2004, *Gerakan Massa Tanah*, Diktat Geologi Teknik, UGM Yogyakarta.