

**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

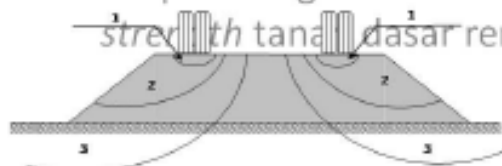
Beranjak dari permasalahan tersebut di atas, maka dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini adalah:

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

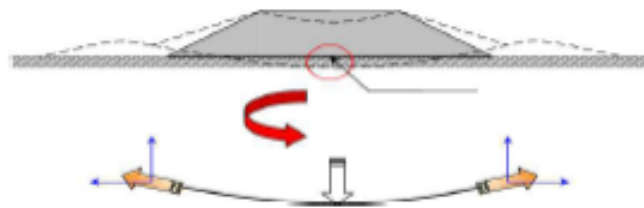
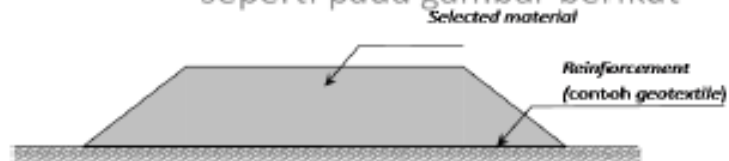
Pada pelaksanaan urugan ada tiga kemungkinan yang terjadi:

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

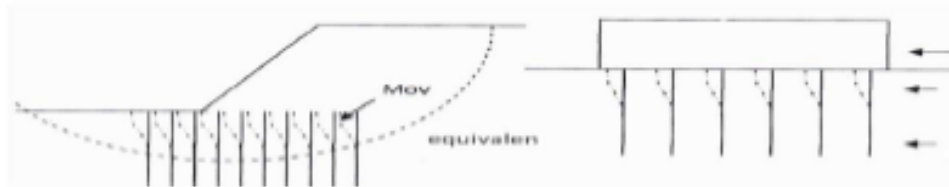
Kerusakan pada permasalahan 1 dan 2 dapat diatasi dengan menggunakan material pilihan, sedangkan kerusakan pada permasalahan 3 diatasi dengan *reinforcement* seperti halnya dengan *geotextile*, seperti pada gambar berikut



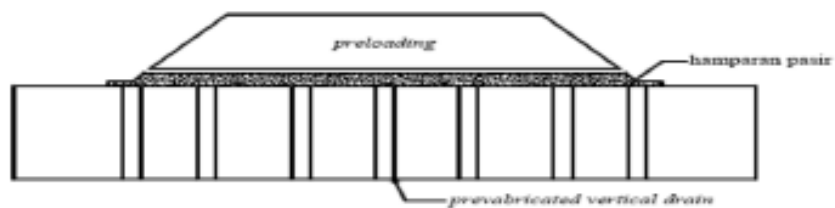
### Studi Terdahulu

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
Tanggul (settlement) uji di atas pondasi (lapangan, full scale) dengan dan tanpa geotekstil penguatan pada tanah lelele	Informasi platina di dasar yang memuat tanah	Pengukuran langsung dan analisis menggunakan finite element method (FEM), model skala lapangan, kondisi actual	(Djegadi et al., 2002)
Stabilitas tanggul aman tanggul dengan pakuatan geotekstil (settlement) pada tanah lelele	Mencari tanggul aman terhadap penurunan (settlement) yang terjadi	Analisis stabilitas tanggul dengan menggunakan software Plaxis	(Kusni et al., 2013)
Evaluasi geotekstil jenis PET (Polyester) and PP (Polypropylene) pakuatan rekonsolidasi pada tanah lelele	Mencari stabilitas lereng dan rekonsolidasi yang dipertahankan dengan geotekstil	Analisis stabilitas lereng terhadap rekonsolidasi dengan pakuatan PET dan PP dengan menggunakan software GEO5	(Vasli et al., 2011)
Pakuatan rekonsolidasi dengan geotekstil	Mencari pergerakan vertikal dan pergerakan lateral	Analisis dengan finite element method (FEM)	J.L. Liu et al., 2008
Rekonsolidasi dengan pakuatan dan tanpa pakuatan geotekstil	Mencari pergerakan vertikal dan pergerakan lateral	Analisis pergerakan di lapangan, skala model laboratorium dan analisis numerik	Jin-Chan Chai dkk (2002)

**Penelitian yang Berkenaan Soilbag**

No.	Referensi	Yakut Perbaikan
1.	Kim et al., (2004)	Soilbag telah lama digunakan untuk memprediksi tanggul terhadap banjir dan digunakan untuk membangun struktur sementara dalam keadaan darurat
2.	Choi et al., (2003)	Menggunakan metode penguatan tanah dengan menggunakan soilbag dan mengembangkan aplikasi untuk studi kasus yang melibatkan rekonsolidasi tanah dan perlindungan lereng tanah ekspansi/ kontraksi dalam rupa
3.	Hallinan, (1999)	Soilbag, sebagai struktur perlindungan pantai baru, terpasang pada pantai berpasir, semakin dibutuhkan dan secara luas digunakan untuk deretan tanggul perlindungan dalam bentangan dan tanggul, dan juga sebagai elemen kontrol untuk pengendalian erosi, perlindungan gerbang bendung, tanggul, pemukiman, pemukiman perikanan dan penguatan gerdam pasir
4.	Rastello et al., (2002)	Diketahui sejauh perbandingan jenis bahan yang digunakan untuk soilbag dan bagaimana aplikasi di mana soilbag ini digunakan
5.	Kusner and Kusner (2000)	Described the field performance of three geotextile tube case histories contrasted to the results from 12 hanging bag tests
		Dijelaskan kinerja bag yang terpasang sejauh kasus geotekstil kontrol dengan hasil dari 12 menggunakan tes tes
6.	Yasuhara and Rado-Bilina, (2007)	Dijelaskan perkembangan terbaru geotekstil wrap-around structure reinforcement yang dihasilkan dari model tes skala kecil dan analisis.
7.	Saathoff et al., (2007)	The model skala besar pada stabilitas hidrolik dari soilbag di Jerman yang disajikan disini dari rekonsolidasi Arman berurusan dengan soilbag, termasuk contoh aplikasi yang dibahas
8.	Shin and Oh (2007)	Mengpresentasikan analisis stabilitas dengan dua dimensi teori lereng rekonsolidasi. Dalam studi mereka, hasil uji model hidrolik yang terkait dengan teknologi tanggul geotekstil dan kasus sejarah perlindungan pantai di pantai Yang-do di pantai timur dari Korea yang

9.	Razin and Chansai (2007)	Menunjukkan bahwa defleksi dari selang pasir mengakibatkan stabilitas selang pasir erosi
10.	Matsuka and Liu (2001)	Sejarah, sel bage jering digunakan untuk membangun struktur pemukiman. Pemasangan terdapat sel bage dalam membangun struktur pemukiman sangat terencana karena kerangka rekayasa rekayasa pegasan tanah dengan sel bage serta ketahanan sel bage adalah terpapar lama oleh sinar ultraviolet
11.	Matsuka and Liu (2001)	Dirigikan kerangka dari tanah pegasan oleh sel bage, sebagai berikut: 1. Daya dukung tanah lunak dapat ditingkatkan dengan 5-10 kali menggunakan sel bage. 2. Sel bage mudah dibuang. Perawatan kontrolisasi bentuk tidak diperlukan, dan hanya terbagi saja dapat ulang. 3. Sel bage mudah dituangkan karena tidak menggunakan apapun semen atau bahan kimia. Kebutuhan rekayasa kontrolisasi sangat mudah. 4. Rakas-bakas yang terdapat dalam sel bage bahkan dapat ulang bentuk kontrolisasi seperti dasar ulang beton, aspal, lan dan lain. Oleh karena itu, dampak dari limbah kontrolisasi terhadap lingkungan dapat dikurangi. 5. Sel bage sendiri memiliki kuat tekan yang tinggi, yang hampir sampai 30%, hampir setara dengan 1/10 kali dari beton biasa. 6. Laju leras atau molekulisasi getas dapat dikurangi karena penyusutan getas oleh sel bage. 7. Frost nilai-tanah bisa dikurangi jika bahan kasar granular digunakan.
12.	Matsuka (2001)	Menunjukkan bahwa daya dukung pondasi yang bisa sangat meningkat jika bagian dari pondasi dirangkas dengan perlakuan yang lebih baik.
13.	Shao et al. (2005) and Xu et al. (2007)	Sel bage digunakan untuk mengisi kolam di jalan raya di Provinsi Jiangsu, Cina. Hasil uji lapangan menunjukkan bahwa sel bage efektif bisa mengurangi penyusutan tanah dasar dan mudah memantapkan biaya rekayasa.

### Stabilitas *Embankment* di Atas Tanah Lunak

Analisa stabilitas timbunan dapat dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

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

$$MR = \tau \times R$$

dimana :

$$\tau = \text{gaya geser tanah lunak}$$

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

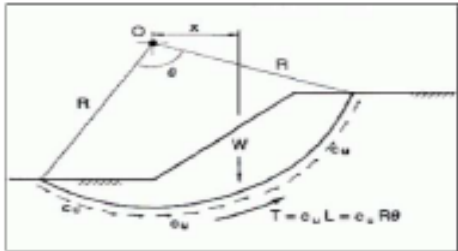
Menghitung tegangan geser,  $\tau$   
 $\tau = \sigma_n \tan \phi_{\text{timbunan}} + C$

3. Menghitung momen penahan

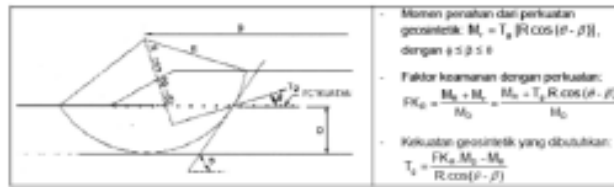
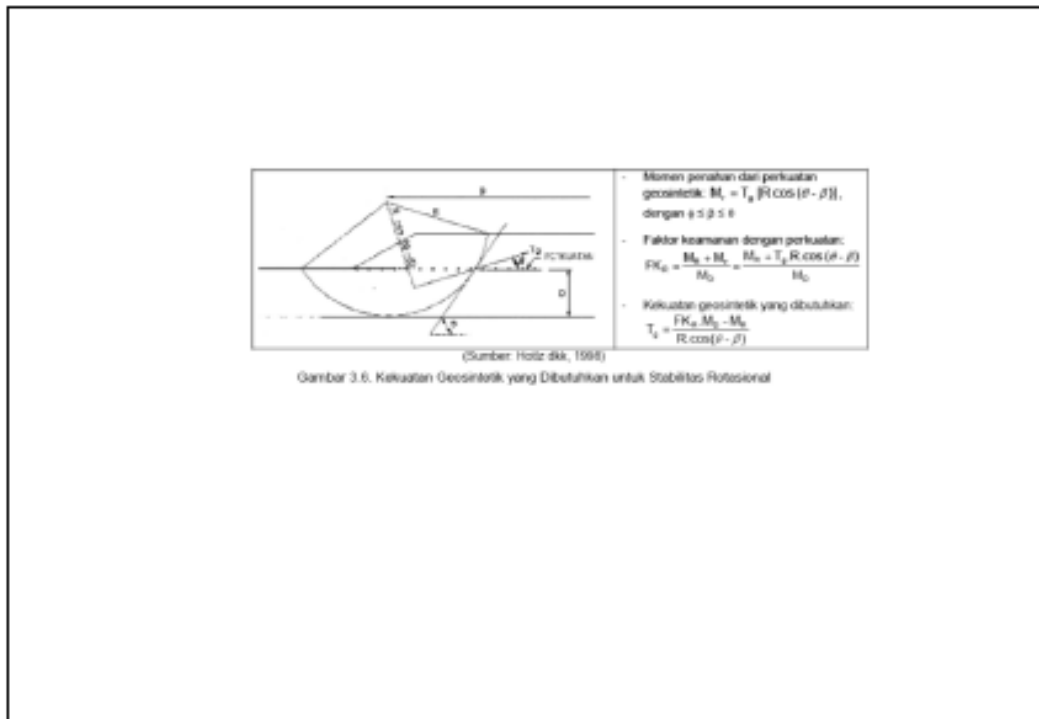
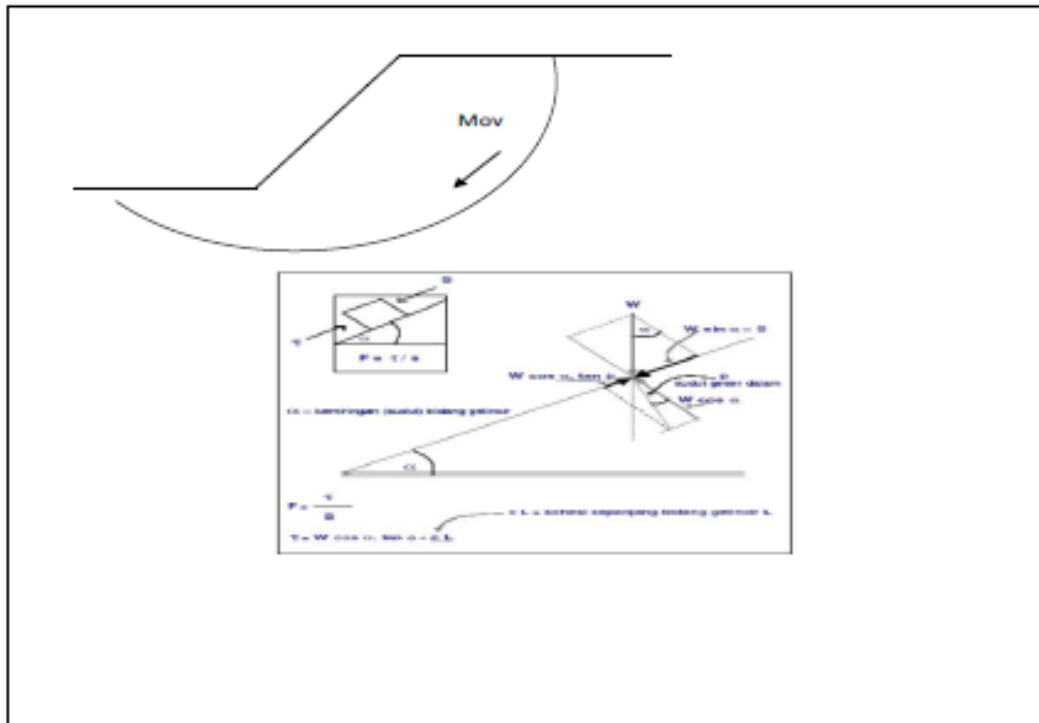
$MR - awal = R [(\tau_1 \times AB) + (\tau_2 \times BC)]$   
 dimana :  
 $R$  = jari-jari bidang gelincir  
 $\tau_1$  = gaya geser pada tanah timbunan  
 $\tau_2$  = gaya geser pada bidang gelincir

4. Menghitung momen dorong (MOV)

$SF = MR - awal / MOV$







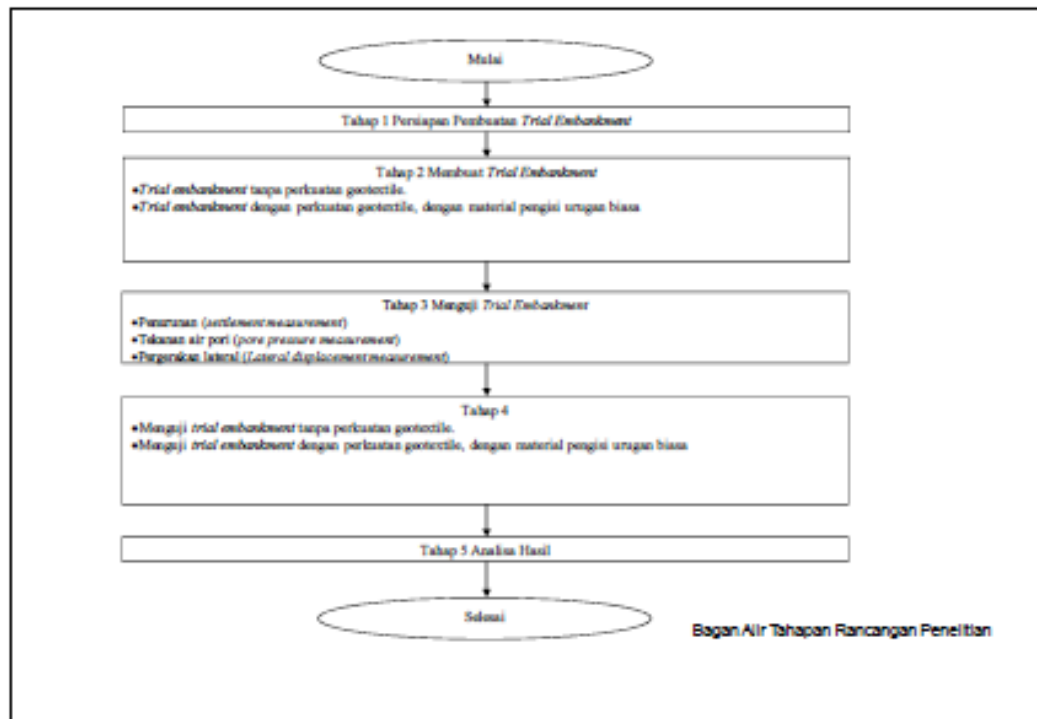
(Sumber: Holtz dkk, 1998)

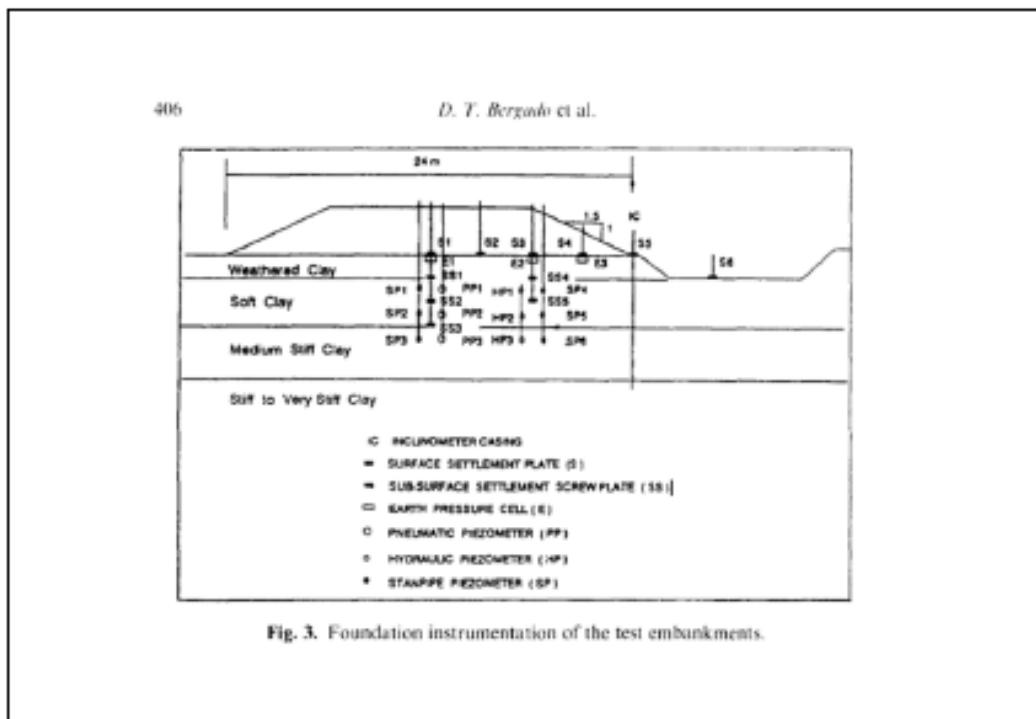
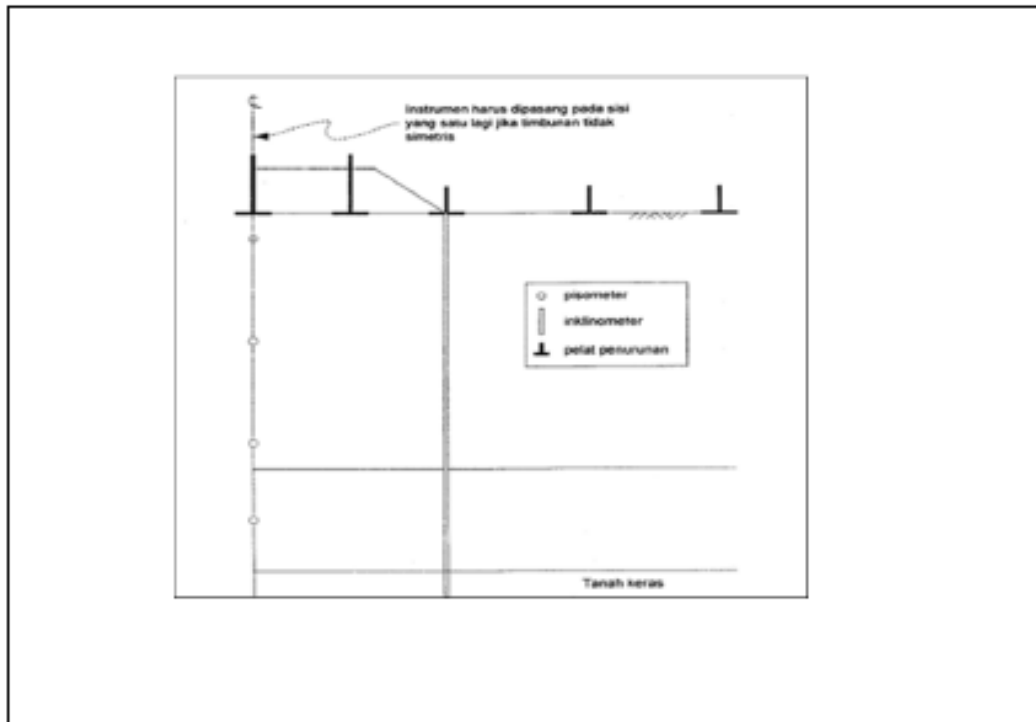
Gambar 3.6. Kekuatan Gesintek yang Dibutuhkan untuk Stabilitas Rotasional

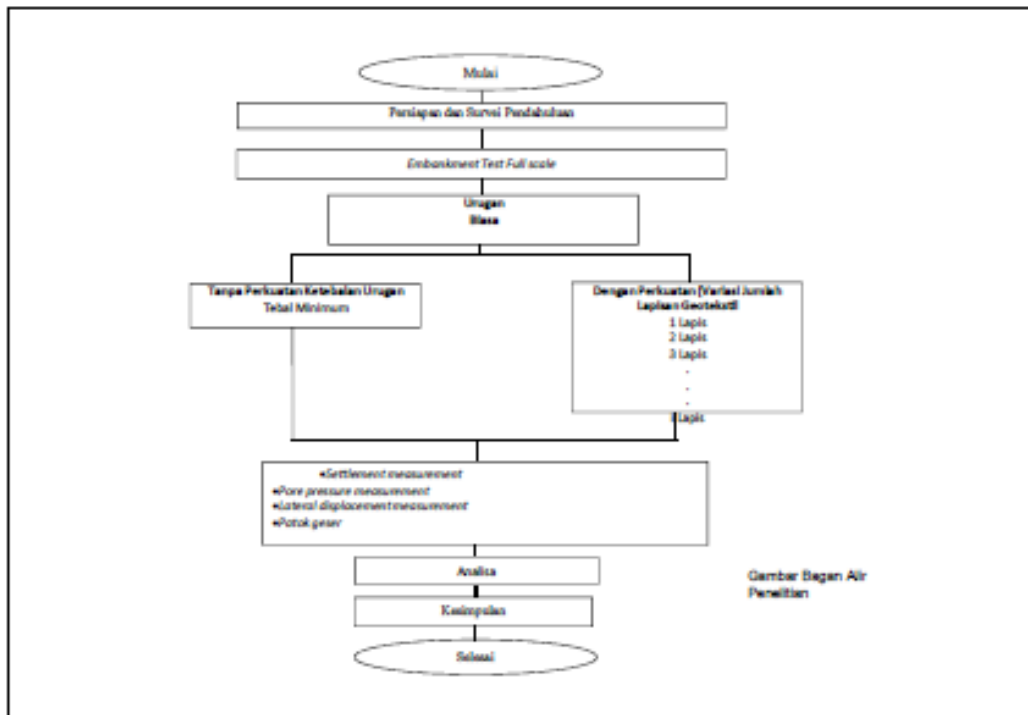
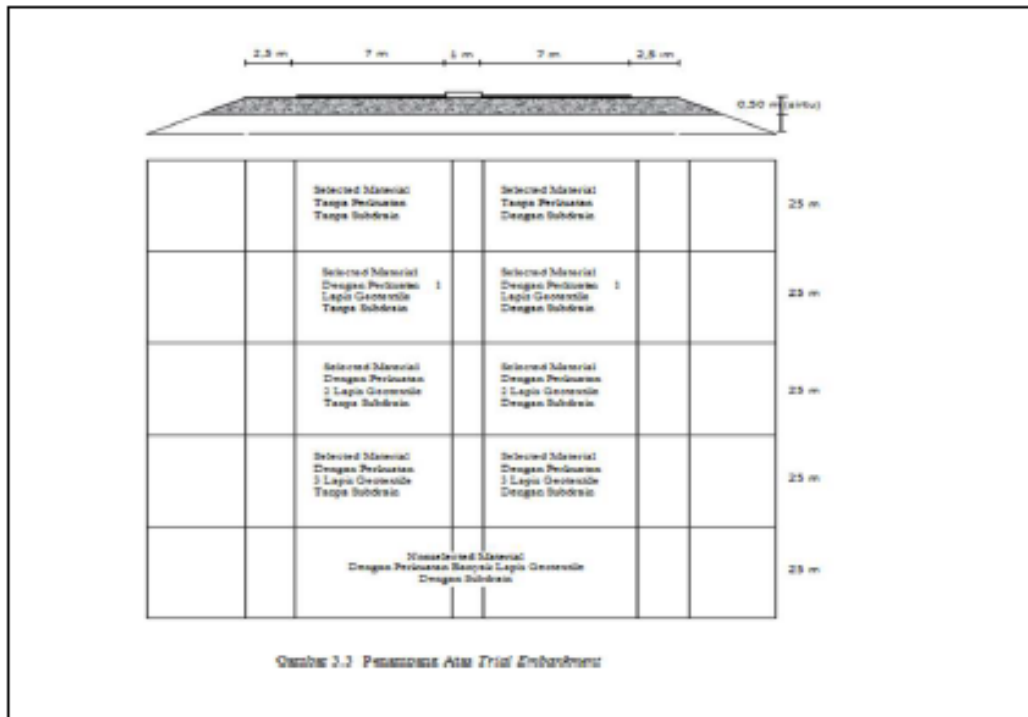
- Momen peratan dari kekuatan gesintek:  $M_s = T_s [R \cos (\theta - \beta)]$ , dengan  $\theta \leq \beta \leq \theta$
- Faktor keamanan dengan perkuatan:  $FK_s = \frac{M_s + M_c}{M_c} = \frac{M_s + T_s R \cos (\theta - \beta)}{M_c}$
- Kekuatan gesintek yang dibutuhkan:  $T_s = \frac{FK_s M_c - M_s}{R \cos (\theta - \beta)}$

## 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**

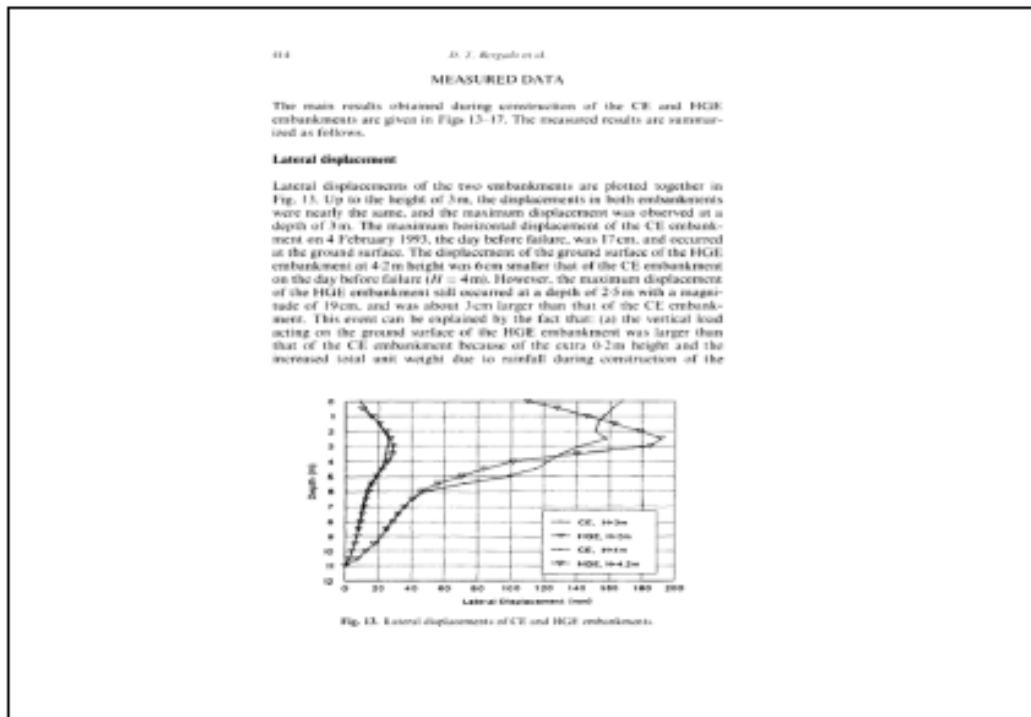
Tujuan dilakukan pengujian laboratorium adalah untuk memperoleh data mengenai sifat fisik maupun sifat teknik dari tanah yang bersangkutan. Pengujian laboratorium dilakukan terhadap contoh tanah, baik terganggu maupun tidak terganggu

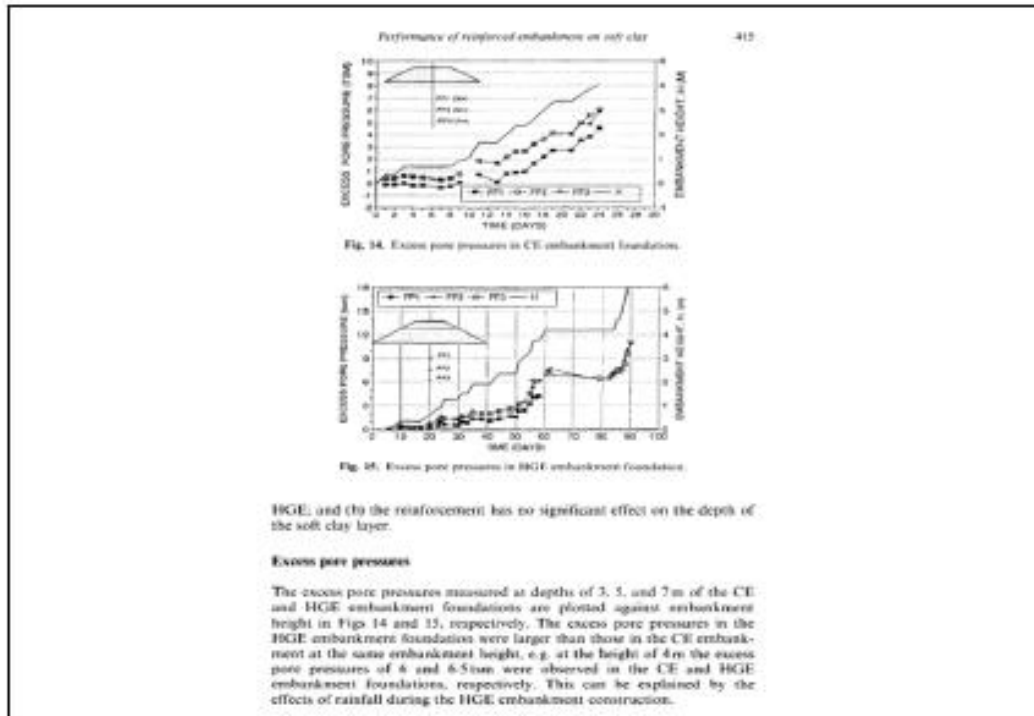
**Tabel Penyelidikan Lapangan**

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) Letak 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 dangkal dengan membandingkan nilai N dari SPT sebelum dan setelah konstruksi
4.	Pengambilan contoh tanah tek 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 dangkal 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 lapisan tanah lunak. b) Untuk mengetahui efektivitas stabilisasi dangkal 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 dangkal dengan membandingkan bahanan 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-03-2828-1992 - 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 menegaskan 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





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