

**PERFORMANCE JALAN MENGGUNAKAN URUGAN BIASA  
DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL DI ATAS TANAH  
LUNAK**

MUHAMMAD ARSYAD, MT

Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat

Latar Belakang

Banjarmasin dan daerah sekitarnya, kondisi wilayah yang keadaan tanah dengan daya dukung rendah, karena daerah terendam dan tanahnya sangat lunak. Kerusakan jalan yang lebih cepat pada kondisi tanah dasar lunak. Pada umumnya urugan menggunakan urugan biasa. Tapi umumnya dengan urugan di atas tanah lunak ini, jalan akan rusak dengan cepat, biaya *maintenance* tinggi. Diperlukan waktu antara 5-10 tahun baru badan jalan mulai stabil. Sudah ada contoh di tempat lain, urugan dengan material pilihan diperkuat dengan *geotextile* ternyata membuat badan jalan lebih stabil dan tahan lama, *maintenance* relatif rendah, tapi dengan menggunakan material pilihan dari lokasi lain, akan memerlukan biaya (transportasi, waktu), menimbulkan masalah lingkungan, dan juga kesulitan mendapatkan material. Jadi berangkat dari latar belakang tersebut, perlu diuji coba melalui suatu penelitian.



## Permasalahan

Adapun permasalahan pada penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kinerja badan jalan menggunakan urugan biasa dengan perkuatan *geotextile* di atas tanah sangat lunak, seperti kondisi saat ini yang sering dilaksanakan?
2. Bagaimanakah korelasi antara tinggi timbunan dengan jumlah lapisan *geotextile*?

## Tujuan

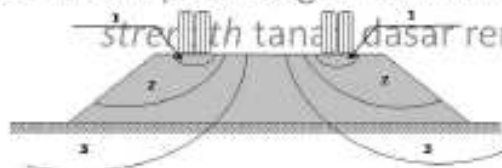
Beranjak dari permasalahan tersebut di atas, maka dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan kinerja badan jalan menggunakan urugan biasa dengan perkuatan *geotextile* di atas tanah lunak, seperti kondisi saat ini yang sering dilaksanakan.
2. Mendapatkan korelasi antara tinggi timbunan dengan jumlah lapisan *geotextile*.

## Kerangka Pemikiran Teoritis

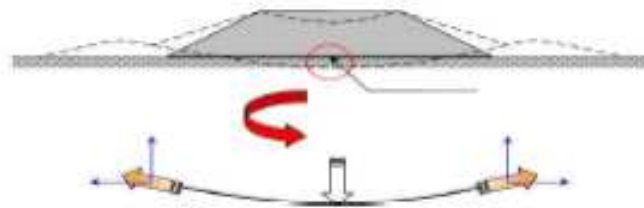
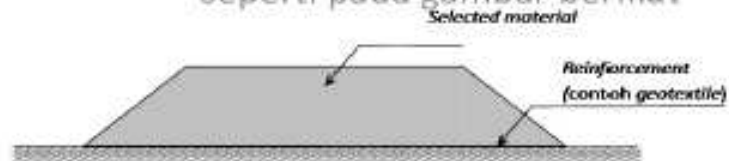
Pada pelaksanaan urugan ada tiga kemungkinan yang terjadi:

1. Kerusakan pada bagian jalur roda.
2. Kerusakan pada bagian lereng.
3. Kerusakan pada bagian bawah karena *shear* *strength* tanah dasar rendah.



Gambar 1 Kemungkinan Kerusakan Badan Jalan Urugan

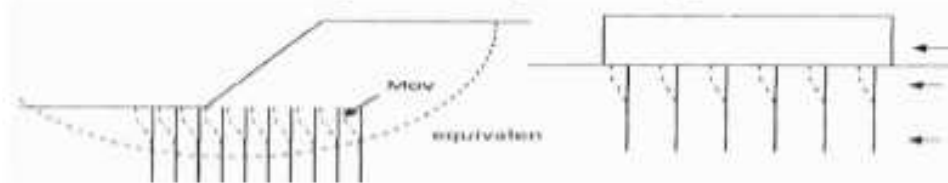
Kerusakan pada permasalahan 1 dan 2 dapat diatasi dengan menggunakan material pilihan, sedangkan kerusakan pada permasalahan 3 diatasi dengan reinforcement seperti halnya dengan *geotextile*, seperti pada gambar berikut



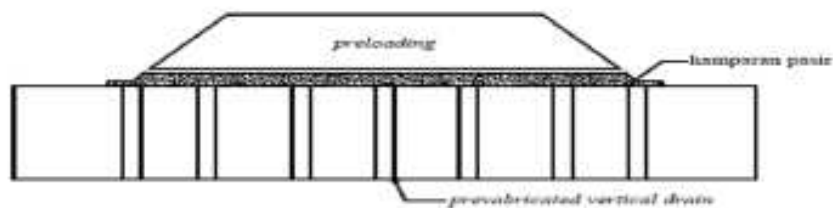
### Studi Terdahulu

Beberapa metode untuk penanganan badan jalan di atas tanah sangat lunak, di antaranya studi terdahulu yang pernah dilaksanakan adalah

- ❑ Penggunaan Konstruksi Cerucuk untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanah



- ❑ *Preloading dengan Preabricated Vertical Drains*



**Kegiatan Penelitian yang Telah Dilakukan**

Kondisi penelitian	Metode kajian penelitian	Analisis	Referensi
Tanggap (settlement) uji di atas pasir (lapangan, full scale), dengan dan tanpa geotekstil penguatan pada tanah lelele	Definisi pada di dasar yang memuat lelele	Pengujian langsung dan analisis menggunakan finite element method (FEM), model skala lapangan, model analitis	(Durguti et al., 2003)
Stabilitas tinggi aman tanggul dengan perlakuan geotekstil (settlement) pada tanah lelele	Mencari tinggi aman terhadap pemukiman (settlement) yang terjadi	Analisis stabilitas tinggi tanggul dengan menggunakan software (Slope)	(Kasim et al., 2012)
Evaluasi geotekstil jenis PET (Polyester) and PP (Polypropylene) perlakuan rekayasa pada tanah lelele	Mencari stabilitas longsor dan rekayasa yang dipertimbangkan geotekstil	Analisis stabilitas longsor terhadap rekayasa dengan perlakuan PET dan PP dengan menggunakan software GEO5	(Yuni et al., 2011)
Perlakuan rekayasa dengan geotekstil	Mencari pengaruh vertikal dan horizontal lateral	Analisis dengan finite element method (FEM)	J.L. Liu et al., 2008
Rekayasa dengan perlakuan dan tanpa perlakuan geotekstil	Mencari pengaruh vertikal dan horizontal lateral	Analisis pengujian di lapangan, skala model laboratorium dan analisis numerik	So-Chan Choi (2007)

**Penelitian yang Berkenaan Soilbag**

No.	Referensi	Tujuan Penelitian
1.	Elis et al., (2004)	Soilbag telah lama digunakan untuk memperbaiki tanggul terhadap longsor dan digunakan untuk memperbaiki keadaan di kawasan daratan
2.	Yu et al., (2002)	Menggunakan metode pengujian tanah dengan menggunakan soilbag dan menggunakan aplikasi untuk studi kasus yang melibatkan aktual lokasi dan perbedaan longsor tanah di sepanjang lereng jalan raya
3.	Hallinan, (1996)	Soilbag, sebagai struktur perkuatan pada lereng, terutama pada pantai sempit, semakin dibutuhkan dan secara luas digunakan untuk daratan longsor, perkuatan dalam tanggul dan tanggul, dan juga sebagai elemen konstruktif untuk pengendalian erosi, perkuatan pemukiman lereng lereng, tanggul, pemukiman pemukiman dan pengisian galian pasir
4.	Buathala et al., (2003)	Evaluasi sejauh mana perbaikan pada lereng yang digunakan untuk soilbag dan bagaimana aplikasi di zona soilbag ini digunakan
5.	Kasim and Kusum (2000)	Observed the field performance of these geotextile fabric can be used in contrast to the results from (1) lapangan long pasir
		Dijelaskan bahwa long pasir telah diperbaiki menggunakan geotekstil dengan hasil dari (1) menggunakan pasir
6.	Yusuf and Sudo-Molina, (2007)	Dijelaskan perkuatan lereng geotekstil menggunakan struktur treatment yang dilakukan dari model ini dilakukan dan analisis
7.	Sudhoff et al., (2007)	Tan model skala besar pada stabilitas lereng dan soilbag di lereng yang digunakan di darat dan rekayasa lereng berkecukupan soilbag, termasuk contoh aplikasi yang dilakukan
8.	Shin and Oh (2007)	Menggunakan analisis stabilitas dengan dan dengan soil lelele tanggul lereng. Dalam studi mereka, hasil uji model skala yang dilakukan dengan menggunakan geotekstil dan lelele lereng perkuatan pada di pantai yang di pantai lereng dan lereng yang

9.	Soeji and Darmasari (2007)	Mempertahankan bentuk defleksi dari tanggul pada tanggul dengan stabilitas tanggul pada treatment
10.	Mahmudi and Lili (2003)	Depan itu, tanggul yang dibangun untuk melindungi struktur pemukiman. Perencanaan terhadap tanggul dalam melindungi struktur pemukiman sangat penting karena tanggul merupakan prasyarat tanah dengan tanggul serta kemiringan tanggul adalah terpapar lama oleh sinar ultraviolet
11.	Mahmudi and Lili (2003)	<p>Diingat kelestarian dan tanah pengisian oleh tanggul, sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Daya dukung tanah lunak dapat ditingkatkan dengan 5-10 kali menggunakan tanggul</li> <li>2. Tanggul mudah dibangun. Perencanaan awal harus tidak dipertahankan, dan biaya sangat murah dapat dibangun.</li> <li>3. Tanggul mudah dibangun karena tidak menggunakan peralatan mesin atau bahan kimia. Kebanyakan metode konstruktif sangat mudah.</li> <li>4. Bahan-bahan yang terkandung dalam tanggul adalah dapat setiap tahun konstruktif seperti pasir, kerikil, beton, aspal, dan lain-lain. Tidak berbahaya, dampak dari limbah konstruktif terhadap lingkungan dapat dihindari.</li> <li>5. Tanggul mudah memiliki kuat tahanan yang tinggi, yang hampir seperti M/D, hampir setara dengan 1/10 kali dari beton biasa.</li> <li>6. Lalu lintas atau kendaraan lainnya dapat dikurangi karena permukaan gresis oleh tanggul.</li> <li>7. Saat lalu-lintas bisa dikurangi jika bahan-bahan granular digunakan.</li> </ol>
12.	Mahmudi (2003)	Mempertahankan bentuk daya dukung pondasi yang bisa sangat meningkat jika bagian dari pondasi dibangun dengan perkuatan yang lebih baik.
13.	Shari et al. (2007) and Sa et al. (2007)	Tanggul digunakan untuk mengisi kolam di jalan raya & Perumahan Bangun, Cina. Hasil uji lapangan menunjukkan bahwa tanggul efektif dalam mengurangi permasalahan tanah dasar dan mudah konstruktif biaya ekonomis.

### Stabilitas *Embankment* di Atas Tanah Lunak

Analisa stabilitas timbunan dapat dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Menghitung besarnya momen perahan (resistance moment = MR )

$$MR = \tau \times R$$

dimana :

$\tau$  = gaya geser tanah lunak

R = jari-jari bidang gelincir, didapat dari analisa stabilitas

2. Menghitung gaya geser  $\tau$ , akibat tanah timbunan dengan langkah sebagai berikut

- Menghitung berat tanah timbunan diatas bidang longsor , W

$$W = At \times \gamma$$

dimana :

At = luas tanah timbunan di atas bidang gelincir

$\gamma$  = berat volume tanah timbunan

Menghitung berat tanah timbunan diatas bidang longsor ,  $W$   
 $W = At \times \gamma$   
 dimana :  
 $At$  = luas tanah timbunan di atas bidang gelincir  
 $\gamma$  = berat volume tanah timbunan

Menghitung normal  $W$  terhadap bidang longsor,  $N$   
 $N = W \cos \alpha$   
 dimana :  
 $W$  = berat tanah timbunan di atas bidang longsor  
 $\alpha$  = sudut kemiringan bidang longsor

$\sigma_n = \frac{N}{L}$   Menghitung tegangan normal,  $\sigma_n$

dimana :  
 $N$  = normal  $W$  terhadap bidang longsor  
 $L$  = panjang bidang longsor pada timbunan

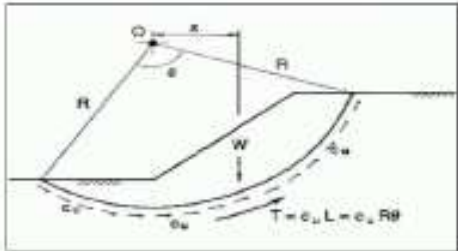
Menghitung tegangan geser,  $\tau$   
 $\tau = \sigma_n \tan \phi_{\text{timbunan}} + C$

3. Menghitung momen penahan

$MR - awal = R \{ (\tau_1 \times AB) + (\tau_2 \times BC) \}$   
 dimana :  
 $R$  = jari-jari bidang gelincir  
 $\tau_1$  = gaya geser pada tanah timbunan  
 $\tau_2$  = gaya geser pada bidang gelincir

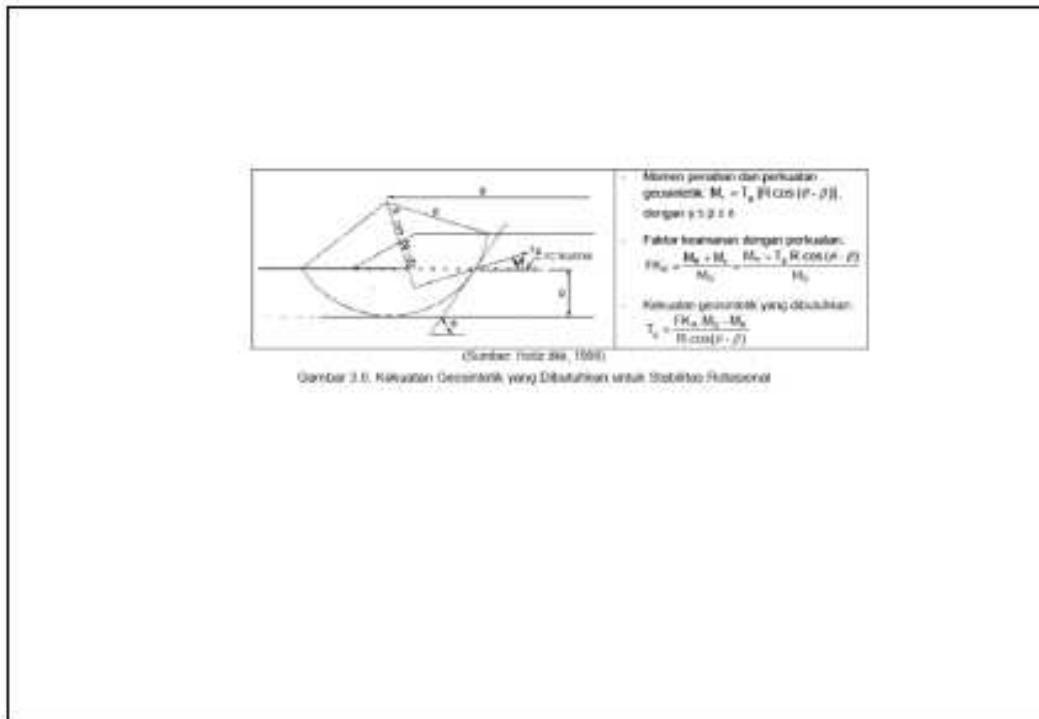
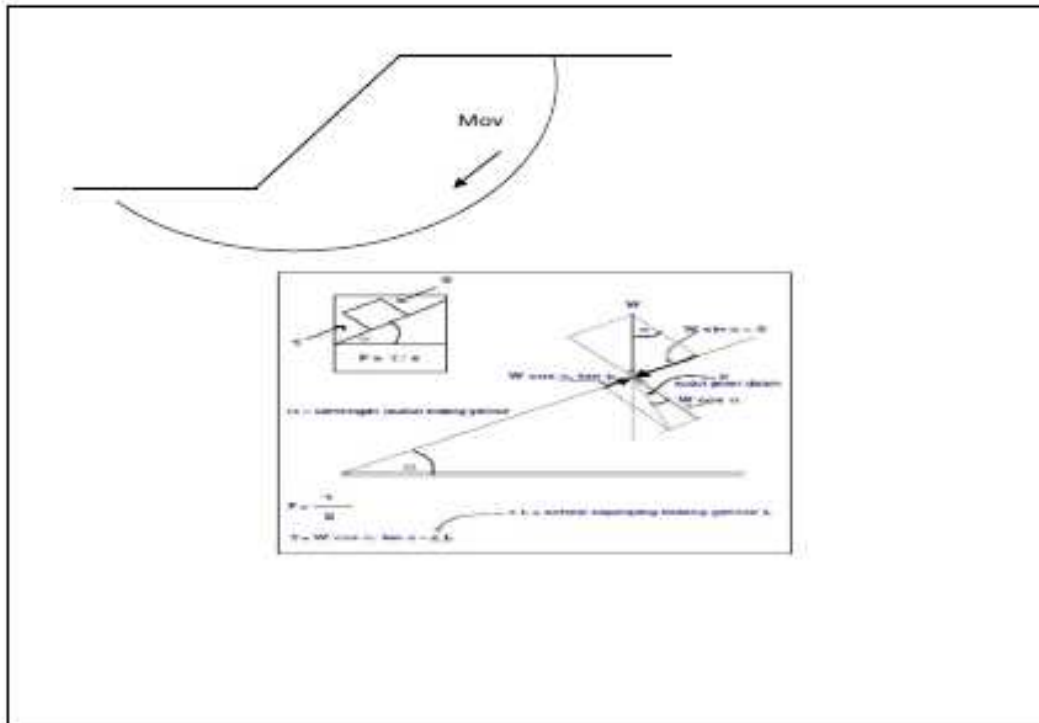
4. Menghitung momen dorong (MOV)

$SF = MR - awal / MDV$



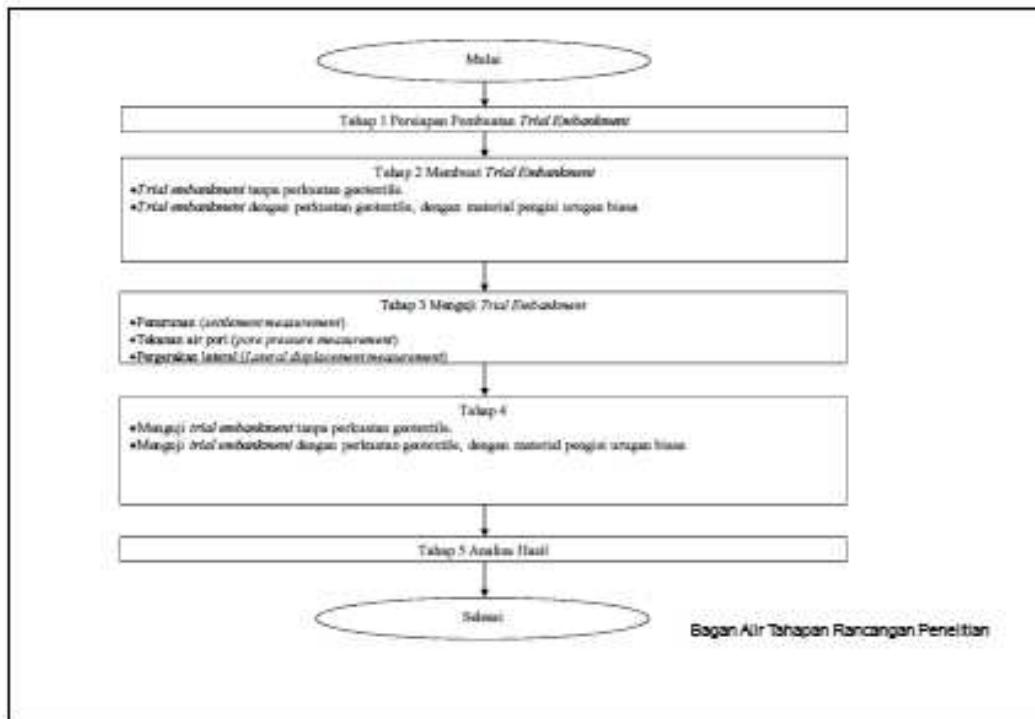
The diagram illustrates a slope stability analysis. It shows a failure surface (dashed line) and a failure wedge (solid line). The weight of the failure wedge is  $W$ . The radius of the failure surface is  $R$ . The failure surface is divided into two segments, AB and BC. The failure surface is defined by the equation  $T = c_u L = c_u R\theta$ . The failure surface is also defined by the equation  $T = c_u L = c_u R\theta$ . The failure surface is also defined by the equation  $T = c_u L = c_u R\theta$ .

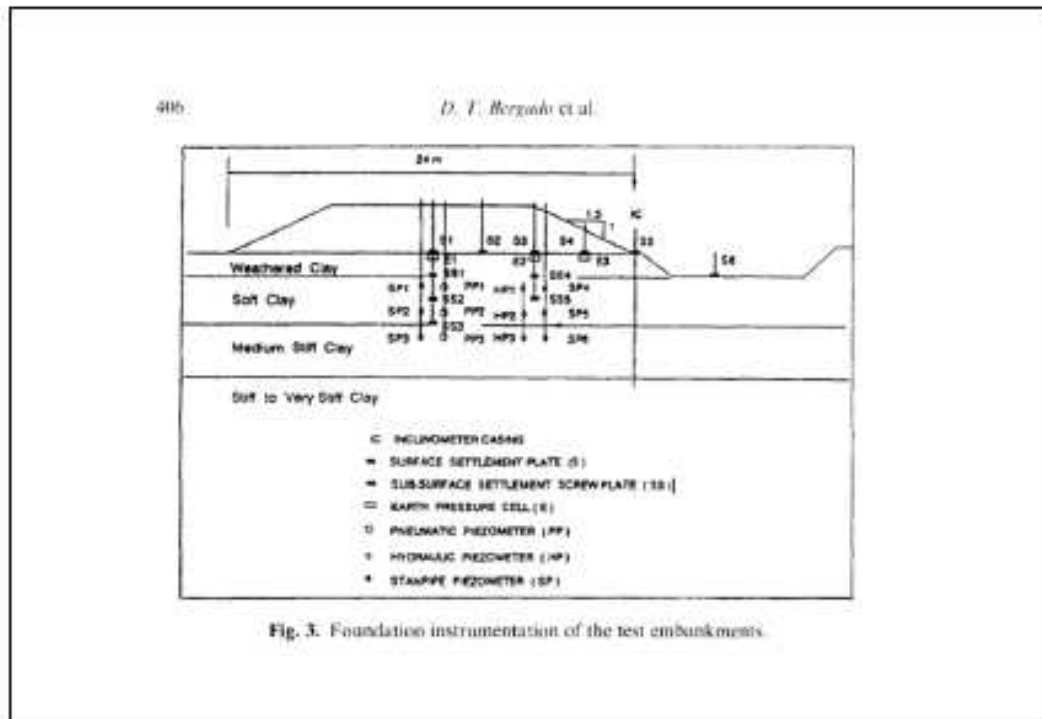
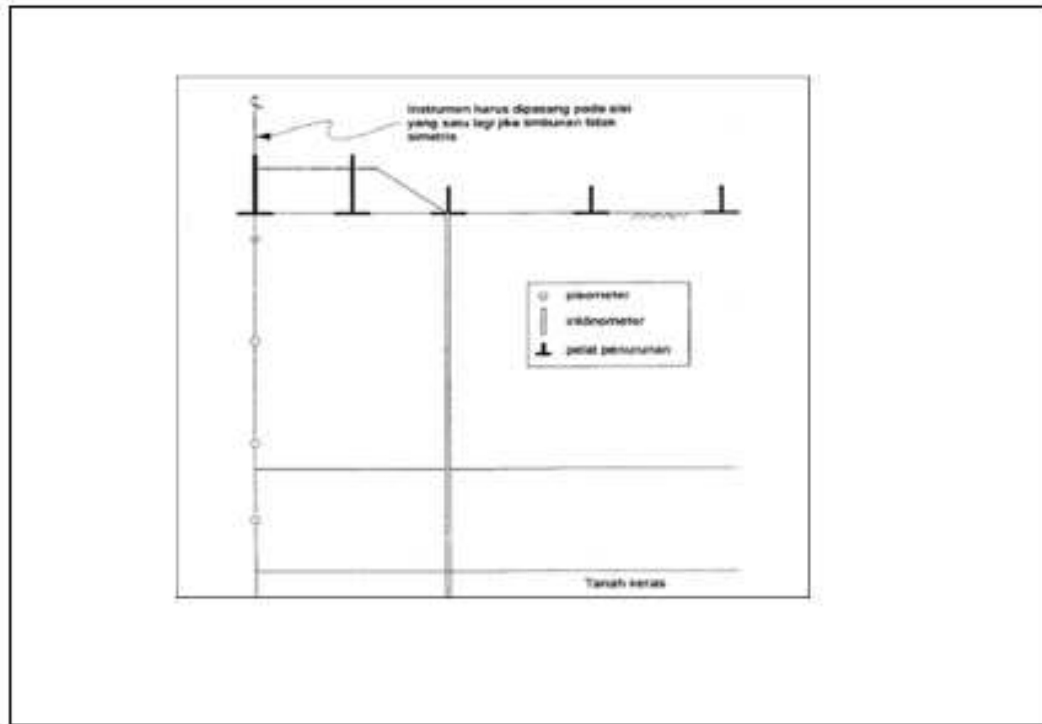


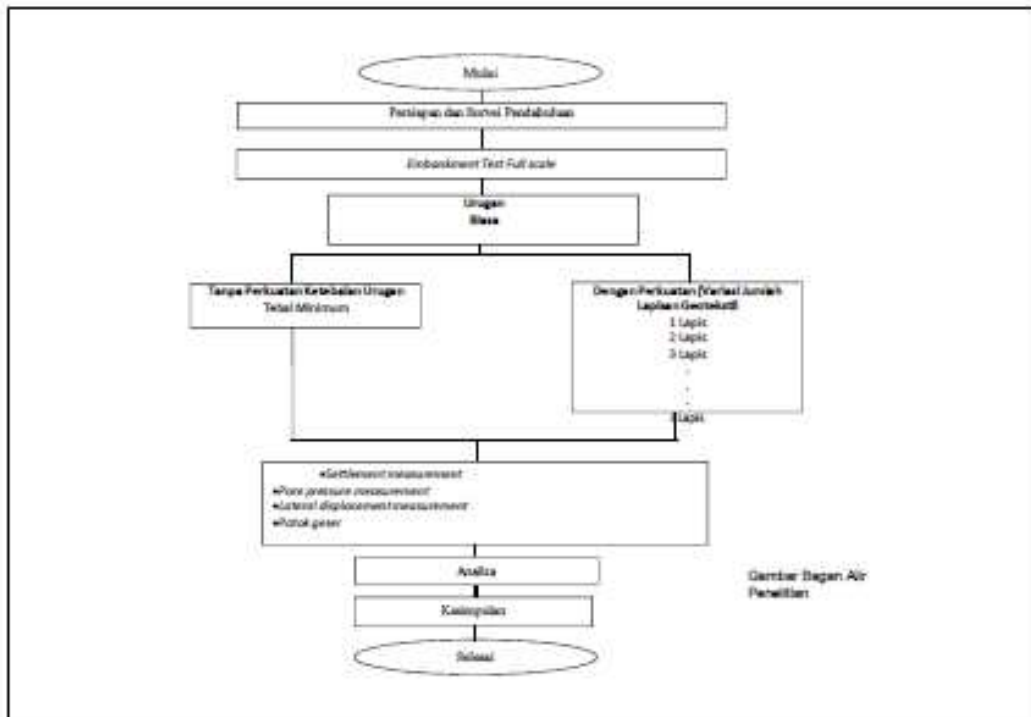
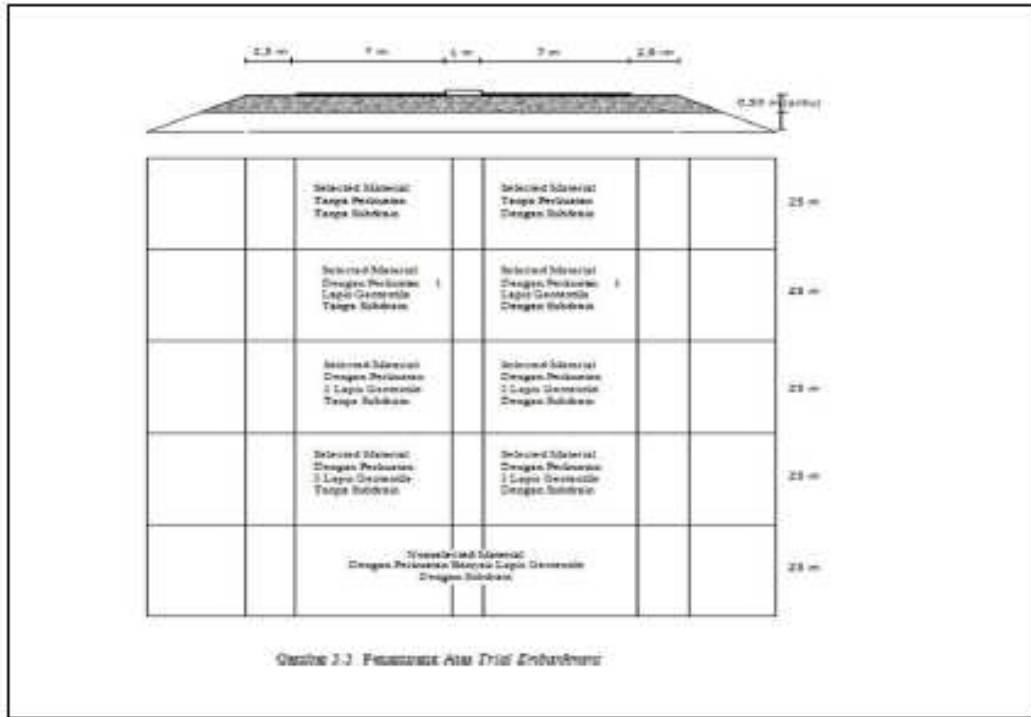


## Metode Penelitian

Dalam penelitian ini langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:







**Penyelidikan Lapangan**

Penyelidikan lapangan dilakukan untuk mendapatkan informasi lapisan tanah bawah permukaan, di mana data ini sangat diperlukan baik dalam perencanaan, penanggulangan maupun dalam pelaksanaan. Penyelidikan ini bertujuan untuk mengetahui jenis tanah, kedalaman lapisan tanah keras, kekuatan serta konsistensi pada setiap lapisan.

**Pengujian Laboratorium**

Tujuan dilakukan pengujian laboratorium adalah untuk memperoleh data mengenai sifat fisik maupun sifat teknik dari tanah yang bersangkutan. Pengujian laboratorium dilakukan terhadap contoh tanah, baik terganggu maupun tidak terganggu

**Tabel Penyelidikan Lapangan**

No.	Jenis penyelidikan	Standar acuan	Tujuan dan kegunaan
1.	Pemetaan topografi dan geologi lokal	SNI 03-2849-1992 (pemetaan geologi)	Gambaran permukaan tanah lokasi proyek
2.	Pengeboran	ASTM D 2113-83 (1993)	a) Gambaran visual dari tanah (stratigrafi tanah pada lokasi proyek) b) Urut muka air tanah c) Pengambilan contoh tanah dan jenis tanah
3.	Pengujian penetresi standar (SPT)	SNI 03-4153-1996	a) Tingkat kepadatan dan konsistensi tanah b) Pengambilan contoh tanah terganggu untuk uji sifat-sifat indeks di laboratorium c) Untuk mengetahui efektivitas stabilisasi dangkoi dengan membandingkan nilai N dari SPT sebelum dan setelah konstruksi
4.	Pengambilan contoh tanah tak terganggu (Spesifikasi Tabung Dinding Tipis untuk Pengambilan Contoh Tanah Berkehasi Tidak Terganggu)	SNI 03-4148-1996	a) Untuk pengujian laboratorium yaitu sifat-sifat indeks dan mekanik b) Untuk mengetahui efektivitas stabilisasi dangkoi dengan membandingkan sifat-sifat indeks dan mekanik sebelum dan setelah konstruksi
5.	Uji geser beling lapangan	SNI 06-2487-91	a) Kuat geser tek terdrainase lapangan tanah lunak b) Untuk mengetahui efektivitas stabilisasi dangkoi dengan membandingkan kuat geser tek terdrainase sebelum dan setelah konstruksi
6.	Penyondiran, secara mekanik maupun elektrik	SNI 03-2827-1992	a) Untuk mengetahui konsistensi tanah b) Stratigrafi tanah pada lokasi proyek c) Korelasinya dengan sifat mekanik d) Untuk mengetahui efektivitas stabilisasi dangkoi dengan membandingkan bebanan konus sebelum dan setelah konstruksi

Tabel Penyelidikan Laboratorium

No.	Jenis pengujian	Standar acuan	Tujuan dan kegunaan
1.	Pengujian sifat indeks: - Kepadatan - Berat jenis - Kadar air - Batas-batas Atterberg - Distribusi ukuran butir	- SNI 03-2628-1992 - SNI 03-1964-1990 - SNI 03-1965-1990 - SNI 03-1967-1990, SNI 03-1966-1990, SNI 03-3422-1994 - SNI 03-3423-1994	a) Dilakukan pada tahap sebelum konstruksi guna menentukan sifat awal tanah untuk perencanaan stabilisasi dangkal, juga untuk perencanaan campuran lapisan yang distabilisasi b) Dilakukan pada tahap setelah konstruksi untuk menegakkan peningkatan lapisan yang distabilisasi, juga efektivitas stabilisasi dangkal dengan membandingkan perubahan sifat indeks
2.	Pengujian sifat teknik - Kuat tekan bebas - Konsolidasi	- SNI 03-3638-1994 - SNI 03-2812-1992	a) Kuat tekan bebas ( $q_u$ ) untuk analisis stabilitas lereng dan daya dukung tanah b) Sifat konsolidasi, seperti angka pori awal ( $e_0$ ), indeks kompresi ( $C_c$ ), koefisien konsolidasi ( $c_v$ ) dan tegangan pra konsolidasi ( $P_c$ ), untuk memperkirakan penurunan tanah akibat pembebanan pada timbunan yang dimaksud c) Dilakukan pada tahap sebelum konstruksi untuk menentukan sifat awal tanah serta dilakukan pada tahap setelah konstruksi untuk mendapatkan hasil peningkatan dari stabilisasi dangkal dengan membandingkan perubahan kuat geser, angka pori dan tegangan pra konsolidasi

111

H. S. Ruspandi et al.

MEASURED DATA

The main results obtained during construction of the CE and HCE embankments are given in Figs 15-17. The measured results are summarized as follows:

Lateral displacement

Lateral displacements of the two embankments are plotted together in Fig. 15. Up to the height of 3 m, the displacements in both embankments were nearly the same, and the maximum displacement was observed at a depth of 3 m. The maximum horizontal displacement of the CE embankment on 4 February 1993, the day before failure, was 17 cm, and occurred at the ground surface. The displacements of the ground surface of the HCE embankment at 4.2 m height was even smaller than of the CE embankment on the day before failure ( $\Delta H = 4$  cm). However, the maximum displacement of the HCE embankment still occurred at a depth of 2.5 m with a magnitude of 19 cm, and was about 3 cm larger than that of the CE embankment. This seems can be explained by the fact that: (a) the vertical load acting on the ground surface of the HCE embankment was larger than that of the CE embankment because of the extra 0.2 m height and the increased total wet weight due to rainfall during construction of the

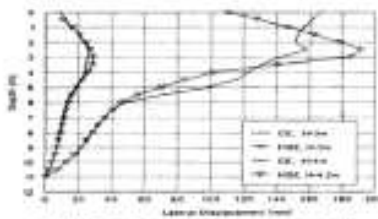
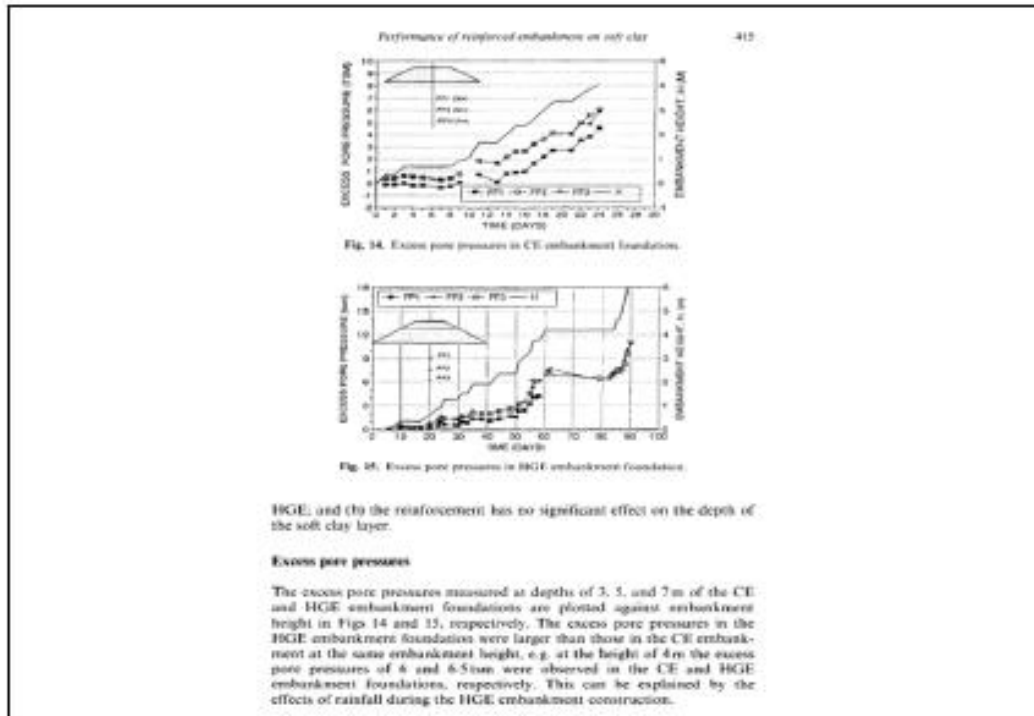


Fig. 15. Lateral displacements of CE and HCE embankments.



Kesimpulan dari penelitian  
Bergado, 1994

#### CONCLUSIONS

- (1) The use of high-strength geotextiles as base reinforcement can considerably increase the ultimate height of an embankment on soft clay (up to 2 m or more). The rupture of the geotextile occurred at large deformation of foundation soil (average strain of 5%).
- (2) At stress levels lower than the limit state of an unreinforced embankment, the strains in the geotextile are controlled mainly by the lateral displacement of the weathered crust beneath the reinforcement. At low stress level, there were no differences in lateral displacements between the foundations of the CE and HGE embankments. When the embankment height was increased, the base reinforcement decreased the lateral movement of the ground. However, it seems that the geotextile has no significant effects on the lateral movements of the soft clay layer below the weathered crust.
- (3) The high-strength geotextile reinforcement can be used effectively on soft soils that can sustain large deformation (average strain of 5%) during construction.

### Sumber Pustaka

D. T. Bergado, 1994, *Performance of Reinforced Embankment on Soft Bangkok Clay with High-Strength Geotextile Reinforcement*

Departemen Pekerjaan Umum, 2009, *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik*