

## PERILAKU MEKANIK TARIK BAMBU DAN POTENSI APLIKASINYA SEBAGAI PERKUATAN TANAH PADA TIMBUNAN

Suwartanti

Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta

### ABSTRACT

The main obstacle in building a construction in soft soil is the big settlement which occurs in such soil. One of the techniques to solve this problem is to hamper geosynthetics on this soft soil and create a compacted embankment from good soil above the soft soil. The application of this technique is quite effective, but due to economic problem and environmental awareness, the use of another material which is cheaper and comes from nature is in urgent need. In the past our ancestors have used bamboo as soil reinforcement. Unfortunately the publications and researches concerning this matter are still very few.

This study is aimed to investigate the tensile strength of woven bamboo and its potential application for soil reinforcement in an embankment. Three variants of bamboos are used in the experiment. The samples are taken from the outer parts (skin) and inner parts, with and without nodes. The shape and dimension of the samples are designed to represent the actual shape and dimension of woven bamboo.

From the experiment, the maximum tensile strength obtained from tensile strength and strain analysis is 395.533 kN/m'. The outer part of bamboo is categorized as brittle material while the inner part is ductile. Based on these findings and considering bamboo's rough surface and its lifetime, bamboo is potential for soil reinforcement in an embankment to replace a particular function of geosynthetics.

**Keywords: bamboo, soil reinforcement, embankment**

### PENDAHULUAN

Di Indonesia, tanah lunak umumnya berupa lempung (*clay*) jenuh, kadang-kadang tercampur lanau (*silt*) atau pasir halus, atau campuran dari ketiga mineral tersebut (Suranto, 1996). Sebagai bahan untuk konstruksi, tanah lunak mempunyai beberapa sifat yang kurang menguntungkan, yaitu: kompresibilitas tinggi, perubahan volume yang besar, dan perlawanan geser rendah. Hal ini menyebabkan kuat dukung tanah lunak rendah, sehingga kurang mampu menahan beban yang

relatif besar. Pada lapisan tanah lunak yang tipis, tanah dapat diganti dengan tanah yang lebih baik. Namun, apabila lapisan tanah lunaknya tebal, perlu dilakukan perbaikan kuat dukung tanah.

Salah satu cara untuk meningkatkan kuat dukung tanah lunak adalah dengan memberi perkuatan berupa bahan geotekstil. Namun mengingat harganya yang relatif mahal dan juga seiring dengan berkembangnya *green technology*, perlu diberdayakannya bahan lokal yang harganya lebih terjangkau dan dapat menyatu dengan lingkungan.

Bambu yang merupakan tanaman dari famili *Gramineae* (rumput-rumputan), adalah bahan yang mudah didapat di Indonesia dan harganya relatif murah. Dari sekian banyak jenis bambu unggul di dunia, sekitar 50% terdapat di Indonesia (Sharma, 1987 dalam Pathurahman, 1998). Bambu mempunyai kuat tarik yang tinggi dan regangannya kecil. Permukaan bambu juga mempunyai kekasaran yang tinggi. Teknologi tradisional pernah menempatkan bambu sebagai bahan perkuatan tanah, namun penelitian mengenai hal ini belum banyak dikembangkan.

Berdasar struktur anatomi dan sifat fisiknya, bambu mempunyai kekuatan yang tinggi. Lebih spesifik mengenai kuat tarik bambu, Janssen (1988) menyebutkan bahwa faktor yang berpengaruh adalah: kandungan air, bagian arah melintang batang, dan ada tidaknya buku. Kandungan air yang rendah menyebabkan kuat tarik yang tinggi. Kuat tarik di bagian arah melintang batang, yaitu dari arah dalam ke luar (kulit bambu) memberikan kuat tarik yang semakin tinggi. Mengenai pengaruh buku, Morisco dan Mardjono (1995) menyimpulkan bahwa kuat tarik bambu berbuku lebih rendah daripada bambu tanpa buku. Hal ini disebabkan karena pada bagian tanpa buku sel-selnya berorientasi ke arah sumbu aksial, sedangkan pada buku sel-selnya lebih menyebar.

Faktor lain yang harus diperhatikan berkaitan dengan bambu adalah: jenis dan umur bambu, posisi bambu dan lingkungan tumbuhnya. Setiap jenis bambu mempunyai karakteristik tersendiri, sehingga kekuatan dan pemakaiannya pun berbeda (Hardjoso, 1959). Sisi lain yang perlu ditinjau dari bambu adalah segi keawetannya. Liese (1980) menyatakan bahwa bambu mudah sekali diserang jamur dan serangga. Keawetannya sangat tergantung pada cuaca dan lingkungan. Bambu

tanpa pengawetan yang langsung berhubungan dengan tanah dan cuaca hanya dapat bertahan sekitar 1 sampai 3 tahun. Untuk bambu yang sudah diawetkan, dalam keadaan tidak terlindung dapat bertahan sekitar 10 sampai 15 tahun.

Sebagai bahan bangunan, bambu dapat dimanfaatkan baik dalam bentuk utuh maupun anyaman. Bambu yang dapat digunakan sebagai anyaman adalah bambu apus/tali (*Gigantochloa apus*), bambu legi/andong (*Gigantochloa verticillata*) dan bambu wulung/atter (*Gigantochloa atter*). Merujuk dari hasil penelitian Sulastiningsih dan Sutigno (1992), bambu apus bagian kulit yang dianyam mempunyai kuat tarik tertinggi di antara jenis bambu lainnya yang biasa dianyam. Sedangkan menurut Hardjoso (1959), bambu legi dan wulung bersifat lenting dan bagus untuk bahan bangunan. Bambu legi biasanya dianyam untuk dinding dan alat olah raga. Bambu wulung mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi (Morisco dan Mardjono, 1995) dan batangnya lurus sehingga mudah dianyam. Dengan pertimbangan tersebut, maka ketiga jenis bambu di atas digunakan dalam penelitian ini.

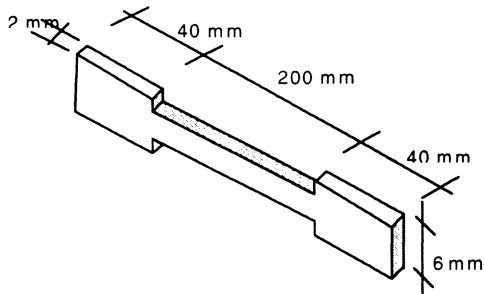
Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perilaku bambu dalam menerima gaya tarik, dengan mengukur parameter kuat tarik dan regangan bahan. Dari hasil yang didapat akan diketahui sejauh mana kemampuan bambu sebagai bahan perkuatan untuk stabilisasi tanah dasar fondasi. Hasil penelitian diharapkan bisa menjadi langkah awal penelitian bambu sebagai bahan perkuatan tanah.

Mengingat banyaknya jenis bambu dan belum adanya standar baku uji bambu, maka pada penelitian ini:

1. bambu yang digunakan adalah bambu apus/tali (*Gigantochloa apus*), bambu legi/andong (*Gigantochloa verticillata*), dan bambu wulung/atter (*Gigantochloa atter*),

2. uji bambu dilakukan pada bagian yang berbuku dan tanpa buku, serta kulit dan hati untuk mengetahui variasi kekuatannya, dan
3. benda uji bambu dibuat dalam bilah-bilah dengan dimensi yang digunakan untuk anyaman. Uji yang dilakukan adalah tinjauan sifat mekanisnya yaitu kuat tarik per satuan lebar dan regangannya.

spesimennya tidak homogen, serta disesuaikan dengan elemen model anyaman bambu.



Gambar 1 Spesimen Benda Uji Tarik Bambu

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain: alat uji tarik Universal Testing Machine model SPM-30 nomor seri 989540 dengan kapasitas maksimal 133.4 kN, komputer IBM PC dengan CPU merk *Immer Computer Research* kapasitas 640 MB dan plotter merk *Graphter MP-4300* yang dihubungkan ke alat uji tarik, klem penjepit dan kaliper.

Bahan yang digunakan sebagai benda uji adalah bambu apus (*Gigantochloa apus*), bambu legi (*Gigantochloa verticillata*) dan bambu wulung (*Gigantochloa atter*) yang berumur di atas tiga tahun. Bagian yang diuji adalah bagian kulit dan hati, berbuku serta tanpa buku. Bambu didapat dari Desa Cebongan, Godean, Yogyakarta. Bambu yang diuji dalam keadaan kering udara, yang diperoleh setelah 3 hari diangin-anginkan untuk mengurangi kadar airnya.

Bambu bagian kulit dan hati dibuat sayatan sepanjang 280 mm dan lebar 20 mm. Pada sepanjang 40 mm di ujung dan pangkal dibuat dengan ketebalan 6 mm sebagai tempat jepitan. Panjang spesimen yang diuji yaitu 200 mm dibuat dengan ketebalan 2 mm (lihat Gambar 1). Pembuatan spesimen di atas merupakan modifikasi dari ASTM D35 1988 untuk uji geotekstil dengan metode *Conventional Strips*, dan metode uji bambu yang ukuran

Jumlah spesimen bambu yang diuji total 24 benda uji dari 3 jenis bambu. Speisifikasi dari masing-masing sampel adalah: bagian hati tanpa buku, bagian hati berbuku, bagian kulit tanpa buku, dan bagian kulit berbuku. Masing-masing spesifikasi terdiri dari 2 benda uji.

Untuk menginterpretasi hasil uji kuat tarik bambu, diperlukan analisis tegangan dan regangan bahan. Tegangan adalah intensitas gaya, yaitu gaya per satuan luas, dinyatakan dalam hubungan (Gere dan Timoshenko, 1987):

$$\sigma = P/A \dots\dots\dots(1)$$

dengan :  $\sigma$  : tegangan (MPa)  
 P : gaya (N)  
 A : luas (luas awal bahan) (mm<sup>2</sup>)

Regangan adalah perpanjangan dibagi dengan panjang bahan, dinyatakan dalam hubungan:

$$\delta = \Delta L/L \dots\dots\dots(2)$$

dengan :  $\delta$  : regangan (%)  
 L : perpanjangan (mm)  
 L : panjang (panjang awal bahan) (mm)

## Perilaku Mekanik Tarik Bambu dan..., (Suwartanti)

Bahan yang mengalami regangan yang besar sebelum patah, digolongkan sebagai bahan yang liat atau daktil. Sebaliknya, bahan yang digolongkan getas akan mengalami keruntuhan dengan regangan kecil atau bahkan tanpa regangan, setelah kuat tarik ultimitnya terlampaui.

Setelah bambu diuji dan didapat tegangan (MPa) masing-masing jenis, selanjutnya:

1. dihitung kuat tarik per meter lebar ( $\text{kN/m}'$ ) masing-masing jenis bambu,
2. pada aplikasi selanjutnya, kuat tarik per meter lebar ( $\text{kN/m}'$ ) dihitung dengan menggunakan angka aman (*safety factor*).

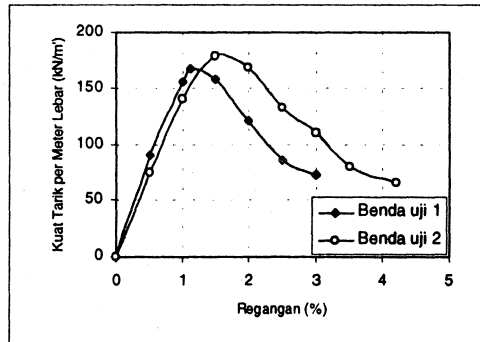
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perilaku Mekanik Tarik Bambu

Pada penelitian ini akan ditampilkan hasil uji tarik dari 4 spesifikasi bambu, masing-masing terdiri dari 2 benda uji:

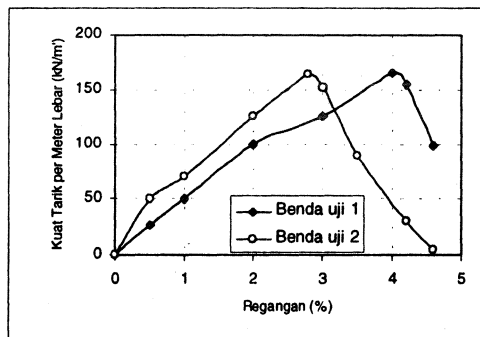
1. bagian hati berbuku, diwakili oleh bambu apus
2. bagian hati tanpa buku, diwakili bambu wulung
3. bagian kulit berbuku, diwakili bambu legi
4. bagian kulit tanpa buku, diwakili bambu wulung

Pada pengujian bambu apus bagian hati yang berbuku dapat dilihat bahwa kedua benda uji mengalami patah yang dimulai dengan terlepasnya ikatan antar serabut. Setelah mencapai kuat tarik ultimit rata-rata  $173,030 \text{ kN/m}'$ , kedua benda uji akan meregang cukup besar, dan kemudian patah. Oleh karena itu, keduanya dapat digolongkan sebagai bahan daktil.



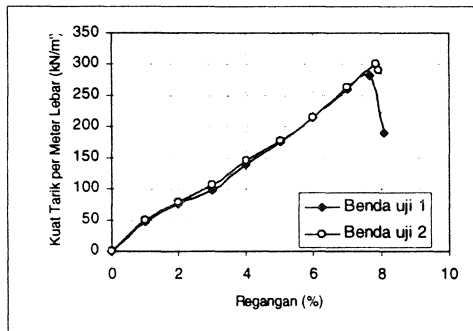
Gambar 2 Diagram Tegangan-Regangan Uji Tarik Bambu Apus Bagian Hati Berbuku

Hasil dari pengujian bambu wulung bagian hati tanpa buku juga menunjukkan kecenderungan yang sama dengan bambu apus bagian hati yang berbuku. Kedua benda uji bersifat daktil, sedangkan kuat tarik ultimit rata-ratanya  $163,344 \text{ kN/m}'$ .



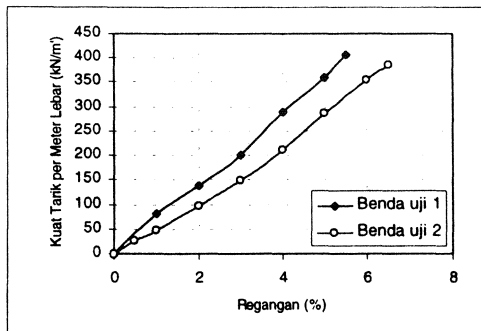
Gambar 3 Diagram Tegangan-Regangan Uji Tarik Bambu Wulung Bagian Hati Tanpa Buku

Kedua benda uji bambu legi bagian kulit yang berbuku bersifat getas. Setelah mencapai kuat tarik ultimit rata-rata  $291,195 \text{ kN/m}'$ , keduanya patah dengan tegangan patah dan regangan yang kecil.



**Gambar 4** Diagram Tegangan-Regangan Uji Tarik Bambu Legi Bagian Kulit Berbuku

Pada pengujian bambu wulung bagian kulit tanpa buku, dihasilkan kuat tarik ultimit rata-rata sebesar 395,533 kN/m'. Kedua benda uji bersifat getas, yaitu mengalami patah saat kuat tarik ultimitnya tercapai.



**Gambar 5** Diagram Tegangan-Regangan Uji Tarik Bambu Wulung Bagian Kulit Tanpa Buku

Patah bambu saat mengalami penarikan disebabkan karena rusaknya sel-sel pada serat bambu. Bagian kulit mempunyai sel-sel yang lebih rapat dan lebih padat, sehingga bagian kulit menjadi lebih keras dan getas dibanding bagian hati, namun kuat tariknya akan lebih tinggi. Kuat tarik ultimit bambu dianalisa sebagai kuat tarik ultimit per meter lebar bahan (kN/m'), untuk mendekati nilai kuat tarik bambu dalam bentuk anyaman.

Tinggi rendahnya nilai kuat tarik bambu dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: jenis, umur, komposisi biologis, dan kandungan air bambu. Untuk uji bambu ini digunakan 3 jenis bambu, yang komposisi biologisnya tentu berbeda, dengan umur di atas 3 tahun. Umur bambu hanya diperkirakan, karena tidak ada data pasti dari penanam. Untuk kandungan air yang dipakai adalah kondisi kering udara.

**Aplikasi Bambu Menggantikan Fungsi Geotekstil sebagai Perkuatan Tanah Timbunan**

Geosintetik merupakan bahan perkuatan tanah sintetis dari polimerisasi minyak bumi, berbentuk lembaran yang terdiri atas benang-benang sintetis (*fiber*) baik menerus atau pendek, atau berupa lembaran berbentuk grid (Anonim, 1986 dalam Suryolelono, 1996). Geosintetik digunakan dalam lingkungan tanah dan menurut Koerner (1990) dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu: geotekstil-material sejenis tekstil yang lulus air, geomembran-material sintetis yang rapat air, geogrid-material sintetis berbentuk seperti jala dengan ukuran dan bentuk lubang tertentu, dan geokomposit, yaitu gabungan 2 atau 3 jenis di atas. Geosintetik mampu berfungsi sebagai lapisan pemisah (*separator*) antara tanah asli dan tanah timbunan, drainasi air tanah, penyaring atau penahan (*filter*) partikel halus agar tidak tererosi, perkuatan tanah, dan moisture barrier (Koerner, 1990). Pada prakteknya, satu jenis geosintetik tidak mungkin dapat memenuhi segala fungsi di atas. Oleh karena itu, dalam pemilihan geosintetik harus memperhatikan keunggulan dan kelemahan bahan yang kemudian disesuaikan dengan pemakaiannya.

Sebagai bahan alam, bambu mempunyai beberapa karakteristik yang mampu menggantikan fungsi tertentu

geosintetik. Bambu memiliki kuat tarik yang tinggi, massa ringan, mudah dibelah serta dianyam sebagai lembaran, juga mempunyai kuat lentur dan geser permukaan yang baik (Douglas, 1988). Di sisi lain, kelemahan bambu adalah: keawetannya yang relatif rendah dan non homogenitasnya. Sebenarnya kedua hal itu tidak menjadi masalah selama bambu digunakan pada kondisi lingkungan, jenis konstruksi, dan durasi waktu yang tepat. Bambu tanpa pengawetan, bila selalu terendam air atau selalu kering mampu bertahan 10-15 tahun (Liese, 1980).

Sejauh ini bambu dalam bentuk bilah (*split*) yang dikombinasi dengan geotekstil sudah digunakan untuk perkuatan timbunan pada tanah dasar yang lunak. Bilah bambu dan geotekstil tipe Polyfelt digunakan pada konstruksi jalan, reklamasi kolam, tanah bekas industri timah, dan tanah lempung organis di Malaysia (Toh *et al.*, 1994). Di India, bambu dan bahan alami dari serat jute digunakan sebagai perkuatan tanah timbunan untuk konstruksi jalan, dan gudang penyimpanan bijih besi (Datye dan Gore, 1994).

Perkuatan tanah berupa kombinasi bilah bambu berbentuk grid dan lembaran geotekstil mampu menahan dan meratakan beban sehingga penurunan yang terjadi merata serta mencegah peningkatan tekanan air pori ( $u$ ) secara berlebihan. Proses ini berkaitan dengan proses konsolidasi tanah yang sebenarnya juga merupakan proses drainasi atau keluarnya air dari pori-pori tanah. Apabila proses keluarnya air dari pori tanah berlangsung cepat, maka tekanan air pori akan turun dan tegangan efektif naik atau sebaliknya, sesuai hubungan:

$$\sigma = \sigma' + u \dots\dots\dots (3)$$

dengan:  $\sigma$  : tegangan normal ( $\text{kN/m}^2$ ), total  
 $\sigma'$  : tegangan efektif ( $\text{kN/m}^2$ ),  
 $u$  : tekanan air pori ( $\text{kN/m}^2$ ).

Bila tanah mengalami pembebanan, maka beban akan ditahan oleh kuat gesernya ( $\tau$ ) yang terdiri dari kohesi tanah ( $c$ ) dan sudut geser internal tanah ( $\phi$ ) (Coulomb, dalam Hardiyatmo, 1994). Menurut Terzaghi dalam Hardiyatmo, 1994 kuat geser tanah ( $\tau$ ) merupakan fungsi tegangan efektif tanah ( $\sigma$ ).

$$\tau = c' + \sigma' + tg \phi \dots\dots\dots (4)$$

dengan:  $\tau$  : kuat geser tanah ( $\text{kN/m}^2$ ),  
 $c'$  : kohesi tanah ( $\text{kN/m}^2$ ), efektif  
 $\sigma'$  : tegangan efektif ( $\text{kN/m}^2$ ),  
 $\phi$  : sudut geser internal ( $^\circ$ ), efektif

Maka dengan pemasangan perkuatan tanah, kemampuan tanah dalam menahan beban menjadi lebih baik.

Pada konstruksi perkuatan tanah di atas, bilah bambu berfungsi sebagai perkuatan tanah dan geotekstil sebagai separator. Bilah bambu juga berfungsi sebagai lantai kerja yang memberi kemudahan saat penghamparan geotekstil. Dengan adanya bilah bambu ini, gaya tarik dan lentur pada dasar timbunan mampu ditahan oleh bilah bambu, angka aman kuat dukung tanah meningkat, volume tanah lunak yang tertekan keluar (*mud waves*) berkurang, dan memungkinkan alat berat dapat bekerja sesudah penimbunan (Toh *et al.*, 1994).

Sebagai separator, geotekstil mencegah bercampurnya tanah lunak dengan

tanah timbunan. Agar dapat berfungsi efektif sebagai separator, maka geotekstil harus dapat menahan gaya pada dasar konstruksi akibat penimbunan (Toh *et al.*, 1994). Pembebanan pada konstruksi akan menyebabkan gaya tarik pada dasar konstruksi (Anonim, 1996). Tanah mempunyai kuat tarik yang rendah sedangkan serat mempunyai kuat tarik yang tinggi. Serat akan memberikan kontribusi untuk memberikan perlawanan terhadap gaya tarik akibat pembebanan. Pemasangan geosintetik akan meningkatkan koefisien antara tanah dengan serat, yang berakibat naiknya gaya perlawanan.

Dari mekanisme di atas, sebagai separator dibutuhkan bahan yang mempunyai gaya tarik dan kekasaran permukaan besar. Dari hasil uji, anyaman bambu mempunyai gaya tarik yang cukup besar. Permukaan bambu juga kasar, sehingga diharapkan mampu menyediakan gesekan yang besar dengan tanah. Besarnya gaya perlawanan:

$$F = 2 \cdot V \cdot f \dots\dots\dots(5)$$

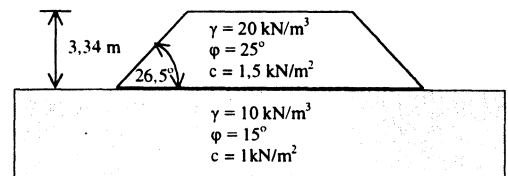
- dengan : F = gaya perlawanan (kN)
- V = gaya vertikal       (kN)
- f = koefisien antara tanah dan serat
- 2 = menunjukkan bahwa gaya gesek terjadi pada kedua permukaan serat

Besarnya  $f = \tan \phi$ , dengan  $\phi$  = sudut geser internal tanah ( $^\circ$ ). Pada perancangan diambil angka aman 2/3, sehingga  $F = 2 \cdot V \cdot \tan (2/3\phi)$ . Pemasangan geosintetik atau anyaman bambu akan meningkatkan koefisien antara tanah dan serat (f), sehingga gaya perlawanan (F) akan naik.

Dengan pertimbangan di atas, anyaman bambu cukup potensial untuk menggantikan fungsi bahan sintesis pada

perkuatan tanah timbunan. Pada konstruksi ini, bambu berfungsi pada jangka waktu pendek sampai tanah mengalami konsolidasi sesuai yang diinginkan. Bila sudah tercapai kondisi tersebut, perkuatan tanah tidak diperlukan lagi. Oleh karena itu, pada perancangan perlu diperhitungkan kecepatan konsolidasi tanah dan *lifetime* bambu. Penggunaan bambu akan sangat efisien karena pada saat tanah selesai konsolidasi, bambu mulai lapuk dan tidak akan mencemari tanah, karena merupakan bahan organik.

Berikut disajikan contoh analisis perkuatan tanah timbunan menggunakan anyaman bambu:



Gambar 6 Sketsa tanah timbunan

Suatu timbunan mempunyai sudut kemiringan ( $\beta$ ) = 26,57° ( $h:l = 1:2$ ). Tinggi timbunan ( $h$ ) = 3,34 m dan panjang kaki ( $l$ ) = 6,75 m. Tanah timbunan mempunyai berat volume ( $V$ ) = 20 kN/m<sup>3</sup>,  $c = 1,5$  kN/m<sup>2</sup>, dan  $\phi = 25^\circ$ . Timbunan tanah dibangun pada tanah dengan  $\gamma = 10$  kN/m<sup>3</sup>,  $c = 1,0$  kN/m<sup>2</sup>, dan  $\phi = 15^\circ$ . Safety factor minimum yang diijinkan adalah 1,5.

Akan dianalisis:

- a. Safety factor timbunan tanpa perkuatan
- b. Safety factor timbunan dengan perkuatan anyaman bambu. Kuat tarik anyaman bambu diasumsikan 163,683 kN/m' per lapis, dengan kuat tarik ultimit 163,683/3 = 54,561 kN/m'. Anyaman sebanyak 7 lapis dan ditempatkan setiap tebal lapisan tanah 0,5 m.

Digunakan metode irisan Bishop yang disederhanakan (Bishop dalam Das, 1994 dan Suryolelono, 1999):

$$FS = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (cb_n + W_n \cdot \tan \phi_n) \frac{1}{m\alpha_n}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \cdot \sin \alpha_n}$$

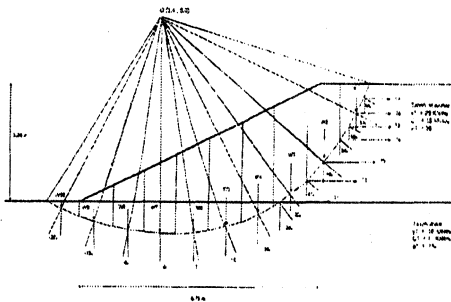
(timbunan tanpa perkuatan).....(6)

$$FS = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (cb_n + \tan \phi_n) \frac{1}{m\alpha_n} + \sum_{m=1}^{m=q} T_m \alpha_m + \sum_{m=1}^{m=q} T_m \sin \alpha_m \cdot \tan \alpha_m}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \cdot \sin \alpha_n}$$

(timbunan dengan perkuatan).....(7)

- FS = angka aman (*safety factor*)
- c = kohesi tanah (kN/m')
- b = lebar potongan (m)
- W<sub>n</sub> = berat total tanah (kN)
- φ = sudut geser internal tanah (°)
- α = sudut pada bidang longsor (°)
- T<sub>m</sub> = kuat tarik perkuatan (kN/m')

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus diatas, didapatkan angka aman untuk tanah timbunan tanpa perkuatan sebesar 1,03 sehingga timbunan tersebut tidak aman. Sedangkan pada tanah timbunan yang menggunakan bambu sebagai perkuatan didapat angka aman sebesar 1,58 sehingga tanah timbunan tersebut dapat dikatakan aman (lihat Gambar 7).



Gambar 7 Bidang longsor tanah timbunan

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

1. Dari hasil uji bambu disimpulkan bahwa kuat tarik rerata tertinggi adalah bagian

kulit tanpa buku, yaitu mencapai 395,533 kN/m'. Benda uji, terutama bagian kulit, bersifat getas.

2. Dari segi kuat tariknya, dapat disimpulkan bahwa anyaman dan bilah bambu dapat menggantikan fungsi geotekstil pada perkuatan tanah timbunan. Anyaman bambu dapat berfungsi sebagai perkuatan tanah dan separator dalam jangka waktu tertentu. Keunggulan bambu adalah : kuat tarik tinggi, permukaan anyaman bambu yang kasar mampu menyediakan perlawanan geser yang besar, mudah didapat di Indonesia, dan harganya murah. Untuk perancangan perlu diperhatikan antara life time bambu dan kecepatan konsolidasi tanah.
3. Pada waktu konsolidasi tanah sudah tercapai, idealnya bambu akan lapuk. Lapukan bambu tidak akan mencemari lingkungan, sedangkan bahan sintesis meskipun sudah tidak berfungsi akan tetap utuh. Bahan ini akan terbuang percuma, karena sebenarnya fungsinya sudah tidak dibutuhkan lagi.

**Saran**

1. Mengingat pada saat uji tarik bambu masih terjadi patah geser, perlu dicoba bentuk spesimen lain yang dapat mendekati bentuk anyaman untuk uji bagian kulit dan buku.
2. Perlu dicoba uji lain terhadap bambu, antara lain: kuat lenturnya dan geser permukaan anyaman bambu dengan tanah, dan reduksi kekuatan bambu di tanah atau air.
3. Pada penelitian ini, pemanfaatan bambu pada perkuatan tanah hanya ditinjau dari perilaku kuat tariknya saja. Untuk pengembangan lebih lanjut perlu diteliti hal-hal lain, seperti : keawetan di dalam tanah, metode pengawetannya, dan lain-lain.