

# STUDI PENURUNAN TANAH GAMBUT PADA KONDISI *SINGLE DRAIN* DENGAN METODE VERTIKAL *DRAIN* DENGAN MENGGUNAKAN *PRELOADING*

Ahmad Herison, Yuda Romdania, Febrizky C Putri

Dosen Fakultas Teknik Universitas Lampung

Email : ahmadherison@yahoo.com

## ABSTRAK

*Pembangunan konstruksi di atas tanah gambut akan mendapatkan beberapa masalah geoteknik. Salah satunya adalah terjadinya penurunan (konsolidasi) tanah yang apabila mengalami pembebanan di atasnya maka tekanan air pori akan naik sehingga air pori ke luar yang menyebabkan berkurangnya volume tanah, oleh karena itu akan terjadi penurunan pada tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan data hasil pengujian penurunan lapis tanah pada tanah gambut menggunakan metode sand drain dengan Pembebanan Bertahap pada kondisi Single Drain (Pola Segitiga dan Pola Segiempat). Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Lampung. Sampel tanah yang akan diteliti adalah tanah gambut pada kedalaman 20 cm. Pelaksanaan pengujian dilakukan dalam 2 tahap. Pertama adalah pengujian sifat fisik dan konsolidasi tanah gambut. Kedua adalah pengujian lama waktu pengeringan pada tanah gambut akibat pengaruh metode drainase menggunakan bahan pasir. Data yang didapatkan dari percobaan diolah, dan kemudian hasil perhitungan tersebut ditabelkan dan dibuat grafik.*

*Dari penelitian ini didapatkan: Koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) untuk pola segitiga sebesar 0,00079 cm<sup>2</sup>/menit dan untuk pola segiempat sebesar 0,0028 cm<sup>2</sup>/menit, nilai indeks tekanan  $C_c$  untuk pola segitiga sebesar 2,5589 dan untuk pola segiempat sebesar 1,0041. Sehingga diambil kesimpulan : (1) Penggunaan metode sand drain dengan pola segiempat ternyata dapat menurunkan tanah lebih cepat daripada dengan pola segitiga (2) Nilai  $C_v$  (koefisien konsolidasi) sebelum pembebanan lebih besar daripada setelah pembebanan, sedangkan nilai  $C_c$  (indeks pemampatan) sesudah pembebanan lebih besar daripada sebelum pembebanan.*

**Kata Kunci : Gambut, Single Drain, Konsolidasi**

## PENDAHULUAN

Tanah gambut memiliki sifat dan karakteristik yang sangat berbeda dengan tanah lempung (Bowles, J. E. 1989). Struktur sebagian besar rekayasa yang di bangun dengan tanah dan respon antara tanah dan struktur disebut sebagai interaksi struktur teknik tanah. Tanah gambut dianggap tidak cocok untuk mendukung bangunan dalam perilaku alaminya memiliki kelembaban konten yang tinggi ( > 100 % ), kompresibilitas tinggi (0,9 - 1.5 ) dan memiliki kekuatan geser rendah ( 5-20 kpa ) (Razali, Siti. Bakar, I dan Zainorabidin, A. 2012). Pembangunan konstruksi di atas tanah gambut akan mendapatkan beberapa masalah Geoteknik. Salah satunya adalah terjadinya penurunan (konsolidasi) tanah yang apabila mengalami pembebanan di atasnya maka tekanan air pori akan naik sehingga air-pori ke luar yang

menyebabkan berkurangnya volume tanah, oleh karena itu akan terjadi penurunan pada tanah. Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut diakibatkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori. (Zainorabidin, A and Bakar, I, 2003)

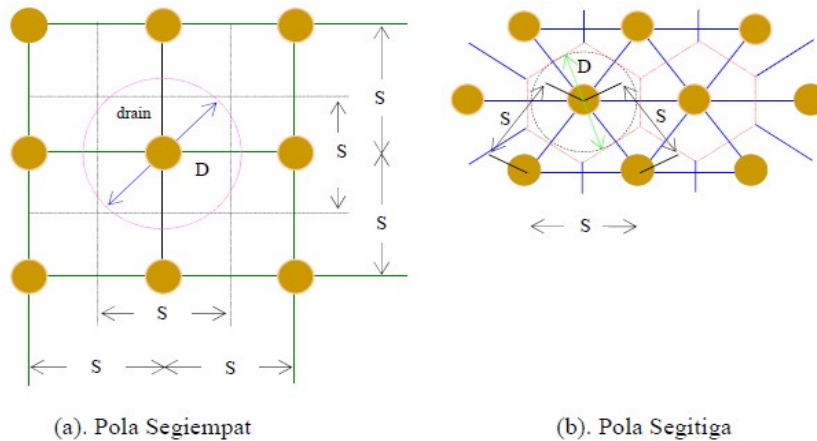
Salah satu metoda untuk mempercepat terjadinya proses konsolidasi untuk konstruksi dari beberapa struktur yaitu dengan menggunakan metoda *Sand Drain*. Aliran air arah horizontal akan di induksi oleh *Sand Drain* dan untuk aliran air arah vertikal di induksi menggunakan pasir di atasnya. Jarak drainase arah horizontal yang lebih pendek menambah kecepatan proses konsolidasi beberapa kali lebih cepat.

## METODOLOGI PENELITIAN

Tanah yang diuji adalah jenis tanah gambut yang diambil dari Desa Rawa Sragi, Kabupaten Lampung Timur. Sampel tanah yang diteliti adalah tanah gambut pada kedalaman 20 cm dari permukaan tanah yang diambil dengan cara mencetak tanah menggunakan container kayu untuk mendapatkan kepadatan tanah yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Untuk menghindari penguapan yang berlebihan, container harus ditutup rapat dengan menggunakan lembaran plastik. Kemudian tanah dicetak kembali dalam container kaca

berukuran 35 cm x 25 cm x 20 cm dan ditutup dengan lembaran plastik untuk tujuan yang sama.

Pelaksanaan pengujian dilakukan dalam 2 tahap. Pertama adalah pengujian sifat fisik dan konsolidasi tanah gambut. Kedua adalah pengujian lama waktu pengeringan pada tanah gambut akibat pengaruh metode drainase menggunakan bahan pasir. Kedua tahap pengujian tersebut dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lampung.



Gambar 1. Pola Vertikal Drain

Diameter lubang sand drain direncanakan sebesar 1,9 cm ( $R$ ) dan  $R$  sebesar 5 cm,

sehingga nilai  $S$  untuk masing-masing pola adalah sebagai berikut :

$$a. \text{ Pola segiempat} = S = \frac{R}{0,564} = 1,773R$$

$$S = 1,773 \times 5 = 8,865 \text{ cm} \approx 9 \text{ cm}$$

$$b. \text{ Pola segitiga} = S = \frac{R}{0,525} = 1,905R$$

$$S = 1,905 \times 5 = 9,525 \text{ cm} \approx 9,5 \text{ cm}$$

Dan beban yang digunakan sebesar 20 kg

Data yang didapatkan dari percobaan diolah, dan kemudian hasil perhitungan tersebut ditabelkan dan dibuat grafik.

Penurunan konsolidasi tanah gambut dengan sumur pasir yang diberikan beban dapat dihitung dengan rumus (Terzaghi, K., Peck, R. B, 1987) :

$$St = U \times Sc \text{ -----}$$

-(1)

$$U = 1 - \{(1-U_v)(1-U_r)\} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

a. Untuk aliran vertikal (Terzaghi, K., Peck, R. B, 1987)

$$U_v = \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}} \quad (3)$$

$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{\left(\frac{1}{2} H_{dr}\right)^2} \quad (4)$$

Dimana :

$C_v$  = Koefisien konsolidasi pada arah vertikal

$t$  = lama pengamatan

$U$  = derajat konsolidasi rata-rata

$Sc$  = penurunan batas lapisan gambut yang disebabkan oleh konsolidasi primer

$H_{dr}$  = panjang aliran rata-rata yang harus ditempuh oleh air pori selama proses konsolidasi

b. Untuk aliran

radial (Terzaghi, K., Peck, R. B, 1987)

$$U_r = 1 - e^{-\{8T_r / F(n)\}} \quad (5)$$

$$T_r = \frac{C_h \cdot t}{4R^2} \quad (6)$$

$$F(n) = \ln(D/d) - 0.75 \quad (7)$$

Dimana :

$C_h$  = Koefisien konsolidasi pada arah radial

$t$  = lama pengamatan

$R$  = jari – jari ekuivalen

$D$  = diameter ekuivalen

$d$  = diameter lubang pasir

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut (*Peat Clay*)

NO.	PENGUJIAN	HASIL UJI	SATUAN
1	Kadar Air	218,41	%
2	Berat Volume	1.10	gr/cm <sup>3</sup>
3	Berat Jenis	1,72	
4	Batas-batas Atterberg		
	a. Batas Cair ( <i>Liquid Limit</i> )	137,35	%
	b. Batas Plastis ( <i>Plastic Limit</i> )	104,86	%
	c. Indeks Plastisitas ( <i>Plasticity Index</i> )	32,50	%
	d. Indeks Kecairan ( <i>Liquidity Index</i> )	1	%

Hasil uji kimia tanah gambut Rawa Sragi Kabupaten Lampung Timur yang dilakukan di Laboratorium Fakultas MIPA Unila. Dapat disimpulkan bahwa tanah gambut yang digunakan dalam penelitian mempunyai komposisi unsur-unsur kimia tanah sebagai berikut:

- 60,303 % Organik Tanah
- 17,815 % Unsur Magnesium (Mg)
- 10,561 % Unsur Kalium (K)

- 5,676 % Unsur Ferrum (Fe)
- 1,896 % Unsur Kalsium (Ca)
- 3,749 % Unsur – unsur lainnya

### Hasil Pengujian Konsolidasi sebelum pembebanan

Nilai kecepatan waktu konsolidasi diperoleh dari grafik penurunan dengan waktu. Dari grafik ini waktu untuk mencapai konsolidasi 90 % ( $t_{90}$ ) dapat ditentukan. Nilai-

nilai hasil dari grafik konsolidasi dapat dilihat

pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan T90 Tanah Asli

Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
T <sub>90</sub> (detik)	1161.6	1685.4	1861.494	2011.446	2018.4

Kurva yang dibentuk pada kertas semi-logaritma (lampiran) dari hasil percobaan konsolidasi di laboratorium menunjukkan bahwa tanah tersebut struktur tanahnya tidak rusak (*Undisturbed*), dan terkonsolidasi secara normal (*Normaly Consolidated*) dengan derajat sensitifitas rendah sampai sedang.

Koefisien konsolidasi (Cv) yang diperoleh dari grafik yang terdapat pada lampiran sebesar 0,0006 cm<sup>2</sup>/detik berbanding lurus dengan waktu terjadinya konsolidasi. Semakin besar koefisien konsolidasi, maka konsolidasi akan berlangsung semakin cepat.

Nilai indeks tekanan Cc berhubungan dengan penurunan konsolidasi S (semakin kecil Cc maka penurunan konsolidasi semakin

kecil). Dari hasil perhitungan :  $(C_c = e_0 - e_1 / \log P_1 - P_0)$  diperoleh Cc sebesar 2,4368.

#### Hasil Uji *Vertical Drain* dengan Bahan Pasir

##### a. Pola Segitiga

Pengujian ini dilakukan dengan cara melubangi tanah dengan diameter 1,8 cm yang membentuk pola segitiga, penurunan yang terjadi pada pola segitiga sebesar 2,860 cm atau 28,6 mm selama hampir tiga puluh lima hari. Dari hasil perhitungan dengan teori didapatkan penurunan sebesar 0,6444 cm atau sebesar 6,444 mm. Dibandingkan dengan penurunan dengan menggunakan bahan pasir pada pola segitiga sebesar 2,860 cm, penurunan dengan teori lebih kecil yaitu sebesar 0,6444 cm.

Tabel 3. Hasil Perhitungan T90 Pola Segitiga

Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
T <sub>90</sub> (detik)	739,84	1576,09	1780,84	2097,64	2180,89

Koefisien konsolidasi (Cv) yang diperoleh dari grafik yang terdapat pada lampiran sebesar 0,00079 cm<sup>2</sup>/menit berbanding lurus dengan waktu terjadinya konsolidasi. Semakin besar koefisien konsolidasi, maka konsolidasi akan berlangsung semakin cepat. Nilai indeks tekanan Cc berhubungan dengan penurunan konsolidasi S (semakin kecil Cc maka penurunan konsolidasi semakin kecil). Dari hasil perhitungan :  $(C_c = e_0 - e_1 / \log P_1 - P_0)$  diperoleh Cc sebesar 2,5589.

##### b. Pola Segiempat

Pengujian ini dilakukan dengan cara melubangi tanah dengan diameter 1,8 cm yang membentuk pola segiempat. Penurunan yang terjadi pada pola segiempat sebesar 3,670 cm atau 36,70 mm selama hampir tiga puluh lima hari. Dari hasil perhitungan dengan teori

didapatkan penurunan sebesar 0,1197 cm atau sebesar 1,197 mm. Dibandingkan dengan penurunan dengan menggunakan metode pasir *drain* yang sebesar 0,369 cm, penurunan dengan teori jauh lebih besar yaitu sebesar 0,1197 cm.

Penurunan tanah selama proses *vertikal drain* menggunakan bahan pasir pada pola segiempat lebih besar dibandingkan pada penurunan akibat proses *vertikal drain* menggunakan bahan pasir pada pola segitiga, yaitu sebesar 0,369 cm pada pola segiempat dan 0,284 cm pada pola segitiga. Dari hasil pengujian setelah pembebanan dengan metode *sand drain* pola segiempat maka didapatkan nilai- nilai hasil grafik konsolidasi seperti pada tabel di bawah ini.

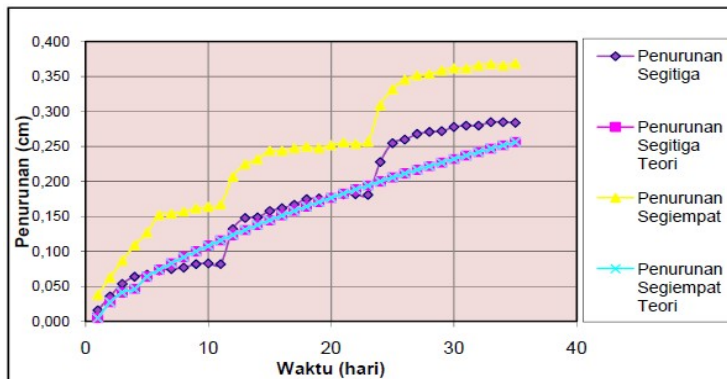
Tabel 4. Hasil Perhitungan T90 Pola Segiempat

Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
T <sub>90</sub> (detik)	141,61	506,25	576	449,44	368,64

Koefisien konsolidasi (Cv) yang diperoleh dari grafik yang terdapat pada lampiran sebesar 0,0028 cm<sup>2</sup>/menit berbanding lurus dengan waktu terjadinya konsolidasi. Semakin besar koefisien konsolidasi, maka konsolidasi akan berlangsung semakin cepat. Nilai indeks tekanan Cc berhubungan dengan penurunan konsolidasi S (semakin kecil Cc maka

penurunan konsolidasi semakin kecil). Dari hasil perhitungan :  $(C_c = e_0 - e_1 / \log P_1 - P_0)$  diperoleh Cc sebesar 1,0041.

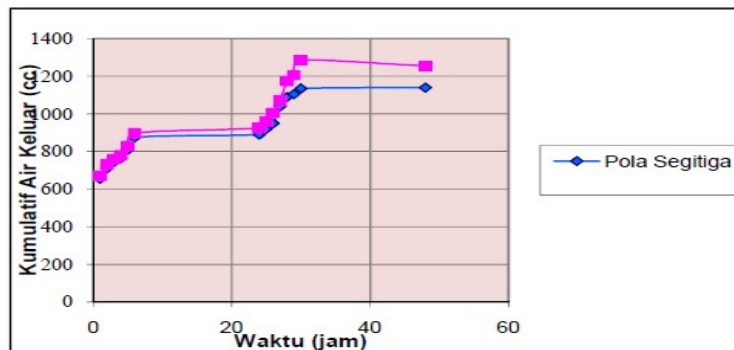
Berdasarkan hasil perhitungan nilai penurunan tanah pola segitiga dan pola segiempat secara teori maka perbedaan kedua pola tersebut dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



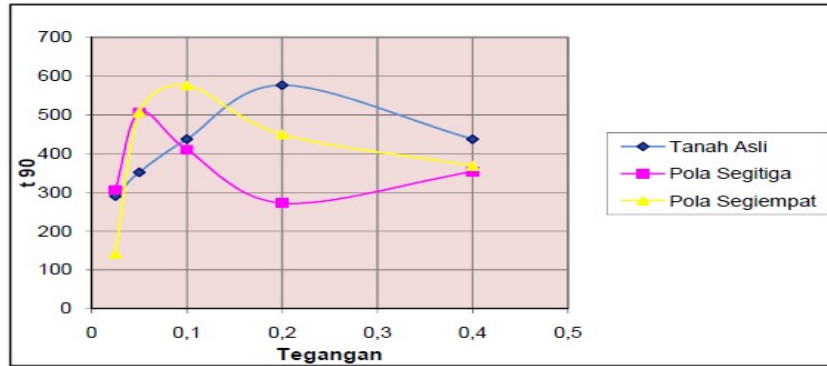
Gambar 2 Grafik perbandingan penurunan tanah pada pola segitiga dan pola segiempat hasil pengamatan dengan hitungan teori.

Perbedaan antara pola segitiga dan pola segiempat dalam hal pengaliran air dan lama

waktu yang diperlukan untuk pengaliran dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Grafik perbandingan kumulatif air keluar terhadap waktu pada pengujian pengaliran air pada tanah lempung dengan metode sand drain dengan pola segitiga dan pola segiempat



Gambar 4. Grafik Perbandingan T90

Berdasarkan hasil uji sifat fisiknya, tanah termasuk dalam kategori tanah *peat humus* karena mempunyai kadar serat sebesar 4,92 %, berdasarkan standar ASTM tanah gambut yang memiliki kadar serat < 33,3 % termasuk tanah gambut *peat humus*, dan berdasarkan kandungan abunya tanah ini tergolong *medium ash* karena mempunyai kadar abu sebesar 44,84 %. Berdasarkan percobaan di Laboratorium dengan menggunakan model tanah yang berukuran 35 x 25 x 20 cm yang diberi drain-drain pasir (*sand drain*) yang membentuk pola dengan pembebanan bertahap, didapatkan penurunan tanah sebesar 0,369 cm dengan pola segiempat selama selang waktu 35 hari dan penurunan tanah sebesar 0,284 cm untuk pola segitiga selama selang waktu 35 hari.

Berdasarkan hasil uji pengaliran air pola segitiga mampu mengalirkan air sebesar 1255 cc selama selang waktu 48 jam, dan 1140 cc selama selang waktu 48 jam pada pola segiempat. Hal ini disebabkan karena pada pola segiempat memiliki drain yang lebih banyak (9 drain) dibanding dengan pola segitiga (7 drain) yang memungkinkan untuk mengalirkan air lebih banyak dan dalam waktu yang singkat, ini membuktikan bahwa metode *sand drain* dapat membantu mempercepat pengaliran air pada tanah gambut yang memiliki kemampuan mengalirkan air yang kurang baik. Air yang mengalir tidak seluruhnya ke arah horizontal tetapi juga ke arah vertikal yaitu ke arah pasir. Sebagian air yang menuju arah vertikal diserap oleh pasir dan yang arah horizontal keluar melalui pipa

## KESIMPULAN

1. Tanah gambut yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Desa Rawa Sragi, Lampung Tengah, termasuk dalam kategori tanah gambut *peat humus*, karena berdasarkan nilai kadar serat yang kurang dari 33,3%. Dan termasuk jenis tanah gambut *medium ash*, karena berdasarkan kandungan abu sebesar 44,84%. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut AASHTO tanah ini tergolong dalam kelompok A-7-6, dengan tingkatan tanah buruk.
2. Penggunaan metode sand drain dengan pola segiempat ternyata dapat menurunkan tanah lebih cepat daripada dengan pola segitiga. Hal ini disebabkan karena lubang pada pola segiempat lebih banyak (9 lubang) dibandingkan pola segitiga (7 lubang).
3. Metode sand drain sangat berpengaruh besar terhadap percepatan penurunan tanah yang diuji, karena drain-drain yang dibuat berfungsi untuk memperpendek lintasan air pori ke arah horizontal sehingga air cepat keluar dari dalam tanah.
4. Nilai  $C_v$  (koefisien konsolidasi) sebelum pembebanan lebih besar daripada setelah pembebanan, sedangkan nilai  $C_c$  (indeks pemampatan) sesudah pembebanan lebih besar daripada sebelum pembebanan. Hal ini dapat terjadi karena nilai penurunan tanah sebelum pembebanan lebih besar daripada nilai penurunan tanah setelah pembebanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid I Penerbit Erlangga, Jakarta.

- Day, J.M. 1979. Associative symbioses in dinitrogen fixing sites. In W.E. Newton, and C.J. Nyman. Proc. 1st Int. Symp. Nitrogen Fixation. Washington State University Press
- Dunn, I. S., Anderson, I. R. and Kiefer, F. W. 1992. *Dasar – dasar Analisis Geoteknis*. IKIP Semarang Press, Semarang.
- Hardiatmo, H. C. 1992. *Mekanika Tanah*. Gramedia Pustaka Umum. Jilid I Jakarta.
- Pemukiman dan Prasarana Wilayah Republik Indonesia, Departemen. 2001. *Pedoman Konstruksi Jalan Di Atas Tanah Gambut dan Organik*. CUR. Indonesia.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Zainorabidin, A. and Bakar, I. 2003. *Engineering properties of in-situ and modified hemic peat soil in Western Johore*. In International Conference on Advances in Soft Soil Engineering and Technology, ed. Huat et al, 173-182. Putra Jaya. Malaysia
- Razali, Siti. Bakar, I and Zainorabidin, A. 2012. *Behaviour of Peat Soil in Instrumented Physical Model Studies*. Journal of Procedia Engineering 53 ( 2013 ) 145 – 155.