

# KAJIAN PERILAKU KONSOLIDASI TANAH GAMBUT DENGAN KONSOLIDASI OEDOMETER

Aazokhi Waruwu<sup>1)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan, Jalan Gedung Arca No. 52, Telp (061) 7363771, Fax (061) 7347954, Medan, 20217, Indonesia, e-mail : [sipil\\_itm@ymail.com](mailto:sipil_itm@ymail.com)

<sup>1)</sup>Korespondensi, HP : 081362098080, e-mail : [azokhiw@yahoo.com](mailto:azokhiw@yahoo.com)

## ABSTRAK

Tanah gambut mempunyai sifat yang kurang menguntungkan bagi konstruksi bangunan sipil, sebab mempunyai kadar air yang tinggi, kemampuan dukung rendah, dan pemampatan yang tinggi. Oleh karena itu, perilaku pemampatan tanah gambut perlu diketahui dengan uji konsolidasi Oedometer. Tanah gambut (*peat soil*) merupakan tanah yang mengandung bahan organik dalam jumlah yang besar sehingga mempengaruhi sifat rekayasa tanah tersebut. Dengan demikian sistem klasifikasi tanah berbeda dengan tanah lempung. Kadar serat tanah yang terkandung dalam tanah gambut juga sangat mempengaruhi metode yang digunakan dalam menentukan perilaku pemampatan.

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan contoh tanah gambut yang diambil dari beberapa daerah diantaranya di Bolungkut dan di Bagansiapiapi. Alat yang digunakan untuk uji konsolidasi pada tanah gambut adalah alat Konsolidasi Oedometer. Uji konsolidasi yang digunakan untuk mengetahui perilaku pemampatan tanah gambut adalah memberi beban secara bertahap, beban yang diberikan adalah 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa, 400 kPa, 800 kPa, masing-masing beban dinaikan, jika pembacaan selama 24 jam dan 48 telah selesai dilakukan. Konsolidasi dengan beban langsung selama 1 minggu dengan beban yang diberikan masing-masing 25 kPa, 50 kPa, dan 100 kPa.

Konsolidasi dengan beban bertahap menunjukkan penurunan yang lebih besar pada waktu 10 menit pertama, dengan demikian pemampatan tanah gambut lebih dominan terjadi pada menit-manit awal. Hal yang sama terlihat pada hubungan angka pori dengan waktu di pengujian konsolidasi dengan beban langsung semua variasi beban yang diberikan memperlihatkan proses pemampatan primer yang cukup cepat di menit-menit awal. Pemampatan primer terjadi pada 0,7 – 8,5 menit pertama, pemampatan sekunder paling lama 2200 – 3500 menit, seterusnya dilanjutkan dengan pemampatan tersier. Pemampatan tanah gambut cukup besar setelah beban 1 kg/cm<sup>2</sup> dari hubungan tekanan dan angka pori didapatkan nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) sebesar 2,875 (Gambut Bolungkut) dan nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) sebesar 0,698 untuk Gambut Bagansiapiapi. Selain nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) pada konsolidasi dengan beban bertahap didapatkan nilai-nilai parameter konsolidasi lainnya masing-masing nilai  $c_v$ ,  $m_v$ , dan  $a_v$  terlihat sangat berfruktusasi sejak dibebani dengan beban kecil hingga beban besar, namun demikian tetap saja penambahan tekanan yang diberikan akan semakin memperkecil nilai pemampatan.

Kata kunci : gambut, konsolidasi oedometer, parameter konsolidasi.

## A. PENDAHULUAN

Tanah gambut mempunyai sifat yang kurang menguntungkan bagi konstruksi bangunan sipil, sebab mempunyai kadar air yang tinggi, kemampuan dukung rendah, dan pemampatan yang tinggi. Oleh karena itu, perilaku pemampatan tanah gambut perlu diketahui dengan uji konsolidasi Oedometer. Tanah gambut (*peat soil*) merupakan tanah yang mengandung bahan organik dalam jumlah yang besar sehingga mempengaruhi sifat rekayasa tanah tersebut. Dengan demikian sistem klasifikasi tanah berbeda dengan tanah lempung. Kadar serat tanah yang terkandung dalam tanah gambut juga sangat mempengaruhi metode yang digunakan dalam menentukan perilaku pemampatan. Lahan gambut di Indonesia tergolong cukup luas tersebar di beberapa daerah di antaranya wilayah Sumatra yang sebagian besar berada di pantai sebelah timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Sulawesi dan Irian Jaya. Khusus di wilayah Sumatra sebagian berada di daerah Sumatera Utara.

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan contoh tanah gambut yang diambil dari beberapa daerah diantaranya di Bolungkut dan di Bagansiapiapi. Alat yang digunakan untuk uji konsolidasi pada tanah gambut adalah alat Konsolidasi Oedometer. Uji dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Medan. Penelitian pendahuluan yang dilakukan meliputi berat volume, berat jenis (*specific gravity*), kadar air, kadar abu, kadar organik, dan kadar serat. Uji konsolidasi yang digunakan untuk mengetahui perilaku pemampatan tanah gambut adalah memberi beban secara bertahap, beban yang diberikan adalah 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa, 400 kPa, 800 kPa, masing-masing beban dinaikan, jika pembacaan selama 24 jam telah selesai dilakukan, dan memberi beban secara bertahap, beban yang diberikan adalah 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa, 400 kPa, 800 kPa, masing-masing beban dinaikan, jika pembacaan selama 48 jam telah selesai

dilakukan. Konsolidasi dengan beban langsung selama 1 minggu dengan beban yang diberikan masing-masing 25 kPa, 50 kPa, dan 100 kPa. Karakteristik dan perilaku tanah gambut di lokasi yang satu, berbeda dengan tanah gambut di lokasi yang lain. Tanah gambut mempunyai sifat yang kurang menguntungkan bagi konstruksi bangunan sipil, sebab mempunyai kadar air yang tinggi, kemampuan dukung rendah, dan pemampatan yang tinggi. Oleh karena itu, maka untuk mengetahui perilaku pemampatan tanah gambut perlu dilakukan uji konsolidasi Oedometer.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### a. Tanah Gambut

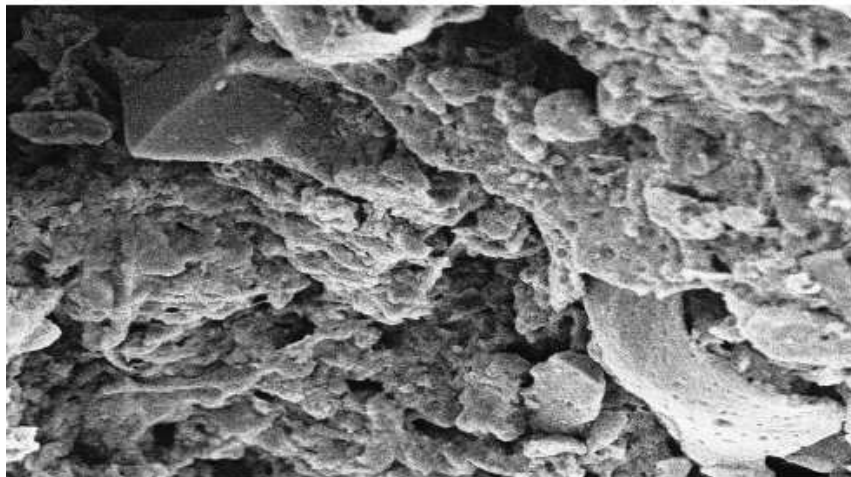
Gambut merupakan tanah yang pembentuk utamanya terdiri dari sisa-sisa tumbuhan. Tipe tanah yang ketiga yaitu, lempung organik, adalah suatu material transisi antara lempung dan gambut, tergantung pada jenis dan kuantitas sisa-sisa tumbuhan mungkin berperilaku seperti lempung atau gambut. Gambut (*peat*) berdasarkan proses terjadinya adalah campuran dari fragmen-fragmen material organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang telah membusuk.

ASTM D4427-84, mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan kadar abu :

1. *low ash-peat*, bila kadar abu 5 %,
2. *medium ash-peat*, bila kadar abu 5 – 15 %,
3. *high ash-peat*, bila kadar abu >15 %.

Tanah gambut dibagi dalam 2 (dua) kelompok besar yaitu gambut berserat (*fibrous peat*), gambut tak berserat (*amorphous granular peat*). Untuk membedakan tanah gambut ini didasarkan atas kandungan serat. Mac Farlane dan Radforth (1965) dalam Endah dan Eding (1999), tanah gambut berserat mempunyai kandungan serat  $\geq 20\%$  sedang tanah gambut tak berserat  $< 20\%$ .

Jenis gambut *fibrous peat* yang diteliti oleh Behzad Kalantari dan Bujang B.K. Huat (2009) pada penelitian pengaruh abu sekam padi pada tanah gambut dan semen dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jenis Gambut *fibrous peat*.

### b. Konsolidasi

Konsolidasi adalah suatu proses pengurangan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang. Proses berkurangnya volume dalam konsolidasi dapat disebabkan karena deformasi partikel-partikel, perubahan jarak antar partikel, dan keluarnya air dan udara dari pori-pori tanah.

Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*) adalah perpindahan vertikal permukaan tanah sehubungan dengan perubahan volume pada suatu tingkat pada proses konsolidasi. Konsolidasi tanah dapat dibagi menjadi konsolidasi primer dan konsolidasi sekunder, penurunan konsolidasi primer merupakan salah satu proses penurunan yang terjadi akibat keluarnya air dari makropori ke mikropori yang tergantung pada waktu, dimana proses terjadinya diakibatkan oleh adanya tekanan air pori serta keluarnya udara dalam rongga dari massa tanah, sedangkan penurunan konsolidasi sekunder secara umum dipandang sebagai penurunan yang terjadi akibat keluarnya air pori dari mikropori ke makropori dan proses terjadinya diakibatkan adanya rangkakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sing W.L. dkk (2008) menunjukkan hubungan koefisien konsolidasi vertikal ( $c_v$ ) dan koefisien konsolidasi sekunder ( $\alpha_1$ ), tersier ( $\alpha_2$ ) terhadap tekanan konsolidasi pada tanah gambut tidak terganggu dan yang distabilisasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada tekanan konsolidasi 12,5

sampai 800 kPa dengan rasio penambahan beban 2, nilai  $c_v$  tanah gambut berada di antara 12,803 sampai 50,953  $m^2/tahun$ . Sedangkan  $\alpha_1$  sebesar 0,003 sampai 0,021 dan  $\alpha_2$  0,010 sampai 0,053.

Sifat mudah pampat tanah gambut dapat diketahui dari hubungan antara angka pori dengan log tekanan efektif ( $e-\log \sigma'$ ). Dari kurva angka pori terhadap log tekanan efektif yang dilakukan oleh Soepandji dan Bharata (1996) terlihat bahwa gambut Palembang mempunyai bentuk kurva yang mulus seperti pada tanah inorganik, sedangkan Endah dan Wardana (1998) menyatakan bahwa makin tinggi kandungan organik tanah makin besar pemampatan tanah yang bersangkutan.

Sifat pemampatan tanah lempung berbeda dengan tanah gambut, maka persamaan yang diperkenalkan oleh Terzaghi (1925) dan Buisman (1936) masing-masing untuk menghitung pemampatan primer dan pemampatan sekunder tanah lempung tidak dapat diterapkan pada tanah gambut berserat karena alasan itu, maka Endah dan Eding (2000) mengusulkan persamaan untuk menghitung pemampatan lapisan tanah gambut berserat. Parameter konsolidasi yang perlu diketahui untuk memperkirakan pemampatan tanah gambut adalah koefisien pemampatan ( $a_v$ ), koefisien perubahan volume ( $m_v$ ), indeks pemampatan ( $C_c$ ) dan koefisien konsolidasi ( $C_v$ ).

### C. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan contoh tanah gambut yang diambil dari beberapa daerah di Bolungktu Kecamatan Merbau Labuhan Batu Utara Propinsi Sumatera Utara dan Bagansiapiapi Riau. Alat yang digunakan untuk uji konsolidasi pada tanah gambut adalah alat Konsolidasi Oedometer. Uji dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Medan.

Penelitian pendahuluan dilakukan meliputi berat volume, gravitas khusus (*specific gravity*), kadar air, angka pori awal, kadar abu, kadar organik, dan kadar serat. Dari hasil uji sifat fisik diperoleh kadar air, berat jenis, kandungan organik, kadar serat, kadar abu, kemudian berdasarkan data tersebut tanah gambut diklasifikasikan.

Metode uji konsolidasi yang digunakan untuk mengetahui perilaku pemampatan tanah gambut adalah sebagai berikut ini:

- memberi beban secara bertahap, beban yang diberikan adalah 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa, 400 kPa, 800 kPa, masing-masing beban dinaikan, jika pembacaan selama 24 jam dan 48 jam telah selesai dilakukan.
- memberikan beban secara langsung dengan beban sebesar 25 kPa, 50 kPa, dan 100 kPa, tetapi masing-masing sampel dibebani selama 7 hari. Jumlah contoh adalah 2 buah.

Dari hasil uji konsolidasi *Oedometer* diperoleh grafik hubungan antara penurunan dan waktu kemudian dianalisis untuk menghitung koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) koefisien konsolidasi sekunder ( $C_{\alpha}$ ), koefisien perubahan volume ( $m_v$ ) dan  $a_v$ , koefisien konsolidasi tersier ( $C_{\alpha 2}$ ), hubungan angka pori dengan tekanan efektif untuk menghitung indeks pemampatan ( $C_c$ ).

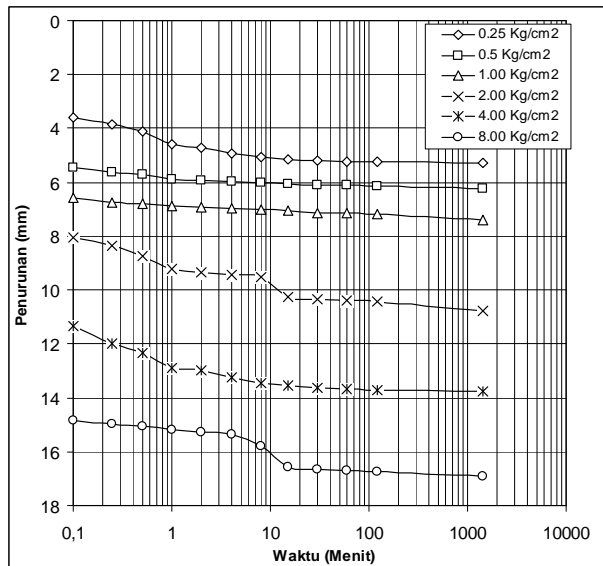
### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Konsolidasi Oedometer untuk Beban Bertahap dan Langsung.

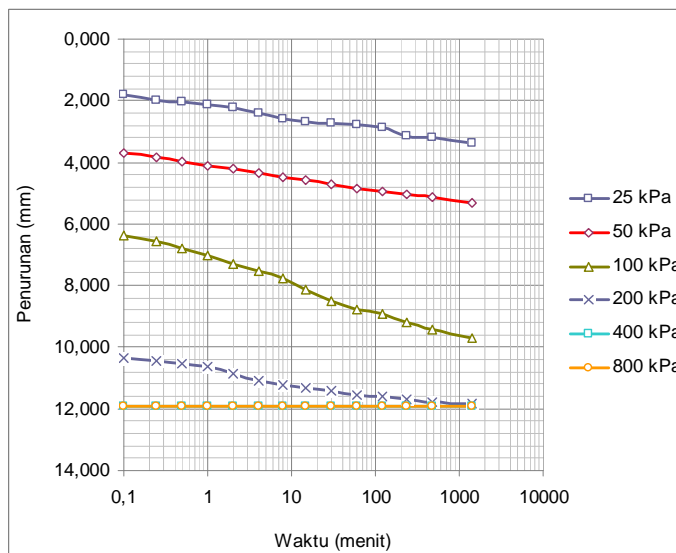
Konsolidasi dengan beban bertahap periode pembebanan 24 jam, dibebani 0.25  $kg/cm^2$ , 0.50  $kg/cm^2$ , 1.0  $kg/cm^2$ , 2.0  $kg/cm^2$ , 4.0  $kg/cm^2$ , 8.0  $kg/cm^2$ , 2.0  $kg/cm^2$ , 0.25  $kg/cm^2$ . Konsolidasi dengan beban langsung yaitu periode pembebanan selama 1 minggu, dengan beban sebesar 0.25  $kg/cm^2$ , dan 0.50  $kg/cm^2$ .

Pada menit-menit awal pembebanan, terjadi penurunan yang besar kemudian diikuti dengan penurunan yang berubah secara linier. Hal ini menyatakan bahwa pemampatan primer tanah gambut terjadi pada menit-menit awal. Dan kemudian diikuti dengan pemampatan sekunder sebagai akibat rangkai.

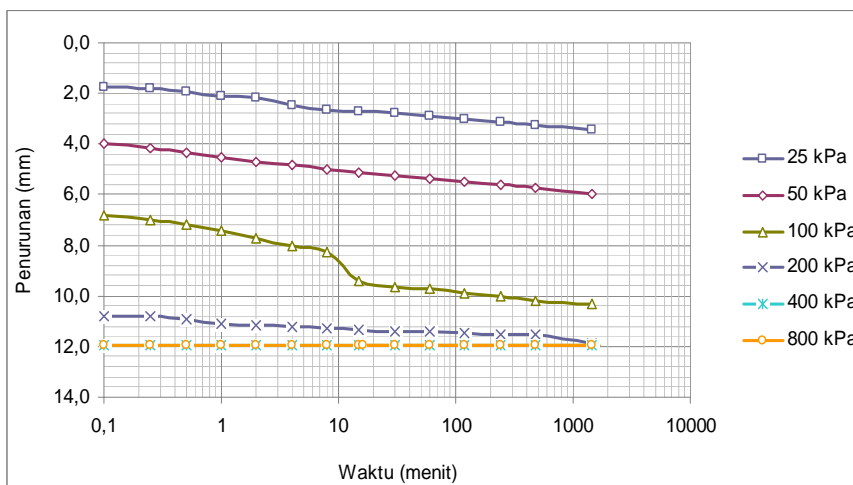
Gambar 2, 3, 4, menunjukkan bahwa pada tanah gambut, konsolidasi bertahap didapatkan penurunan yang lebih besar pada waktu 10 menit pertama, dengan demikian pemampatan tanah gambut lebih dominan terjadi pada menit-menit awal. Hal yang sama terlihat pada hubungan angka pori dengan waktu di pengujian konsolidasi dengan beban langsung (Gambar 5.4, sampai Gambar 5.10) semua variasi beban yang diberikan memperlihatkan proses pemampatan primer yang cukup cepat di menit-menit awal. Pemampatan primer terjadi pada 0,7 – 8,5 menit pertama, pemampatan sekunder paling lama 2200 – 3500 menit, seterusnya terjadi pemampatan tersier.



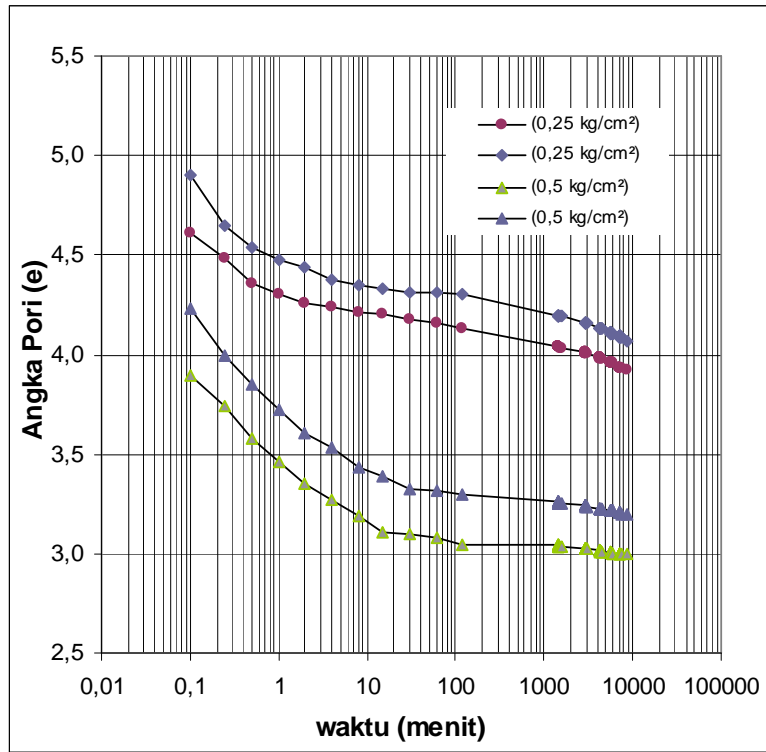
Gambar 2. Konsolidasi dengan bertahap periode 24 jam Gambut Bolungkut.



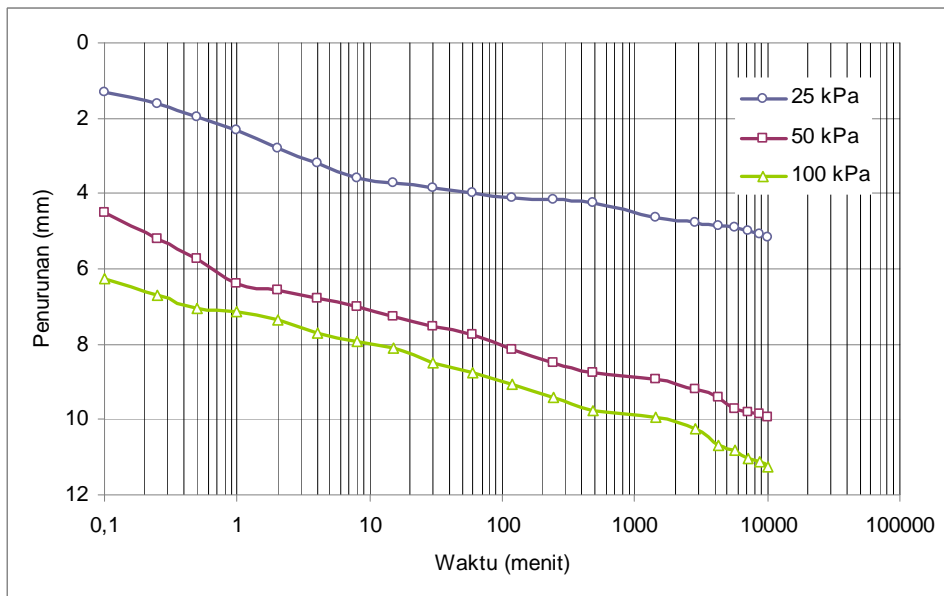
Gambar 3. Konsolidasi dengan bertahap periode 24 jam Gambut Bagansiapiapi.



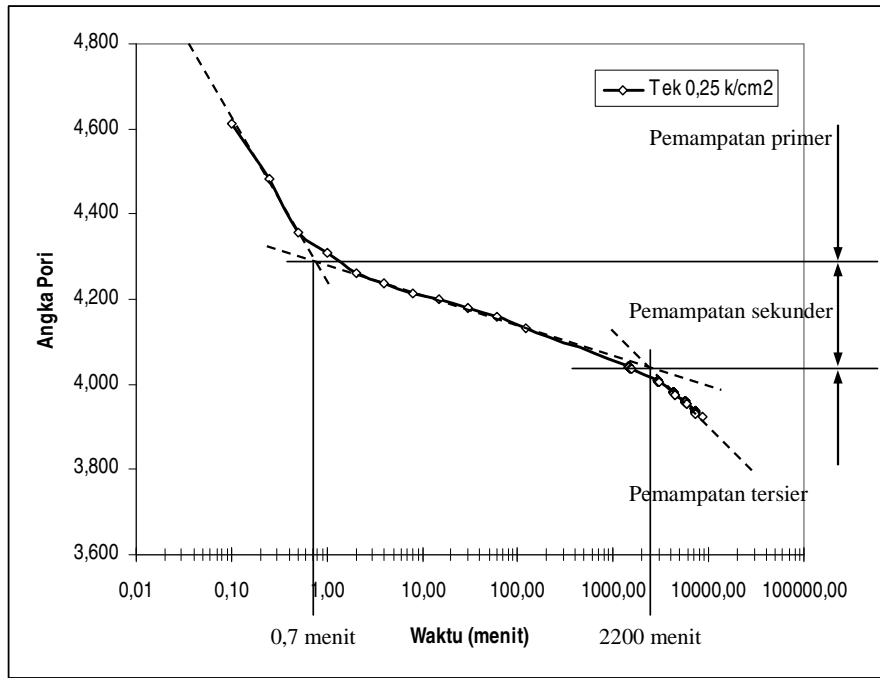
Gambar 4. Konsolidasi dengan bertahap periode 48 jam Gambut Bagansiapiapi.



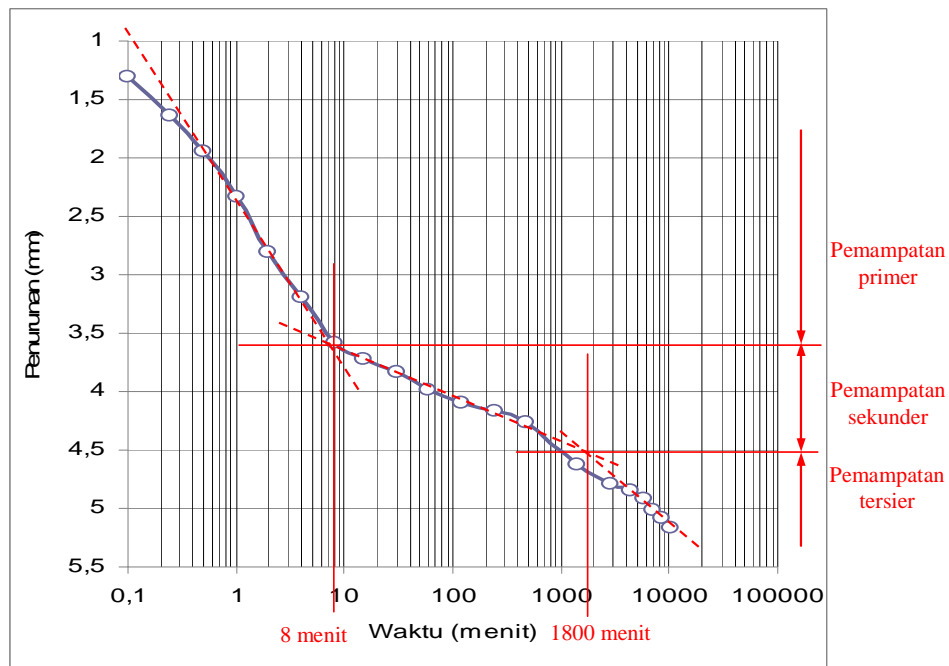
Gambar 5. Hubungan Angka Pori dengan Waktu pada Beban Langsung Gambut Bolungkut



Gambar 6. Hubungan Angka Pori dengan Waktu pada Beban Langsung Gambut Bagansiapiapi



Gambar 7. Pemampatan pada beban langsung 0,25 kg/cm<sup>2</sup> Gambut Bolungkut

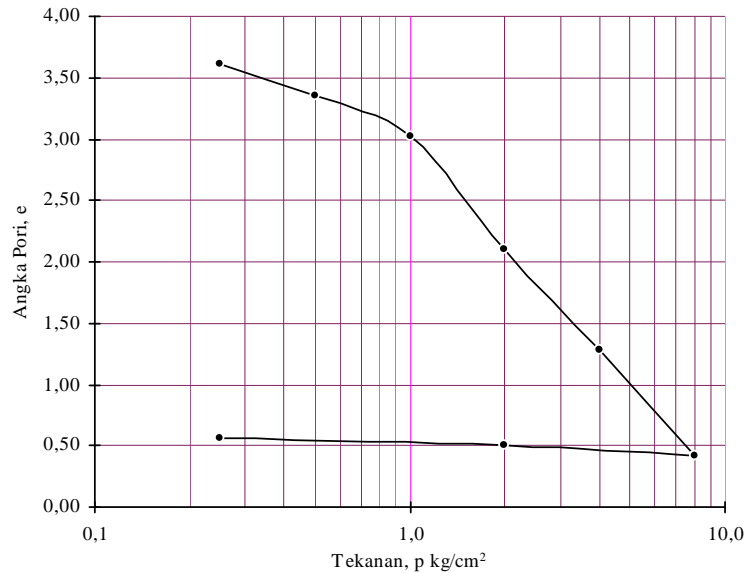


Gambar 8. Pemampatan pada beban langsung 0,25 kg/cm<sup>2</sup> Gambut Bagansiapi

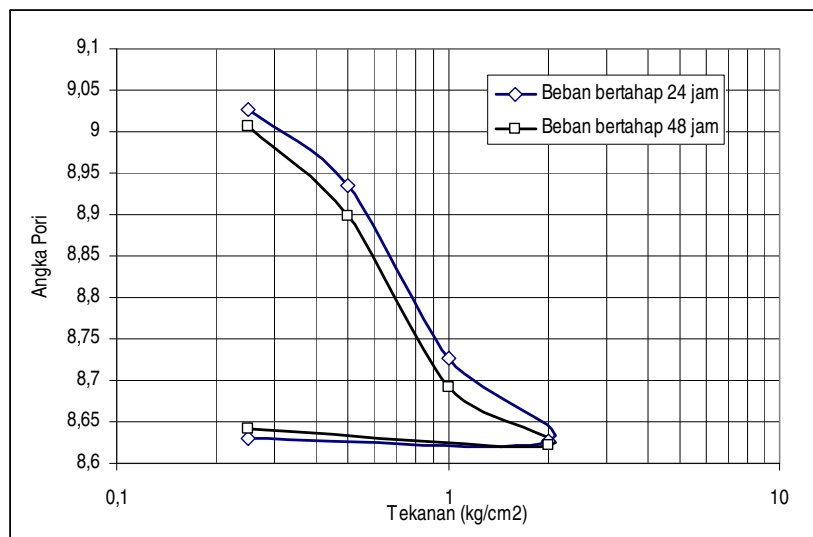
## 2. Kurva Pemampatan pada Beban Bertahap dan Parameter Konsolidasi Oedometer

Setelah mendapatkan grafik hubungan penurunan terhadap waktu akibat tekanan efektif, maka untuk mengetahui perubahan angka pori terhadap tekanan perlu dibuat hubungan grafik antara angka pori terhadap tekanan (Gambar 9, 10).

Pemberian beban pada tanah gambut dapat menyebabkan tanah gambut mengalami pemampatan karena adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dalam dari dalam pori tanah tersebut. Terlihat pada Gambar 9 bahwa pemampatan tanah gambut Bolungkut cukup besar setelah beban 1 kg/cm<sup>2</sup>. dari hubungan ini didapatkan nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) sebesar 2,875, sedangkan untuk tanah gambut Bagansiapi didapatkan nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) sebesar 0,698, hal ini dapat dilihat dari hubungan tekanan konsolidasi dengan angka pori pada Gambar 10.



Gambar 9. Hubungan Angka Pori dengan Tekanan Efektif pada Beban Bertahap Gambut Bolungkut

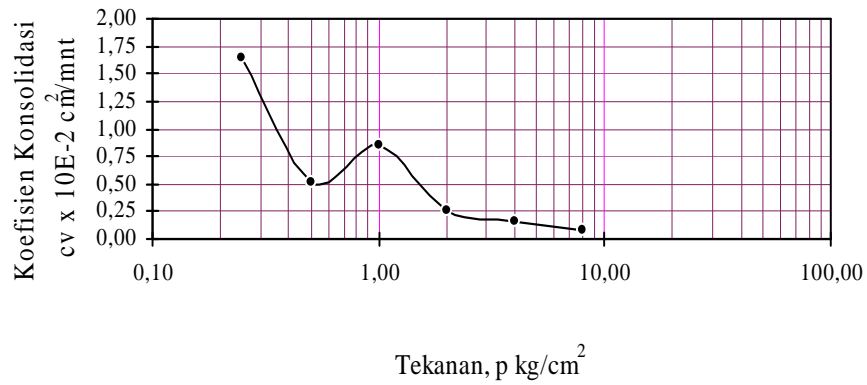


Gambar 10. Hubungan Angka Pori dengan Tekanan Efektif pada Beban Bertahap Gambut Bagansiapiapi

Selain nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) pada konsolidasi dengan beban bertahap didapatkan nilai-nilai parameter konsolidasi lainnya seperti pada Tabel 2. dan Tabel 3 masing-masing nilai  $c_v$ ,  $m_v$ , dan  $a_v$  terlihat sangat berfruktusi sejak dibebani dengan beban kecil, namun demikian tetap saja penambahan tekanan yang diberikan mempengaruhi perubahan nilai-nilai tersebut.

Tabel 2. Koefisien konsolidasi tanah gambut Bolungkut

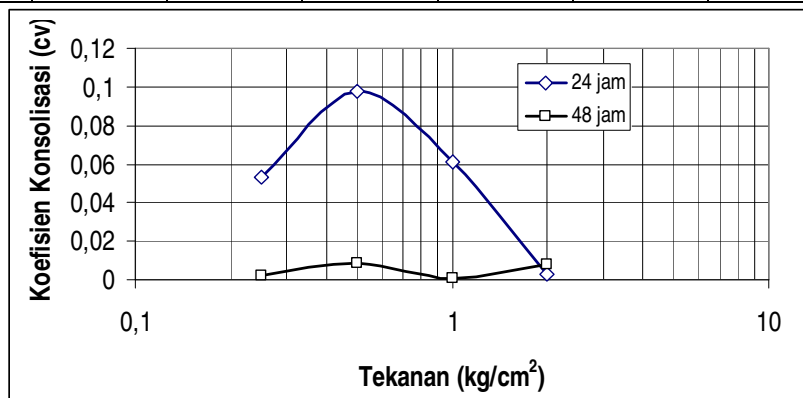
Tekanan Efektif (Kg/cm <sup>2</sup> )	Nilai Koefisien Konsolidasi, $C_v$ (cm <sup>2</sup> /menit)	Koefisien perubahan volume ( $m_v$ )	Koefisien pemampatan ( $a_v$ )
0.25	1,6384	0,9557	5,7846
0.50	0,5143	0,2212	1,0189
1.00	0,8575	0,1523	0,6628
2.00	0,2573	0,2289	0,9203
4.00	0,1495	0,1321	0,4095
8.00	0,0880	0,0939	0,2143



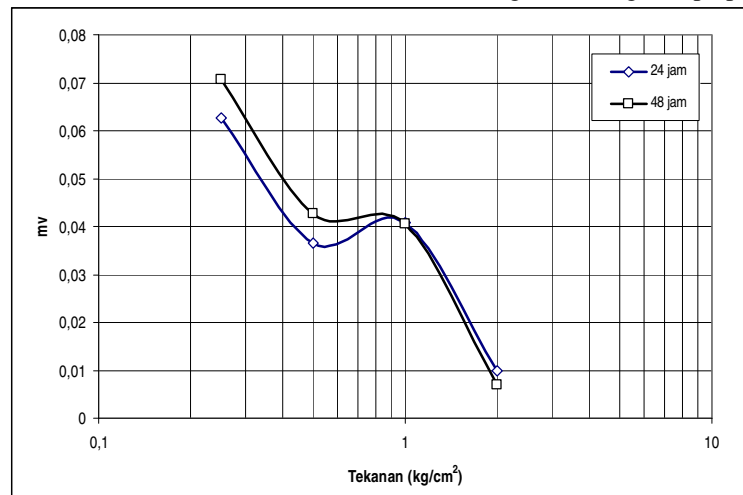
Gambar 11. Nilai koefisien konsolidasi tanah gambut Bolungkut.

Tabel 3. Koefisien konsolidasi tanah gambut Bagansiapiapi

Tekanan Efektif (Kg/cm <sup>2</sup> )	Nilai Koefisien Konsolidasi, Cv (cm <sup>2</sup> /menit)		Koefisien perubahan volume (m <sub>v</sub> )		Koefisien pemampatan (a <sub>v</sub> )	
	24 jam	48 jam	24 jam	48 jam	24 jam	48 jam
0.25	0,05315	0,00204	0,06269	0,07069	0,63856	0,72003
0.50	0,09799	0,00855	0,03646	0,04279	0,37138	0,43581
1.00	0,06084	0,00065	0,04074	0,04046	0,41496	0,41212
2.00	0,00304	0,00805	0,00986	0,00688	0,10042	0,07010

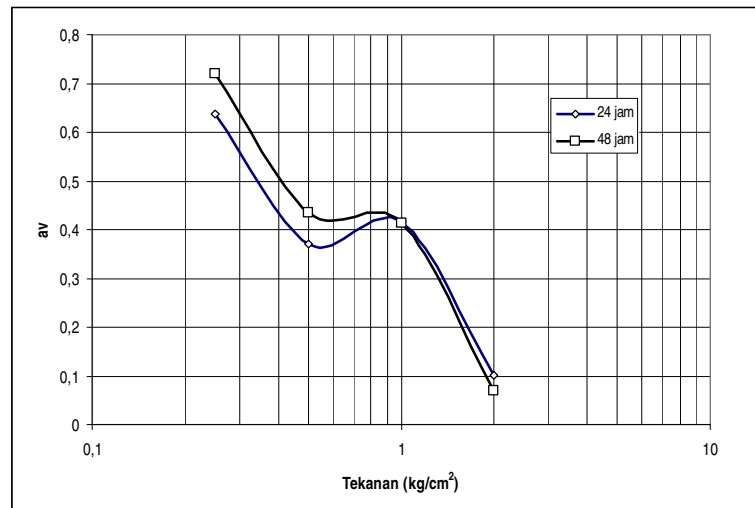


Gambar 12. Nilai koefisien konsolidasi tanah gambut Bagansiapiapi



Gambar 13. Nilai koefisien perubahan volume tanah gambut Bagansiapiapi





Gambar 14. Nilai koefisien pemampatan tanah gambut Bagansiapiapi.

## E. KESIMPULAN

Dari studi penelitian serta analisa yang telah dilakukan, ada beberapa kesimpulan antara lain :

1. Konsolidasi dengan beban bertahap menunjukkan penurunan yang lebih besar pada waktu 10 menit pertama, dengan demikian pemampatan tanah gambut lebih dominan terjadi pada menit-manit awal. Hal yang sama terlihat pada hubungan angka pori dengan waktu di pengujian konsolidasi dengan beban langsung semua variasi beban yang diberikan memperlihatkan proses pemampatan primer yang cukup cepat di menit-menit awal. Pemampatan primer terjadi pada 0,7 – 8,5 menit pertama, pemampatan sekunder paling lama 2200 – 3500 menit, seterusnya dilanjutkan dengan pemampatan tersier.
2. Pemampatan tanah gambut cukup besar setelah beban 1 kg/cm<sup>2</sup> dari hubungan tekanan dan angka pori didapatkan nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) sebesar 2,875 (Gambut Bolungkut) dan nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) sebesar 0,698 untuk Gambut Bagansiapiapi. Selain nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) pada konsolidasi dengan beban bertahap didapatkan nilai-nilai parameter konsolidasi lainnya masing-masing nilai  $c_v$ ,  $m_v$ , dan  $a_v$  terlihat sangat berfruktusi sejak dibebani dengan beban kecil hingga beban besar, namun demikian tetap saja penambahan tekanan yang diberikan akan semakin memperkecil nilai pemampatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Behzad Kalantari dan Bujang B.K. Huat, 2009, *Effect of Fly Ash on the Strength Values of Air Cured Stabilized Tropical Peat with Cement*, EJGE.
- Dhowian, A. W., dan Edil, T. B., 1980, *Consolidation Behavior of Peats*, Geotechnical Testing Journal, Vol. 3. No. 3, pp. 105-140.
- Endah, N., 1997, Perbedaan Perilaku Teknis Tanah Lempung dan Tanah Gambut, Jurnal Geoteknik, HATTI, Jakarta.
- Endah, N., dan Eding, I.I., 1999, Aplikasi Model “Gibson dan Lo” Untuk Tanah Gambut Berserat di Indonesia, Jurnal Teknik Sipil, ITB, Vol. 6, No. 1, Januari 1999, Bandung.
- Endah, N., dan Eding, I.I., 2000, Pengaruh Rasio Penambahan Beban Terhadap Perilaku Pemampatan Tanah Gambut Berserat Asal Riau dan Usulan Metode Hardin Untuk Prakiraan Pemampatannya, Majalah IPTEK, Vol. II, No. 2, ITS, Surabaya.
- Endah, N., dan Wardana, G.N., 1998, Korelasi Kecepatan Regangan dan Kandungan Bahan Organik pada Uji Konsolidasi dengan Metode Constant Rate of Strain, Media Teknik, No. 4, Tahun XX, Edisi November 1998, hal. 41-49, UGM, Yogyakarta.
- Farni, I., 1996, Studi Eksperimen Pemampatan dan Kekuatan Tanah Gambut Jambi Setelah Mengalami Pemampatan Awal, Tesis, Jurusan Teknik Sipil, ITB, Bandung.

- Munawir, A., 1993, Studi Analisis dan Eksperimentasi Pemampatan Gambut Palembang Menggunakan Sel Rowe, Tesis, Jurusan Teknik Sipil, ITB, Bandung.
- Rahayu, T., 2000, Analisis Pemampatan Sekunder pada Tanah Gambut Jambi dengan Metode Gibson – Lo dan Mikasa – Wilson, Tesis, Jurusan Teknik Sipil, ITB, Bandung.
- Sing W.L., 2008, Engineering Behaviour of Stabilized Peat Soil, European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.21 No.4 (2008), pp.581-591.
- Soepandji, B., Bharata, R., 1996, Perilaku Tanah Gambut Dalam Proses Konsolidasi Monodimensi dan Analisa Parameter Triaksial Lintasan Tekanan, Jurnal Geoteknik, HATTI, Jakarta.
- Waruwu A, 2002, Uji Konsolidasi Pada Tanah Gambut Lampung, Tesis, Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.