



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI DEGRADASI TANAH GAMBUT  
OLEH MIKROORGANISME  
UNTUK PROSES KONSOLIDASI TANAH**

**TESIS**

**SITI MUSLIKAH  
0806423835**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
DEPOK  
JULI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI DEGRADASI TANAH GAMBUT  
OLEH MIKROORGANISME  
UNTUK PROSES KONSOLIDASI TANAH**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik**

**SITI MUSLIKAH  
0806423835**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
KEKHUSUSAN GEOTEKNIK  
DEPOK  
JULI 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

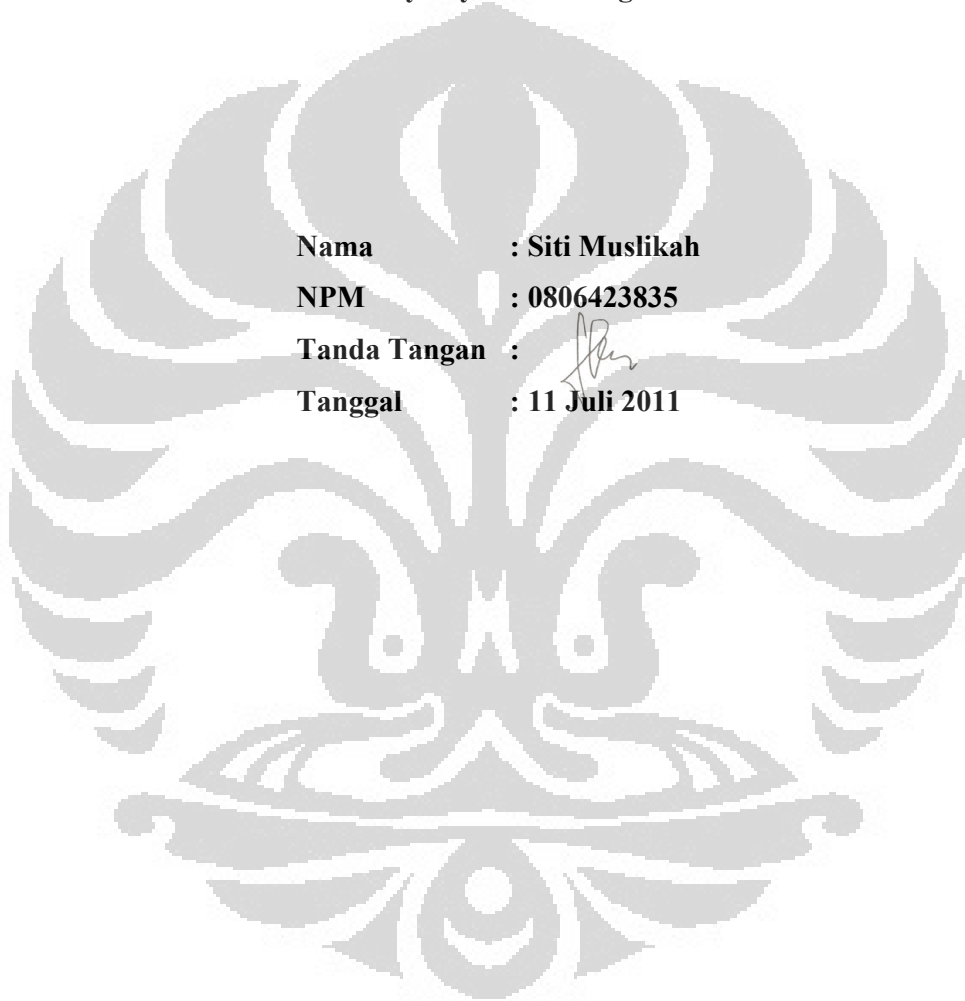
**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Siti Muslikah**

**NPM : 0806423835**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 11 Juli 2011**



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Siti Muslikah


NPM : 0806423835

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Degradasi Tanah Gambut oleh Mikroorganisme untuk  
Proses Konsolidasi Tanah

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Sipil Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.Ir. Wiwik Rahayu, DEA (  )

Dr. Puspita Lisdiyanti (  )

Penguji : Prof. Dr. Ir Tommy Ilyas, M.Eng (  )

Penguji : Ir. Widjojo A. Prakoso Ph.D (  )

Penguji : Niken Financia G., SSi, M.Si (  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 11 Juli 2011

## KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

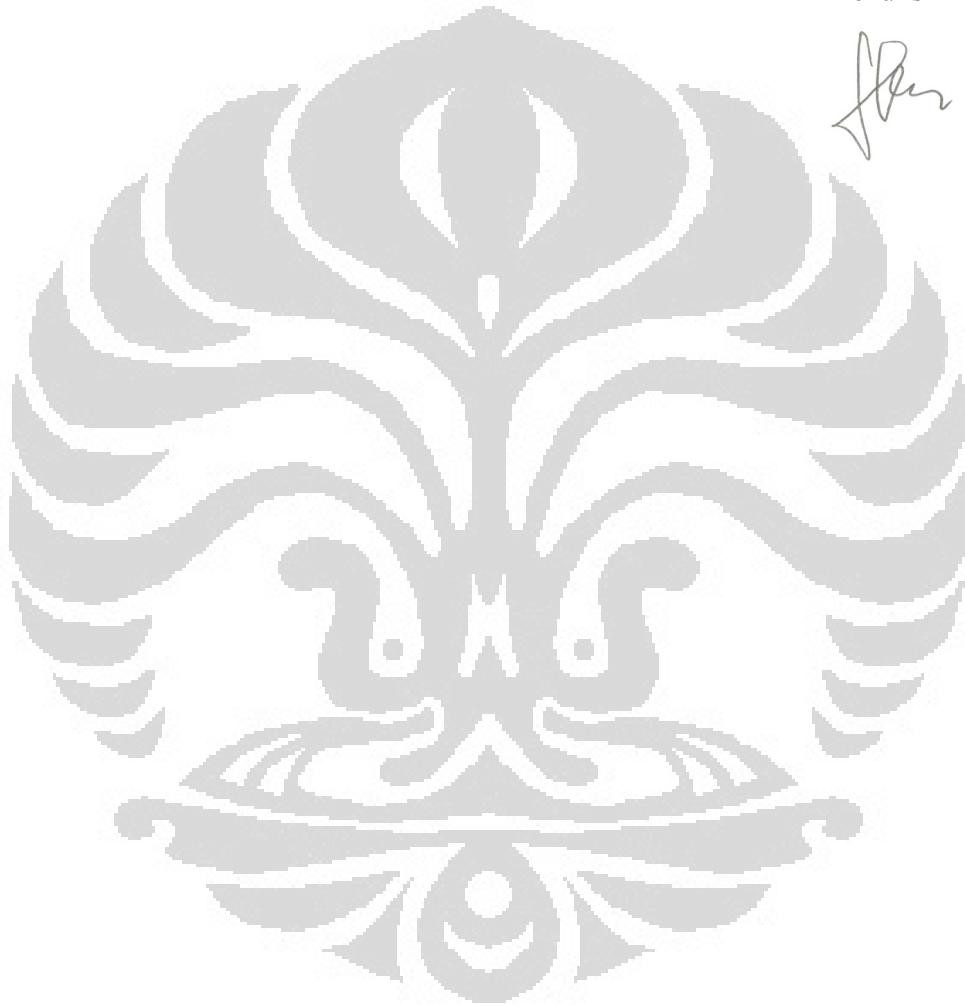
Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan kekuatan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini;
- 2) Dr. Ir. Wiwik Rahayu, DEA, dan Dr. Puspita Lisdiyanti selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini
- 3) Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M.Eng, Ir. Widjojo A. Prakoso Ph.D, dan Niken Financia G., SSi, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberi masukan dan saran untuk penulisan tesis ini
- 4) Suamiku tersayang, Legianto serta buah hati yang terkasih : M.Alif Mubarak, M.Faris Uqail, dan Ahmad Syakur Kamil, yang telah memberikan dukungan material dan moril
- 5) Ibu dan Bapak, atas segala dukungan dan doa-doanya
- 6) Laboran di laboratorium mekanika tanah, Pak Sunarto, Pak Wardoyo, , Pak Acong, Pak Safruddin dan Anto yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan, terima kasih juga untuk Mba Dian, Mbak Wati dan Jalih
- 7) Tim LIPI Cibinong, Mas Eko dan Mbak Mira yang telah membantu dan memberikan masukan-masukan dalam pengerjaan tesis ini
- 8) Teman-teman seperjuangan di kekhususan Geoteknik, Mbak Wati dan Mas Alam
- 9) Semua orang yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT. berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 11 Juli 2011

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Siti Muslikah  
NPM : 0806423835  
Program Studi : Teknik Sipil  
Departemen : Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tesis


Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**STUDI DEGRADASI TANAH GAMBUT OLEH MIKROORGANISME  
UNTUK PROSES KONSOLIDASI TANAH**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia bebas menyimpan, mengalih media/formatkan mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 11 Juli 2011  
Yang menyatakan



(Siti Muslikah)

## ABSTRAK

Nama : Siti Muslikah  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Studi Degradasi Tanah Gambut oleh Mikroorganisme untuk  
Proses Konsolidasi Tanah

Perilaku konsolidasi tanah gambut sangat kompleks dan berbeda dibanding dengan tanah lempung. Ini disebabkan, kandungan serat-serat organik di dalam tanah gambut dan terjadinya proses dekomposisi pada serat-serat organik tersebut selama konsolidasi. Karena kondisi anaerob maka proses dekomposisi tanah gambut berjalan secara lambat. Salah satu cara untuk mempercepat terjadinya dekomposisi atau degradasi tanah gambut, yaitu dengan memberikan mikroorganisme yang dapat mendegradasi serat-serat tanah gambut.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh konsolidasi pada tanah gambut untuk melihat degradasi yang terjadi jika tanah gambut tersebut ditambahkan mikroorganisme. Mikroorganisme yang diinjeksi ke dalam tanah gambut berasal dari tanah gambut itu sendiri dengan cara diisolasi dan dikembangkan untuk dimasukkan kembali ke dalam tanah gambut. Sebagai pembanding digunakan mikroorganisme yang berasal dari pupuk hayati EM4 dan P2000Z. Pada penelitian ini tanah gambut yang digunakan berasal dari Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan.

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa, sampel tanah gambut yang diinjeksi dengan kombinasi antara mikroorganisme asli (10%) dengan pupuk hayati EM4 (10%) + P2000z (10%) atau sampel tanah gambut variasi 4 (A4) memiliki tingkat degradasi yang lebih baik dibandingkan sampel tanah gambut variasi injeksi mikroorganisme lainnya.

Kata kunci :  
Tanah Gambut, Mikroorganisme, degradasi, Konsolidasi



## ABSTRACT

Name : Siti Muslikah  
Study Program : Civil Engineering  
Title : Peat Soil Degradation Study by Mikroorganism for the Process Soil Consolidation

Consolidation peat soil behavior very complex and differ to be compared to with clay. This is caused, organic fibre content in peat soil and the happening of decompositon process at the organic fibre during consolidation. Because condition of anaerob hence peat soil decompositon process walk tardyly. One of the way of to quicken the happening of decompositon or peat soil degradation, that is by giving mikroorganism which can degradation fibre peat soil.

This research is done to know how consolidation influence at peat soil to see degradation that happened if the peat soil enhanced by mikroorganism. Mikroorganism which is injection into peat soil come from itself peat soil by isolation and grown to be reentered into peat soil. As comparator used by mikroorganism coming from biofertilizer EM4 and P2000Z. At this research of used peat soil come from Ogan Komering Ilir Region, South Sumatra.

Result of examination in laboratory indicate that, peat soil sampel which is injection with combination among original mikroorganism (10%) with biofertilizer EM4 (10%) + P2000Z (10%) or variation 4 of peat soil (A4) have degradation level which is better to be compared to other mikroorganism injection variation of peat soil.

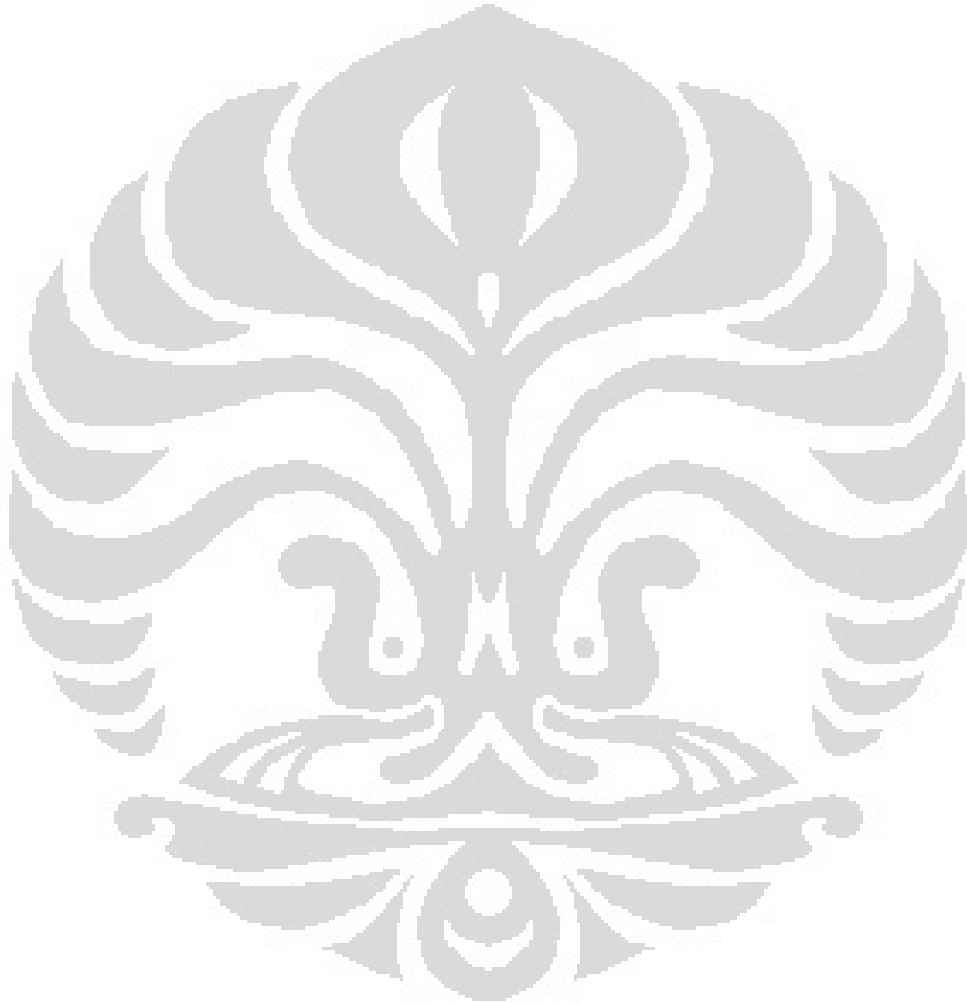
Keyword :  
Peat Soil, mikroorganism, degradation, consolidation.

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR/ UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRAC .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	4
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Tanah Gambut .....	7
2.1.1. Deskripsi Tanah Gambut .....	7
2.1.2. Pembentukan Tanah Gambut .....	10
2.1.3. Jenis dan Klasifikasi Tanah Gambut .....	16
2.1.4. Tanah Gambut di Indonesia .....	19
2.1.5. Penurunan/Subsiden Lahan Gambut .....	21
2.2. Konsolidasi Tanah .....	22
2.2.1. Konsolidasi Tanah .....	22
2.2.2. Prinsip Konsolidasi .....	22
2.2.3. Teori Konsolidasi Terzaghi Satu Dimensi .....	24
2.2.4. Karakteristik Kompresibilitas .....	29
2.2.5. Kompresi Sekunder .....	31
2.2.6. Perilaku Konsolidasi Gambut .....	37
2.2.7. Metode Untuk Menganalisa Pemampatan Gambut .....	39
2.2.7.1. Model Reologi Gibson Dan Lo .....	40
2.2.7.2. Metode Untuk Menentukan Parameter Empiris .....	46
2.2.8. Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Validasi Hasil Pengujian .....	48
2.2.8.1. Tegangan Balik (Back Pressure) .....	48
2.2.8.2. Rasio Peningkatan Beban .....	49
2.2.8.3. Gesekan Samping .....	50
2.2.8.4. Daya Rembes Tanah Gambut .....	50
2.2.8.5. Pengaruh Temperatur .....	51
2.2.8.6. Lama Waktu Pembebanan .....	52
2.2.8.7. Getaran .....	52
2.2.8.8. Contoh Tanah .....	52
2.3. Penelitian Tanah Gambut di Indonesia .....	53

2.3.1. Penelitian Konsolidasi Tanah Gambut di Indonesia.....	53
2.3.2. Penelitian Dekomposisi dan Mikrobiologi Tanah di Indonesia..	59
2.4. Karakteristik Fisik dan Konsolidasi Tanah Gambut di Indonesia.....	64
2.5. Mikrobiologi dan Perannya dalam Dekomposisi Bahan Organik .....	72
2.5.1. Pengertian Mikroorganisme dan Mikrobiologi.....	72
2.5.2. Mikroorganismen Tanah .....	73
2.5.3. Pengertian Dekomposisi .....	74
2.5.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Dekomposisi .....	75
2.5.5. Peran Mikroorganisme dalam Mendekomposisi Bahan Organik	76
2.5.6. Karakteristik Lahan Gambut .....	80
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>81</b>
3.1. Kegiatan Penelitian .....	81
3.2. Contoh Tanah Uji .....	85
3.2.1. Lokasi Pengambilan Contoh Tanah .....	85
3.2.2. Prosedur Pengambilan Contoh Tanah .....	86
3.3. Bahan-Bahan yang Digunakan .....	87
3.3.1. Tanah Gambut dan Air Gambut.....	87
3.3.2. Mikroorganisme .....	87
3.3.3. Pupuk Hayati.....	88
3.4. Pengujian Di Laboratorium .....	89
3.4.1. Isolasi Mikroorganisme Pada Tanah Gambut.....	89
3.4.1.1. Bahan dan Alat.....	89
3.4.1.2. Cara Kerja .....	90
3.4.2. Pencampuran Mikroorganismen dengan Tanah Gambut .....	92
3.4.3. Uji Proses degradasi Secara Kimia dan Biologi .....	99
3.4.3.1. Uji Kadar Serat .....	100
3.4.3.2. Uji Rasio C/N.....	101
3.4.3.3. Uji Gula Pereduksi.....	106
3.4.3.4. Uji pH .....	106
3.4.3.5. Uji Total Jumlah Mikroorganismen.....	107
3.4.3.6. Uji SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ).....	108
3.4.4. Pengujian Konsolidasi .....	110
3.4.4.1. Test Konsolidasi dengan Oedometer Standar .....	111
3.4.4.2. Test Konsolidasi dengan Oedometer Modifikasi (Mold Diameter Besar) .....	113
<b>BAB IV ANALISA HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>115</b>
4.1. Karakteristik Fisik, Kimia, Dan Biologi Tanah Gambut Ogan Komering Iilir, Sumatera Selatan .....	115
4.2. Karakteristik Tanah Gambut Lokasi Ogan Komering Iilir, Sumatera Selatan .....	116
4.2.1. Uji Proses Degradasi Secara Kimia dan Biologi .....	116
4.2.2. Analisa Uji Konsolidasi dengan Alat Oedometer Standar .....	120
4.2.3. Analisa Uji Konsolidasi dengan Alat Oedometer Modifikasi ...	128
4.3. Hasil Pengujian SEM .....	140

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>142</b>
5.1. Kesimpulan.....	142
5.2. Saran .....	143
<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>145</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Pembentukan Dataran Pantai yang Tertutup oleh Gambut (Van de Meene, 1984).....	12
Gambar 2.2	Profil Sungai dan Dataran Banjir yang Dipisahkan oleh Tanggul Alam.....	12
Gambar 2.3	Daerah danau atau rawa (a. dataran pantai .b. dataran banjir)	13
Gambar 2.4	Pembentukan Lingkungan Sungai yang Terdiri dari Berbagai Jenis Gambut (Van de Meene, 1984 ).....	13
Gambar 2.5	Keberadaan Gambut Dataran Rendah pada Dua Lingkungan Fisiografis yang Berbeda (Van de Meene, 1984 ).....	15
Gambar 2.6.	Hipotesa Pembentukan Suatu Rawa -rawa Gambut (Whitten dkk, 1987).....	16
Gambar 2.7.	Jenis-jenis Gambut pada Sebagian Kalimantan Tengah (Siefferman dkk, 1988).....	20
Gambar 2.8.	Analogi Pegas .....	23
Gambar 2.9.	Konsolidasi satu dimensi (a) Model Terzaghi (b) Kurva Tegangan – waktu .....	25
Gambar 2.10.	Kurva $e - \log \sigma'$ di lapangan .....	27
Gambar 2.11.	Hubungan Angka Pori-Tegangan Efektif Untuk Menunjukkan Kompresibilitas Tanah.....	30
Gambar 2.12.	Kurva konsolidasi .....	32
Gambar 2.13.	Efek LIR & tegangan tanah terhadap $C\alpha$ .....	34
Gambar 2.14.	Efek jarak drainasi & waktu terhadap $C\alpha$ .....	34
Gambar 2.15.	Grafik korelasi antara natural water content dengan $C\alpha e$ .....	36
Gambar 2.16.	Kurva hubungan antara Regangan dengan Log Waktu.....	38
Gambar 2.17.	Kurva Hubungan Regangan Vertikal Terhadap Waktu untuk Berbagai Kondisi Pembebanan .....	39
Gambar 2.18.	Model Reologi Gibson dan $L_0$ .....	41
Gambar 2.19.	Model Hoke.....	41
Gambar 2.20.	Model Newton.....	42
Gambar 2.21.	Model Kevin/ Voight .....	43
Gambar 2.22.	Penentuan Parameter “a” dan “b” dari Model Gibson dan $L_0$ untuk $t > t_0$ , Tekanan Air Pori = 0.....	45
Gambar 2.23.	Model Reologi $L_0$ (1961) .....	46
Gambar 2.24.	Prosedur Untuk Menentukan Parameter – Parameter Empiris Reologi.....	47
Gambar 2.25.	Efek Rasio Peningkatan Beban Terhadap Kurva Angka Pori dan Tegangan Efektif.....	49
Gambar 2.26.	Pengaruh Peningkatan Beban Terhadap Bentuk Kurva.....	50
Gambar 2.27.	Faktor Koreksi untuk Koefisien konsolidasi.....	51
Gambar 2.28.	Pengaruh Lama Waktu Pembebanan Terhadap Kurva Pemampatan – $\log \sigma'$ , Crawford (1962).....	52

Gambar 2.29.	Kurva Hubungan Regangan Vertikal, Pengaliran Air Pori dan Disipasi Tekanan Air Pori Terhadap Log Waktu untuk Tanah Gambut Palembang dengan $\sigma' = 50\text{kPa}$ selama 6 hari (tegangan balik = 190 kPa).....	67
Gambar 2.30.	Kurva Hubungan Regangan Vertikal, Pengaliran Air Pori Dan Disipasi Tekanan Air Pori Terhadap Log Waktu untuk Tanah Gambut Riau dengan $\sigma' = 50\text{kPa}$ selama 6 hari (tegangan balik = 190 kPa).....	68
Gambar 2.31.	Kurva hubungan regangan vertikal, pengaliran air pori dan disipasi tekanan air pori terhadap log waktu untuk Tanah Gambut Palembang pada periode pembebanan 24 jam (tegangan balik = 190 kPa) .....	69
Gambar 2.32.	Kurva hubungan regangan vertikal, pengaliran air pori dan disipasi tekanan air pori terhadap log waktu untuk Tanah Gambut Riau pada periode pembebanan 24 jam (tegangan balik = 190 kPa) .....	70
Gambar 2.33.	Kurva hubungan angka pori dengan log tegangan konsolidasi untuk Tanah Gambut Palembang dan Riau.....	71
Gambar 2.34.	Kurva hubungan regangan vertikal dengan log tegangan konsolidasi untuk Tanah Gambut Palembang dan Riau .....	71
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian.....	83
Gambar 3.2.	Skema Pengujian Konsolidasi Lokasi A .....	84
Gambar 3.3.	Lokasi Pengambilan Tanah Gambut (Sumber : South Sumatera Forest Fire Management Project SFFFMP).....	85
Gambar 3.4.	Tabung Pengambilan Contoh Tanah.....	87
Gambar 3.5.	Metode Isolasi Langsung .....	91
Gambar 3.6.	Cawan untuk Sampel Tanah Gambut yang Berukuran Diameter 8,82 Cm Dan Tinggi 3.26 Cm .....	93
Gambar 3.7.	Cawan untuk Sampel Tanah Gambut yang Berukuran Diameter 16,51 Cm Dan Tinggi 6.20 Cm .....	94
Gambar 3.8.	Bahan-Bahan Injeksi Gambut .....	94
Gambar 3.9.	Injeksi Sampel Tanah Gambut dengan Mikroorganisme atau Pupuk Hayati .....	95
Gambar 3.10.	Kertas yang Telah Diberi Tanda Lokasi 9 Titik Injeksi .....	95
Gambar 3.11.	Sampel Tanah Gambut yang Telah Diinjeksi Disusun di Atas Rak Besi .....	97
Gambar 3.12.	Gambar Cawan yang Digunakan untuk Menempatkan Sampel Tanah Gambut yang Diinjeksi Mikroorganisme untuk Persiapan Percobaan Konsolidasi .....	98
Gambar 3.13.	Gambar Pola Pemberian/ Injeksi Mikroorganisme/ Pupuk Hayati Ke Dalam Sampel Tanah Gambut (Tampak Atas) .....	98
Gambar 3.14.	Gambar Variasi Kedalaman Injeksi Mikroorganisme/ Pupuk Hayati Ke dalam Cawan yang Berisi Sampel Tanah Gambut .....	99
Gambar 3.15.	Alat SEM .....	109
Gambar 3.16.	Oedometer tipe fixed ring .....	111
Gambar 3.17.	Alat Konsolidasi (Oedometer Standar) .....	114

Gambar 3.18.	Susunan Tes konsolidasi dengan Mold Diameter Besar (Oedometer Modifikasi) Sebelum Dilakukan Pengujian Konsolidasi.....	114
Gambar 4.1.	Kurva Log Waktu Vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A dengan Oedometer Standar .....	120
Gambar 4.2.	Kurva Log Waktu Vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A1 dengan Oedometer Standar .....	121
Gambar 4.3.	Kurva Log Waktu Vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A2 dengan Oedometer Standar .....	122
Gambar 4.4.	Kurva Log Waktu Vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A3 dengan Oedometer Standar .....	123
Gambar 4.5.	Kurva Log Waktu Vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A4 dengan Oedometer Standar .....	123
Gambar 4.6.	Kurva Log Waktu Vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A5 dengan Oedometer Standar .....	124
Gambar 4.7.	Void Ratio Vs Pressure Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Iilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Standar .....	128
Gambar 4.8.	Kurva Log Waktu Vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A dengan Oedometer Modifikasi.....	129
Gambar 4.9.	Kurva Log Waktu Vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A2 dengan Oedometer Modifikasi.....	130
Gambar 4.10.	Kurva Log Waktu Vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A4 dengan Oedometer Modifikasi.....	131
Gambar 4.11.	Kurva pressure vs Cv Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Iilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi.....	133
Gambar 4.12.	Kurva Void Ratio vs Pressure Sampel Tanah Gambut A dengan Oedometer Modifikasi .....	135
Gambar 4.13.	Kurva Void Ratio vs Pressure Sampel Tanah Gambut A2 dengan Oedometer Modifikasi .....	135
Gambar 4.14.	Kurva Void Ratio vs Pressure Sampel Tanah Gambut A4 dengan Oedometer Modifikasi .....	136
Gambar 4.15.	Kurva Angka Pori vs Log Waktu Sampel Tanah Gambut A.	137
Gambar 4.16.	Kurva Angka Pori vs Log Waktu Sampel Tanah Gambut A2	138
Gambar 4.17.	Kurva Angka Pori vs Log Waktu Sampel Tanah Gambut A4	138
Gambar 4.18.	Hasil SEM Sampel Tanah Gambut Sebelum Diinjeksi Mikroorganisme (A) dengan Pembesaran 1500x .....	140
Gambar 4.19.	Hasil SEM Sampel Tanah Gambut Setelah Diinjeksi Mikroorganisme (A2) dengan Pembesaran 1000x .....	141

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Klasifikasi Tanah Gambut Menurut ASTM D2607 (1969).....	17
Tabel 2.2.	Klasifikasi Gambut Berdasarkan Kadar Serat menurut ASTM D4427-84 (1989).....	18
Tabel 2.3.	Klasifikasi Gambut Berdasarkan Kadar Abu menurut ASTM D4427-84 (1989) .....	18
Tabel 2.4.	Klasifikasi Gambut Berdasarkan Tingkat Keasaman Menurut ASTM D4427-84 (1989) .....	18
Tabel 2.5.	Mekanisme Penyebab <i>preconsolidation</i> .....	28
Tabel 2.6.	Persamaan Empiris $C_c$ .....	29
Tabel 2.7.	Korelasi $C_\alpha$ dan Jenis Tanah .....	35
Tabel 2.8.	Korelasi Antara $C_\alpha/C_c$ dan Jenis Tanah .....	36
Tabel 2.9.	Sifat Fisik Tanah Gambut di Indonesia .....	65
Tabel 2.10.	Nilai Koefisien Konsolidasi ( $C_c$ ) pada Beberapa Penelitian Tanah Gambut di Indonesia .....	66
Tabel 2.11.	Mikroorganisme Dekomposisi Bahan Organik.....	79
Tabel 3.1.	Pembuatan Larutan Glukosa Standar Pada Berbagai Konsentrasi	92
Tabel 4.1.	Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan.....	115
Tabel 4.2.	Hasil Uji Proses Degradasi Secara Kimia dan Biologi Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan .....	117
Tabel 4.3.	Hasil Pembobotan Uji Proses Degradasi Secara Kimia dan Biologi Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan	118
Tabel 4.4.	Hasil Uji pH Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan.....	118
Tabel 4.5.	Persentase Penurunan Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Standar .....	125
Tabel 4.6.	Nilai Koefisien Konsolidasi ( $c_v$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Standar ...	126
Tabel 4.7.	Nilai Indeks Kompresi ( $C_c$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Standar .....	127
Tabel 4.8.	Persentase Penurunan Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi.....	132
Tabel 4.9.	Nilai Koefisien Konsolidasi ( $c_v$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi	132
Tabel 4.10.	Nilai Kadar Serat dan Perubahan Angka Pori ( $\Delta e$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi.....	134
Tabel 4.11.	Nilai Indeks Kompresi ( $C_c$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi.....	136
Tabel 4.12.	Nilai Koefisien Konsolidasi Sekunder ( $C_\alpha$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi.....	139



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Salah satu tanah yang bermasalah dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi adalah *tanah gambut*. Tanah gambut merupakan tanah yang secara fisik dan teknik kurang memenuhi persyaratan dan ketentuan dalam pekerjaan konstruksi, karena tanah gambut memiliki kandungan air dan kompresibilitas yang sangat tinggi serta mempunyai kapasitas dukung tanah yang rendah. Meskipun demikian, dengan berbagai alasan dan pertimbangan pekerjaan konstruksi diatas endapan gambut sering terpaksa dilakukan, terutama untuk pembangunan daerah pemukiman dan jalur jalan raya seperti yang ada di daerah Sumatera, Kalimantan dan Papua (Teguh Nugroho dan Budi Mulyanto, 2003).

Untuk memperbaiki sifat tanah gambut dalam bidang teknik dilakukan dengan cara stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah pada prinsipnya untuk perbaikan mutu tanah yang tidak baik, atau meningkatkan mutu dari tanah yang sebenarnya sudah tergolong baik.

Stabilisasi tanah antara lain dilakukan dengan cara stabilisasi tanah kimiawi (*chemical stabilization*) dengan menggunakan semen, kapur, aspal, limbah minyak, limbah batu bara, limbah padi atau sekam dan lain-lain. Stabilisasi tanah mekanis dengan teknologi khusus, stabilisasi tanah dengan cara thermal (proses panas/dingin), stabilisasi tanah dengan cara pengaliran listrik, stabilisasi tanah dengan cara penyuntikan bahan penguat (*grouting*), stabilisasi tanah dengan cara menambahkan penulangan penguat (*reinforce*) dan geotextile serta stabilisasi tanah secara biologi.

Stabilisasi atau perbaikan tanah secara biologi umumnya digunakan untuk pertanian sedangkan dalam bidang teknik sipil masih jarang dilaksanakan terutama untuk perbaikan tanah gambut di Indonesia. Padahal jika dilakukan stabilisasi tanah gambut secara biologi dapat meminimalisir dampak lingkungan yang terjadi akibat proses pembangunan yang dilakukan pada tanah gambut.

Bahkan perbaikan tanah gambut dalam bidang pertanian secara biologi dapat memberikan dampak yang positif.

Sebagai contoh penambahan pupuk organik mampu memperbaiki kesuburan biologi, dimana mikroorganisme tanah saling berinteraksi dengan bahan organik, yang berperan sebagai pendaur ulang hara dalam tanah, sehingga hara akan lebih tersedia untuk tanaman. Dari aspek tanaman, hasil perombakan bahan organik dapat menghasilkan asam amino yang dapat diserap tanaman dengan segera, dan bahan organik banyak mengandung sejumlah zat pengatur tumbuh dan vitamin yang dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman. Sedangkan penggunaan pupuk anorganik, penggunaan pestisida yang berlebih dalam kurun yang panjang, akan berdampak negatif pada kehidupan dan keberadaan musuh alami hama dan penyakit, dan juga berdampak pada kehidupan biota tanah. Hal ini menyebabkan terjadinya ledakan hama penyakit dan degradasi biota tanah. Disamping itu, dimungkinkan residu pestisida dalam produk, misalnya pada hasil hortikultura. (Suntoro, 2007)

Tanah gambut termasuk jenis tanah yang memiliki sedikit mikroorganisme dibandingkan tanah lunak lainnya seperti lempung dan lanau. Mikroorganisme termasuk salah satu yang berperan penting dalam proses pelapukan/degradasi/dekomposisi yang terjadi pada tanah. Sedikitnya mikroorganisme pada tanah gambut diperkirakan penyebab proses dekomposisi berlangsung lama, atau perombakan akar-akar pepohonan atau sisa-sisa pepohonan menjadi lambat. Salah satu cara untuk mempercepat terjadinya perombakan/dekomposisi/degradasi pada tanah gambut adalah menambahkan mikroorganisme ke dalam tanah gambut.

Konsolidasi merupakan aspek yang penting dalam rekayasa geoteknik selain tegangan dan daya rembes, terlebih jika dilakukan pada tanah lunak seperti tanah gambut. Perilaku konsolidasi tanah gambut sangat kompleks dan sangat berbeda dengan lempung, hal ini disebabkan oleh kandungan serat-serat organik di dalam tanah gambut dan terjadinya proses dekomposisi pada serat-serat organik tersebut selama konsolidasi.

Pemampatan primer pada proses konsolidasi tanah gambut terjadi dalam jangka waktu yang pendek, sedangkan pemampatan sekunder terjadi dalam jangka

waktu yang cukup panjang dengan kecepatan yang cukup besar. Bahkan terjadi pemampatan tersier pada konsolidasi dengan beban kecil untuk jangka waktu pembebanan yang lama. Hal ini disebabkan oleh daya rembes tanah gambut yang berkurang secara cepat dan daya mampatnya sangat tinggi.

Perilaku konsolidasi tanah gambut cenderung mengacu pada besarnya regangan yang terjadi dan diasumsikan mekanisme pemampatannya merupakan rangkaian kejadian tegangan–regangan–waktu (visco-elastis), sehingga untuk menganalisa pemampatannya digunakan dengan suatu model reologi yang dikembangkan oleh Gibson dan Lo (1961).

Berangkat dari pemikiran tersebut maka pada penelitian ini dilakukan tentang bagaimana pengaruh konsolidasi pada tanah gambut untuk melihat degradasi yang terjadi jika tanah gambut tersebut ditambahkan mikroorganisme yang dapat hidup dan berkembangbiak di tanah gambut itu sendiri. Karena itu mikroorganisme yang diberikan berasal dari tanah gambut yang akan diuji dengan cara mengisolasi tanah tersebut untuk mendapatkan jenis mikroorganisme yang hidup dan berkembang pada tanah gambut tersebut. Selain ditambahkan mikroorganisme yang berasal dari tanah aslinya, makanan untuk berkembangnya mikroorganisme tersebut juga ditambahkan dengan diinjeksikan ke dalam sampel tanah yang akan diuji dengan harapan mikroorganisme akan hidup dan berkembangbiak dengan baik pada sampel tersebut. Sebagai pembanding dilakukan variasi penambahan mikroorganisme dengan menggunakan pupuk hayati EM4 dan P2000Z.

Selanjutnya dilakukan uji konsolidasi pada sampel tanah yang telah diberi mikroorganisme atau yang telah divariasikan dengan penambahan pupuk hayati. Hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan pengujian konsolidasi yang dilakukan pada tanah gambut asli tanpa penambahan mikroorganisme atau pupuk hayati. Konsolidasi yang dilakukan dilaksanakan dengan alat oedometer standar dan alat oedometer modifikasi untuk sampel tanah dengan volume lebih besar dari oedometer standar.

## 1.2. TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui serta mengamati karakteristik konsolidasi terutama degradasi yang terjadi dengan penambahan mikroorganisme pada tanah gambut. Hasil penelitian berupa :

1. Membandingkan perilaku pemampatan primer dan sekunder antara tanah gambut yang tidak diberi mikroorganisme dengan tanah gambut yang telah diberi mikroorganisme
2. Mempelajari efek penambahan mikroorganisme terhadap konsolidasi tanah gambut

Nilai-nilai di atas digunakan untuk memperkirakan besar penurunan (degradasi) tanah gambut di lapangan serta dapat memberikan data-data karakteristik fisik (engineering properties) tanah gambut dimana pengujian dilakukan dalam kondisi tanah gambut asli maupun yang telah dicampur dengan mikroorganisme dengan berbagai variasi campuran.

## 1.3. BATASAN MASALAH

Penelitian ini dibatasi pada pembahasan karakteristik konsolidasi gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera-Selatan sebelum dan sesudah ditambahkan mikroorganisme berdasarkan hasil uji laboratorium. Uji laboratorium yang dilakukan adalah uji fisik untuk mendapatkan deskripsi fisik contoh tanah, uji konsolidasi untuk mendapatkan parameter-parameter pemampatan, uji pembanding untuk memilih variasi campuran mikroorganisme yang terbaik, uji SEM untuk membandingkan tekstur serta degradasi yang terjadi pada tanah gambut dan dilakukan isolasi mikroorganisme untuk mendapatkan mikroorganisme pendegradasi tanah gambut yang ada di dalam sampel tanah yang akan dikembangkan dan digunakan untuk diinjeksi ke dalam sampel tanah gambut.

Uji sifat fisik yang dilakukan meliputi:

1. Kadar air
2. Berat volume
3. Kadar abu
4. Kadar organik
5. Berat spesifik (Specific gravity)
6. Atterberg limit

Dilakukan uji proses degradasi secara kimia dan biologi untuk mendapatkan variasi campuran mikroorganisme terbaik yang telah diinjeksi ke dalam sampel tanah gambut. Uji tersebut antarlain: uji kadar serat, uji rasio C/N, uji gula pereduksi, uji pH, dan uji total mikroorganisme.

Uji konsolidasi tanah gambut dilakukan dengan menggunakan oedometer standar dan oedometer modifikasi, yaitu oedometer yang menggunakan sampel besar namun diameter serta tinggi sampel proporsional terhadap diameter dan tinggi sampel oedometer standar. Adapun pembebanan yang dilakukan:

1. Oedometer standar untuk sampel kecil dengan pembebanan standar
2. Oedometer modifikasi untuk sampel besar dengan pembebanan standar
3. Oedometer modifikasi untuk sampel besar dengan pembebanan  $> P_c$

Uji isolasi mikrobiologi dilakukan untuk mendapatkan mikroorganisme pendegradasi tanah gambut yang berasal dari sampel tanah gambut yang akan diuji. Pengujiannya dilakukan di Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI, Cibinong. Selanjutnya mikroorganisme pendegradasi yang sudah didapatkan, dikembangkan untuk diinjeksi ke dalam sampel tanah gambut yang akan diuji beserta makanan/nutrisi mikroorganisme tersebut. Setelah sampel tanah gambut diinjeksi mikroorganisme dilakukan pemeraman dengan waktu minimal 1 bulan.

Untuk menganalisa tekstur/degradasi yang terjadi setelah tanah diberi mikroorganisme dilakukan juga pengujian SEM, dengan membandingkan hasil SEM sebelum sampel tanah gambut diberi mikroorganisme dengan setelah diberi mikroorganisme.

#### 1.4. SISTEMATIKA PENULISAN

Penelitian Tesis ini terdiri dari lima bab, yaitu:

**BAB I. Pendahuluan**

Merupakan pengantar permasalahan pada penelitian ini, yang terdiri dari latar belakang, tujuan, batasan masalah, serta sistematika penulisan

**BAB II. Tinjauan Pustaka**

Berisi tinjauan pustaka mengenai tanah gambut, konsolidasi tanah gambut, penelitian-penelitian yang berkaitan dengan tanah gambut serta mikroorganisme pada tanah gambut

**BAB III Metodologi Penelitian**

Berisi penjelasan mengenai deskripsi metode pengujian yang dilakukan, lokasi dan prosedur pengambilan contoh tanah, deskripsi peralatan, dan prosedur pengujian

**BAB IV. Analisa Hasil Penelitian**

Analisa data hasil pengujian di laboratorium untuk mengetahui degradasi yang terjadi pada tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme melalui percobaan konsolidasi

**BAB V. Kesimpulan**

Merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan hasil analisa pada Bab IV.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tanah Gambut**

Tanah gambut (PT = peat/humus) termasuk tanah organik, secara visual dikenal sebagai massa berserat mengandung kekayuan, biasanya berwarna gelap dan berbau tumbuhan membusuk. Adanya bahan-bahan organik pada suatu tanah cenderung mengurangi kekuatan tanah tersebut. Tanah ini mengandung bahan organik yang tinggi mempunyai kuat geser rendah, mudah mampat, dan bersifat asam yang dapat merusak material bangunan (Hardiyatmo, 1996).

Tanah gambut biasanya dihubungkan dengan material alam yang memiliki kompresibilitas yang tinggi dan kuat geser yang rendah. Material tersebut terdiri dari terutama jaringan nabati yang memiliki tingkat pembusukan yang bervariasi yang umumnya memiliki warna coklat tua sampai dengan hitam. Karena berasal dari tumbuh-tumbuhan yang mengalami pembusukan, maka akan memiliki bau yang khas, dan konsistensi yang lunak tanpa memperlihatkan plastisitas yang nyata, dan tekstur mulai dari berserat sampai dengan amorf. Di sekitar area tanah gambut, akan ditemukan tanah organik dengan kandungan organik yang bervariasi pula.

Tanah gambut dapat ditemui di pegunungan, dataran tinggi dan dataran rendah. Tanah gambut terbentuk pada kondisi iklim (tropis, sedang dan dingin) yang berbeda-beda. Jika diklasifikasikan berdasarkan topografi, maka tanah gambut bisa berupa tanah gambut dataran tinggi, tanah gambut di cekungan atau tanah gambut pantai.

##### **2.1.1. Deskripsi Tanah Gambut**

Pada umumnya tanah gambut berwarna coklat tua sampai kehitaman, karena mengalami dekomposisi muncul senyawa-senyawa humik berwarna gelap,

meskipun bahan asalnya berwarna kelabu, coklat, atau kemerah-merahan. Umumnya perubahan yang dialami bahan organik kelihatan sama dengan yang dialami oleh sisa bahan organik tanah mineral, walaupun pada tanah gambut aerasi teratasi.

Dalam keadaan kering tanah gambut sangat kering, berat isi kering tanah organik bila dibandingkan dengan tanah mineral sangat rendah, yaitu 0,2–0,3 kN/m<sup>3</sup> yang merupakan nilai yang umum bagi tanah organik yang mengalami dekomposisi lanjut sedangkan tanah mineral mempunyai berat isi kering 1,25–1,45 kN/m<sup>3</sup>.

Tanah gambut juga mempunyai sifat menahan air yang tinggi. Tanah mineral kering dapat menahan air 1/2 sampai 1/5 bobotnya. Sedangkan tanah gambut dapat menahan 2-4 kali bobot keringnya. Terlebih pada tanah gambut yang belum terdekomposisi, kemampuan menahan airnya sangat tinggi mencapai 12 atau 15 kali bahkan 20 kali bobot keringnya.

Tanah gambut mempunyai ciri khusus, yaitu kerangka tanahnya mudah dihancurkan apabila dalam keadaan kering. Bahan organik yang terdekomposisi, sebagian bersifat koloidal dan mempunyai kohesi yang rendah. Tanah gambut juga cenderung asam jika dibandingkan tanah mineral pada kejenuhan basa yang sama.

Tanah gambut bersifat fibrous jika struktur dari daun, akar, ranting, dan cabang masih terlihat. Dan jika strukturnya tidak terlihat dan berwarna kehitaman disebut amorphous. Tanah gambut dapat bercampur dengan lempung atau tanah kelempungan.

Menurut Hobbs (1986), karakteristik tanah gambut dalam penggambarannya dapat ditentukan oleh beberapa hal, yaitu:

a) Warna.

Warna tanah gambut di lapangan dapat dijadikan petunjuk yang berguna. Tetapi warna tanah gambut cepat berubah jika terkena udara yang diduga merupakan hasil proses oksidasi sehingga harus dicatat di lapangan atau langsung dari tabung contoh tanah tak terganggu.

b) Tingkat dekomposisi (humifikasi)



- c) Tingkat kebasahan (kadar air)  
Dapat diukur secara akurat di laboratorium, tetapi untuk keperluan praktis di lapangan dapat dikategorikan *dry*, *wet*, *very wet* dan *extremely wet*.
- d) Unsur utama  
Tanah gambut mempunyai unsur utama yaitu *fiber*, *fine*, *coarse*, *amorphous granular*, *material*, *woody material* dan sebagainya.
- e) Tanah mineral, pengenalan di lapangan sangat sulit kecuali jika memang terlihat jelas
- f) Bau  
Bila tercium manusia, dapat dikategorikan menjadi tidak terlalu bau, agak berbau, berbau keras. Bau dari H<sub>2</sub>S dapat tercium secara vertical maupun horizontal. Sedangkan bau metan hanya dapat terdeteksi dengan menggunakan detektor
- g) Komposisi kimia  
Pada tanah gambut, dekomposisi bahan-bahan organik yang terakumulasi pada tubuh tanah akan meningkatkan keasaman, sehingga tanah gambut cenderung lebih asam dengan tanah mineral dengan kebasahan sama.
- h) Kekuatan tarik
- i) Batas plastis yang dapat diuji atau tidak, merupakan petunjuk lapangan yang berguna dalam morfologi tanah gambut

Kadar organik dari lempung dan tanah gambut pada umumnya berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang ada di permukaan bumi. Meskipun demikian, untuk lempung dengan nilai kadar organik yang rendah, misalkan di bawah 10%, seperti yang ditemukan pada lempung estuarin dan endapan marin yang dangkal, bahan organik berasal dari sisa-sisa kulit binatang laut seperti cacing, udang, kerang-kerangan dan moluska lainnya. Paul & Barros (1999) telah mengidentifikasi adanya tipe lempung estuarin ini di daerah Bothkennar, Skotlandia, yang nilai kadar organiknya berkisar antara 2 hingga 4%. Adapun pengaruh dari kadar organik pada tanah adalah meningkatkan nilai kadar air jenuh, meningkatkan kompresibilitas, serta meningkatkan permeabilitas.

Masalah utama di areal gambut (*peat*) yang utama adalah sifatnya yang sangat dapat dimampatkan (*compressible*) dimana lapisannya memiliki potensi penurunan (*settlement*) yang sangat besar ketika dibebani di atasnya. Semakin tebal lapisan tanah gambut, semakin besar potensi penurunan yang dapat terjadi. Secara teknis tanah gambut tidak baik sebagai dasar konstruksi bangunan karena mempunyai kadar air sangat tinggi, kemampatannya tinggi serta daya dukung sangat rendah (*extremely low bearing capacity*).

Tanah gambut dan tanah lempung dengan kadar organik yang tinggi sangat berbeda sifatnya dengan lempung organik. Faktor yang mempengaruhi perilaku teknisnya adalah jumlah kandungan mineral organik dan proses terbentuknya. Dari berbagai pendapat yang telah dihimpun, sebagian besar para ahli menyimpulkan bahwa ciri tanah gambut adalah berwarna coklat sampai dengan coklat kehitam-hitaman. Hal ini semakin banyak kandungan bahan organik dalam tanah maka warnanya akan semakin gelap atau tua. Selain itu pengamatan secara visual didapatkan bahwa tanah ini berserat, hal ini dikarenakan berasal dari sisa-sisa tumbuhan atau vegetasi yang mengalami pelapukan.

Selain itu kandungan bahan organik pada tanah gambut adalah 50% atau lebih dan mempunyai berat jenis yang kecil sehingga tanah tersebut sangat ringan. Kandungan unsur karbon (C) yang cukup tinggi membuat tanah ini bersifat asam.

### 2.1.2. Pembentukan Tanah Gambut

Tanah gambut umumnya terjadi dari fragmen-fragmen material organik yang berasal dari tumbuhan. Oleh karena itu, tanah gambut memiliki kandungan organik yang tinggi, dan pada tanah gambut sering dijumpai serat-serat dan akar tanaman maupun batang kayu yang lapuk.

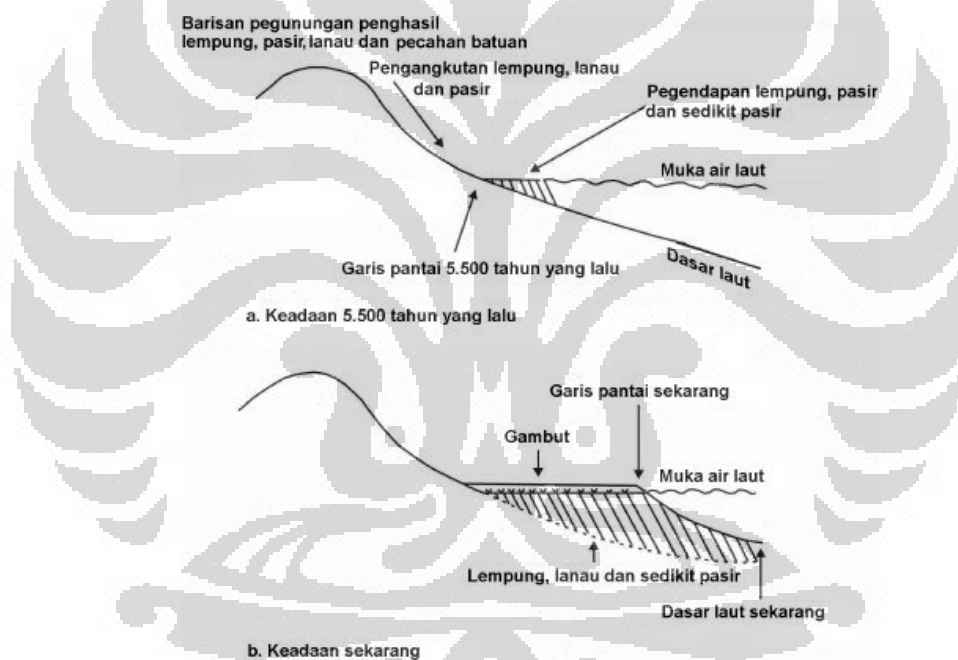
Proses awal terbentuknya tanah gambut disebut “Paludiasi” yaitu suatu proses geogenik. Proses geogenik merupakan akumulasi bahan organik yang mencapai ketebalan lebih dari 40 cm. Proses akumulasi bahan organik itu sendiri terjadi karena suasana anaerob menghambat oksidasi bahan organik oleh jasad

renik, sehingga terjadi proses humifikasi. Proses akumulasi bahan organik inilah yang kemudian disebut proses pembentukan bahan induk dari tanah gambut yang kemudian dipengaruhi pula oleh kelembaban, susunan bahan organik, kemasaman, aktivitas jasad renik dan waktu.

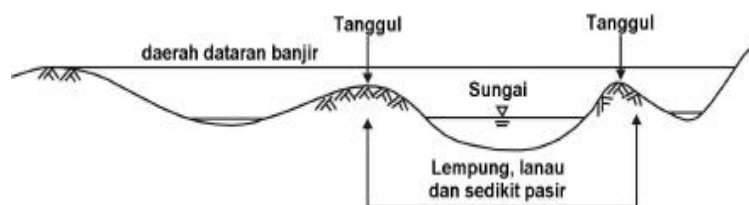
Van de Meene (1984) menjelaskan pembentukan tanah gambut di Asia Tenggara dengan suatu proses yang dimulai 18.000 tahun yang lalu. Pembentukan tanah gambut dilihat dari sudut pandang geologi dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a) Sejak akhir Pleistosen sebagian besar lautan menyusut terkumpul membentuk salju di dataran tinggi dan deretan pegunungan yang tinggi. Daerah-daerah dimana deposit gambut sekarang dapat ditemui yaitu: Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, sebagian besar paparan Sunda, sebagian besar paparan Sahul di Irian Barat.
- b) Pada saat es mulai mencair, paparan tersebut secara bertahap tenggelam sampai dengan sekitar 5500 tahun yang lalu, saat muka air laut tertinggi dicapai.
- c) Sejak itu material klastik berpindah dari daerah dataran tinggi menuju laut melalui sungai. Secara bertahap, dataran pantai meluas ke arah laut dan di daratan terbentuk tanggul alami seperti terlihat pada Gambar 2.1. dan Gambar 2.2. Pembentukan tanah gambut dimulai dari daratan ke arah pinggir rawa-rawa bakau. Sedimen halus yang terbawa oleh sungai tersangkut pada akar-akar bakau membentuk daratan baru.
- d) Dataran pantai dan tanggul alami yang terbentuk dengan cara ini drainasenya akan sangat buruk dan menjadi daerah berawa. Danau yang dangkal terbentuk dan sisa-sisa tumbuhan air mulai terakumulasi dan secara bertahap danau tersebut terisi tumbuh-tumbuhan hutan. Situasi ini menciptakan suatu lingkungan danau seperti terlihat pada Gambar 2.3, a dan b.
- e) Pada tahap awal tumbuhan hidup dari akar-akar yang menyerap nutrisi dari lempung atau lanau dan pasir (selanjutnya disebut tanah mineral) seperti diperlihatkan pada Gambar 2.4, a dan b.

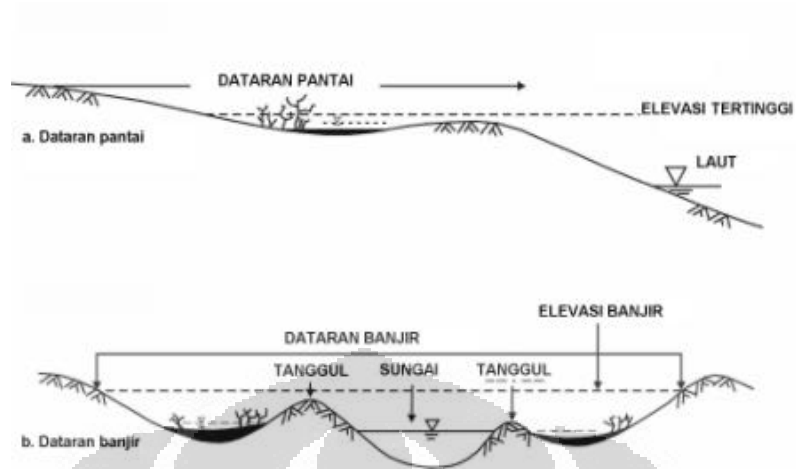
- f) Pada tahap berikutnya, setelah sisa-sisa tumbuhan terakumulasi yang jarak antara permukaan dan tanah mineral bertambah jauh, akar-akar tumbuhan tidak lagi bisa mencapai tanah mineral dan tumbuh-tumbuhan harus bisa hidup dari nutrisi tanaman yang ada pada sisa-sisa tanaman yang mulai membentuk lapisan gambut.
- g) Akibat elevasi permukaan tanah gambut bertambah, air banjir sungai yang membawa zat mineral tidak mencapai elevasi tumbuhan dan selanjutnya akar tumbuh-tumbuhan menjadi lebih bergantung pada suplai nutrisi yang berasal dari air hujan dan akumulasi sisa-sisa tumbuhan, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.4 c.



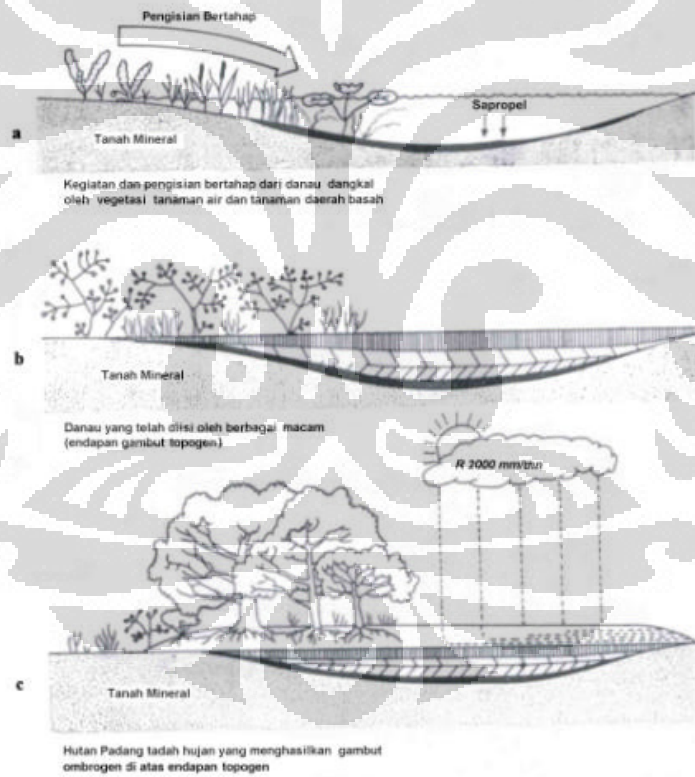
Gambar 2.1 Skema Pembentukan Dataran Pantai yang Tertutup oleh Tanah Gambut (Sumber: Van de Meene, 1984).



Gambar 2.2 Profil Sungai dan Dataran Banjir yang Dipisahkan oleh Tanggul Alam.



Gambar 2.3 Daerah Danau atau Rawa (a. Dataran Pantai, b. Dataran Banjir)



Gambar 2.4 Pembentukan Lingkungan Sungai yang Terdiri dari Berbagai Jenis Tanah Gambut (Sumber: Van de Meene, 1984).

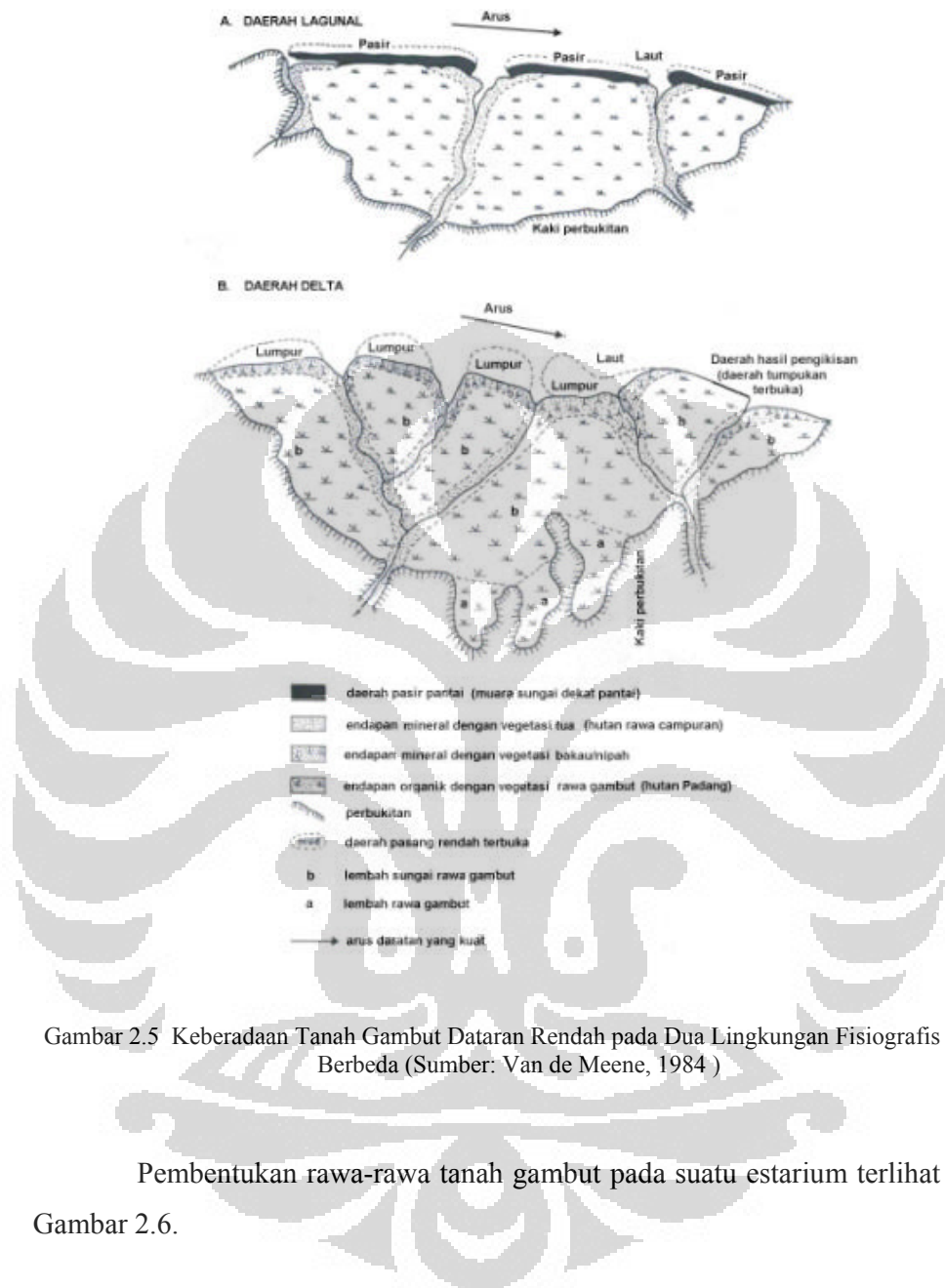
Oleh karena itu asal-usul deposit tanah gambut dibagi menjadi dua tipe:

- a) Tanah gambut topogenos yang terbentuk pada cekungan oleh tumbuhan melalui proses dari c sampai dengan e di atas.
- b) Tanah gambut ombrogenos yang dibentuk oleh tumbuhan yang berkembang melalui proses dari f ke g di atas.

Selama perkembangan tanah gambut ombrogenos lebih lanjut, nutrisi secara bertahap berkurang oleh pelindihan dan vegetasi akan semakin kurang rimbun dan bervariasi. Sebagai akibat dari berkurangnya zat organik, laju pertumbuhan tanah gambut berkurang dan untuk jangka panjang hal ini berkembang menjadi suatu bentuk yang dikenal sebagai hutan padang seperti terlihat pada Gambar 2.4c.

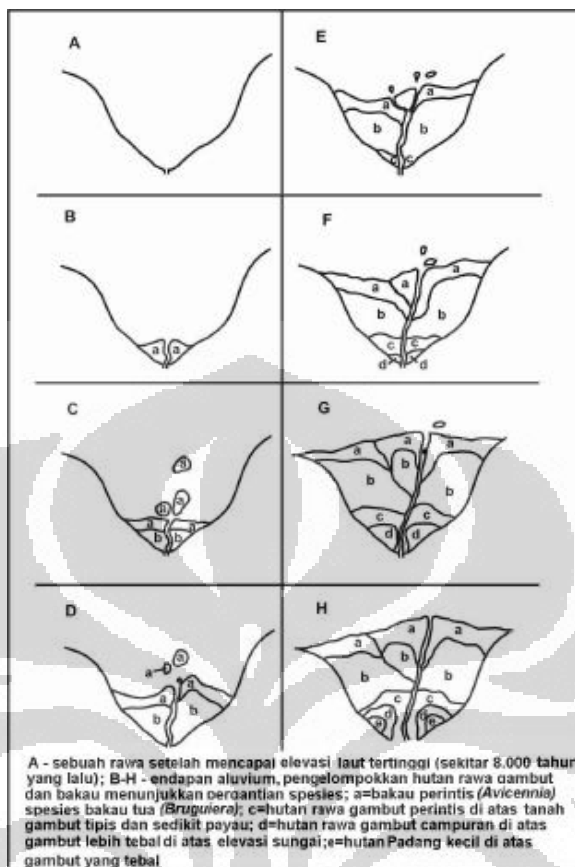
Keberadaan tanah gambut dataran rendah, bisa dibedakan menjadi dua lingkungan fisiografis yang berbeda (Van de Meene, 1984).

- a) Pertama, situasi Lagun, daerah tanah gambut terletak di antara pantai berpasir dan kaki bukit. Penggenangan oleh sungai bisa membentuk tanggul alami yang rendah dan karena suplai nutrisi yang rutin dalam bentuk mineral, suatu hutan rawa-rawa campuran akan tumbuh di daerah tersebut. Lebih jauh, pada daerah pedalaman akan terbentuk hutan padang.
- b) Kedua, situasi Delta, deposit pantai yang terutama terdiri dari lumpur dimana vegetasi nipah dan rawa-rawa bakau terbentuk. Semakin ke dalam, vegetasi secara bertahap akan berubah menjadi hutan padang ombrogenos, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Keberadaan Tanah Gambut Dataran Rendah pada Dua Lingkungan Fisiografis yang Berbeda (Sumber: Van de Meene, 1984 )

Pembentukan rawa-rawa tanah gambut pada suatu estarium terlihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Hipotesa Pembentukan Suatu Rawa-Rawa Gambut  
(Sumber: Whitten dkk, 1987)

### 2.1.3. Jenis dan Klasifikasi Tanah Gambut

Pengelompokkan tanah gambut didasarkan aspek teknis dan fisik tanah gambut, yaitu berdasarkan derajat dekomposisi, jenis tanaman pembentuk serat, serta kandungan bahan organik pada tanah gambut tersebut.

Berdasarkan kandungannya, Mac Farlane & Rodforth (1985) mengelompokkan tanah gambut kedalam dua kelompok, yaitu:

- a) *Fibrous peat* (tanah gambut berserat), yaitu tanah gambut yang memiliki kandungan serat 20 % atau lebih. Tanah gambut jenis ini memiliki dua jenis pori, yaitu makro pori (pori diantara serat-serat) dan mikro pori (pori yang ada di dalam serat-serat yang bersangkutan)



- b) *Amorphous granular soil*, yaitu apabila kandungan serat yang dimiliki tanah gambut tersebut kurang dari 20%. Tanah jenis ini umumnya terdiri dari butiran berukuran koloid ( $2\mu$ ) dan sebagian besar air porinya terserap di sekeliling permukaan butiran gambut

ASTM D2607 (1969) mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan pada jenis tumbuhan pembentuk serat dan kandungan serat yang ada di dalamnya, dapat dilihat pada Tabel 2.2 ASTM D4427-84 (1989) mengklasifikasikan tanah gambut didasarkan atas (a) kadar serat, (b) kadar abu, (c) tingkat keasaman, serta (d) tingkat penyerapan (absorbs), dan dapat dilihat dari Tabel 2.3 dan Tabel 2.4

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah Gambut Menurut ASTM D2607 (1969)

No.	Nama	Keterangan
1	Spagnum Moss peta (peat moss)	Tanah gambut dengan kandungan serat minimum 66,66% terhadap berat kering
2	Hypnum moss peat	Tanah gambut dengan kandungan serat minimum 33,33 % terhadap berat kering, dimana lebih dari 50% dari serat-serat tersebut berasal dari bermacam-macam jenis Hypnum moss
3	Reed sedge peat	Tanah gambut dengan kandungan serat minimum 33,33 % terhadap berat kering, dimana lebih dari 50% dari serat-serat tersebut berasal dari reed sedge dan dari non moss lainnya
4	Peat humus	Tanah gambut yang mengandung serat kurang dari 33,33 % terhadap berat kering
5	Peat-peat yang lain	Semua tanah gambut yang tidak termasuk ke dalam kelompok 1 sampai 4 di atas

Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah Gambut berdasarkan Kadar Serat Menurut ASTM D4427-84 (1989)

Jenis	Kadar serat
Fibric peat	> 67 %
Hemic peat	33-67 %
Sapric peat	< 33 %

Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Gambut Berdasarkan Kadar Abu Menurut ASTM D4427-84 (1989)

Jenis	Kadar Abu
Low ash peat	< 5 %
Medium ash peat	5 % - 15 %
High ash peat	> 15 %

Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Gambut Berdasarkan Tingkat Keasaman Menurut ASTM D4427-84 (1989)

Jenis	pH
Highly Acidic	< 4.5
Moderately Acidic	4.5–5.5
Slightly Acidic	> 5.5 - < 7
Basic	$\geq 7$

Dan klasifikasi tanah gambut menurut ASTM D4427-84 (1989) berdasarkan kemampuan absorpsinya, yaitu:

- a) Sangat bersifat absorbs
- b) Absorbs tinggi
- c) Absorbs sedang
- d) Absorbs rendah

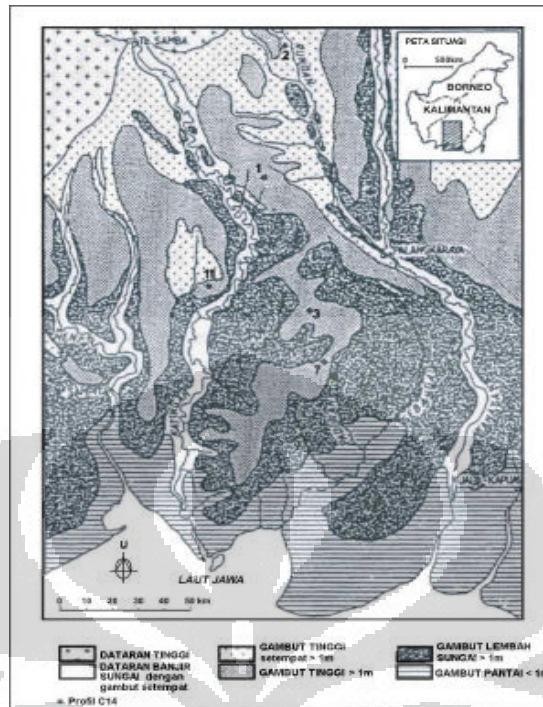
#### 2.1.4. Tanah Gambut di Indonesia

Tanah gambut tropis mencakup kurang lebih 50 juta hektar atau 10 persen dari luas dataran tanah gambut di seluruh dunia. Luas tanah gambut di Indonesia diperkirakan antara 18 dan 27 juta hektar. Oleh karena itu, luas tanah gambut di Indonesia merupakan yang ketiga terbesar di dunia.

Sejumlah besar daerah di Sumatra dan terutama Kalimantan mengandung tanah gambut yang signifikan, dan di bawahnya terdapat lapisan tanah lunak sampai dengan keras. Tanah gambut tersebut berusia muda, berserat, dan sangat kompresibel. Pada kebanyakan kasus terdapat bukti yang menunjukkan adanya sedikit penguraian organik daun-daun, ranting-ranting pohon, dan semak-semak yang jelas terlihat. Sebagian besar endapan tanah gambut ini bertipe *ombrogenos*. Pada daerah pantai, tebal maksimum endapan tanah gambut adalah 2 meter sementara di daerah pedalaman ditemui endapan yang lebih dalam. Di Sumatra ketebalan maksimum tanah gambut tercatat 16 meter, sementara ketebalan sampai dengan 20 meter dapat ditemui di Kalimantan.

Pada dataran rendah Kalimantan, penyebaran maksimum tanah gambut ditemui pada aluvium marin sepanjang pantai barat dan selatan, dan ke arah timur mencapai Sungai Barito dan sungai-sungai yang mengalir ke selatan. Di pedalaman, rawa-awa tanah gambut terbentuk di sekitar sungai Kapuas dan Mahakam (MacKinnon & Artha 1981). Endapan tanah gambut yang lebih besar ditemui di hulu hutan bakau pantai di Kalimantan, di daerah pantai dan delta Sarawak, dan Brunei yang merupakan tanah gambut rawa ombrogeneos (Driesen, 1977; Morley, 1981).

Tanah gambut juga terbentuk di lembah-lembah dengan drainasenya yang buruk pada dataran tinggi, dan merupakan karakteristik hutan tropis di daerah pegunungan atas (Gunung Kinibalu) (Whitemore, 1984). Lapisan tanah gambut yang tipis juga ditemui pada permukaan tanah di hutan yang terendam air secara periodik. Pembedaan jenis tanah gambut yang agak detil diberikan oleh Siefferman dkk, 1988 pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Jenis-Jenis Tanah Gambut pada Sebagian Kalimantan Tengah  
(Sumber: Siefferman dkk, 1988)

Indonesia memiliki lahan gambut seluas 20,6 juta ha. Luas tersebut diperkirakan 50% dari luas total tanah gambut tropika, atau sekitar 10,8% dari luas daratan Indonesia (Wahyunto dkk, 2005, dilaporkan Noor, 2005). Dari sebarannya lahan gambut sebagian besar di Sumatra (35%), Kalimantan (30%), Papua (30%), dan Sulawesi (3%).

Berdasarkan topografinya, tanah gambut di Indonesia dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

- a) Tanah gambut ombrogen, terdapat di daerah pantai Sumatra, Kalimantan dan Papua
- b) Tanah gambut topogen, terdapat di Rawa Pening (Jawa Barat), Rawa Lakkok (Ciamis, Jawa Barat) dan Segara Anakan (Cilacap, Jawa Tengah)
- c) Tanah gambut pegunungan, terdapat di Dataran Tinggi Dieng (Jawa Tengah). Menurut Sittadewi (2004) tanah gambut Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Sumatra Utara mempunyai struktur kasar dan kadang-kadang masih terlihat bentuk kayu-kayuan tetapi sudah lapuk.

#### 2.1.5. Penurunan/Subsiden Tanah Gambut

Dalam kondisi alami, permukaan tanah gambut mengalami penurunan pada musim kemarau dan mengalami kenaikan pada musim penghujan. Amplitudo fluktuasi penurunan dan kenaikan permukaan tanah gambut tersebut dipengaruhi oleh curah hujan, jenis vegetasi, dan pasang surut terutama tanah gambut tropis seperti Indonesia. Menurut Eggelsmann (1982), gejala fluktuasi tersebut sebagai akibat adanya evaporasi yang berlebihan pada musim panas dan di pihak lain terjadi genangan karena curah hujan yang berlebih di musim dingin/hujan.

Drainase dan pembukaan tanah gambut berarti mengintervensi kondisi alami yang ada. Apabila tanah gambut didrainase, maka laju subsiden permukaan tanah gambut dipercepat, di pihak lain laju kenaikan permukaan tanah gambut menjadi tidak ada. Kecepatan subsiden tergantung pada banyak faktor, antara lain tingkat kematangan tanah gambut, tipe tanah gambut, kecepatan dekomposisi, kepadatan dan ketebalan tanah gambut, kedalaman drainase, iklim, serta penggunaan lahan (Stewart, 1991; Salmah et al., 1994, Wösten et al., 1997).

Proses subsiden tanah gambut dapat dibagi menjadi empat komponen (Agus & Subiksa, 2008):

- a) Konsolidasi yaitu pemadatan tanah gambut karena pengaruh drainase. Dengan menurunnya muka air tanah, maka terjadi peningkatan tekanan dari lapisan tanah gambut di atas permukaan air tanah terhadap tanah gambut yang berada di bawah muka air tanah sehingga tanah gambut terkonsolidasi (menjadi padat)
- b) Pengkerutan yaitu pengurangan volume tanah gambut di atas muka air tanah karena proses drainase/ pengeringan.
- c) Dekomposisi/oksidasi yaitu menyusutnya massa tanah gambut akibat terjadinya dekomposisi tanah gambut yang berada dalam keadaan aerobik.
- d) Kebakaran yang menyebabkan menurunnya volume tanah gambut.

Kedalaman muka air tanah merupakan faktor utama penentu kecepatan subsiden karena sangat mempengaruhi keempat proses di atas. Faktor lain yang ikut mempengaruhi adalah penggunaan alat-alat berat dan pemupukan.

Proses subsiden berlangsung sangat cepat, bisa mencapai 20-50 cm per tahun pada awal dibangunnya saluran drainase (Welch & Nor, 1989), terutama disebabkan besarnya komponen konsolidasi dan pengkerutan. Dengan berjalannya waktu maka subsiden mengalami kestabilan. Kedalaman muka air tanah rata-rata mempunyai hubungan linear dengan tingkat subsiden. Untuk tanah gambut sulfat masam potensial (dengan lapisan pirit dangkal) maka subsiden ini akan menyingkap lapisan pirit sehingga pirit teroksidasi membentuk  $H_2SO_4$  dan menjadikan tanah sangat masam dan tidak bisa ditanami lagi.

Penurunan tanah gambut sebagai akibat dekomposisi dan kebakaran terjadi proses mikrobiologi dan kimiawi pada bagian atas lapisan organik. Sejumlah karbon akan dilepaskan dalam proses oksidasi pada saat terjadi dekomposisi dan pembakaran tanah gambut.

## **2.2. Konsolidasi**

### **2.2.1. Konsolidasi Tanah**

Konsolidasi adalah proses penyusutan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas yang rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses konsolidasi berlangsung terus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan kenaikan tekanan total yang benar-benar hilang.

Penurunan konsolidasi adalah perpindahan vertikal permukaan tanah sehubungan dengan perubahan volume pada suatu tingkat dalam proses konsolidasi. Perkembangan konsolidasi di lapangan dapat diketahui dengan menggunakan alat piezometer yang dapat mencatat perubahan air pori terhadap waktu.

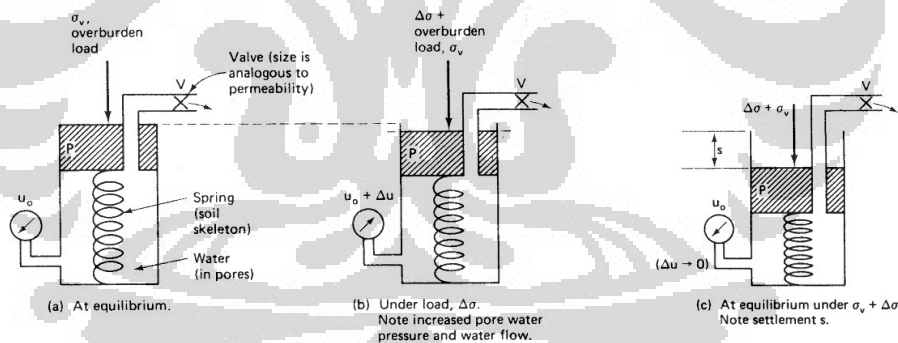
Tanah gambut memiliki perilaku konsolidasi yang berbeda dengan lempung, karena proses konsolidasi yang berlangsung pada tanah gambut

merupakan proses pemampatan yang lama. Hal ini dikarenakan tanah gambut mempunyai kadar air dan daya rembes yang tinggi serta adanya proses dekomposisi yang terjadi pada serat-serat organik oleh kegiatan bakteri mikroba.

Daya rembes tanah gambut yang tinggi menyebabkan pemampatan awal terjadi cepat. Pemampatan primer pada tanah gambut terjadi beberapa saat setelah dibebani dan akan terjadi secara lengkap pada sepuluh pertama menit (Mac Farlane, 1959). Selama proses pemampatan daya rembes tanah yang bersangkutan berkurang dengan cepat sehingga menyebabkan berkurangnya kecepatan pemampatan tanah gambut tersebut.

### 2.2.2. Prinsip Konsolidasi

Mekanisme efek penundaan penerimaan tegangan pada sebuah tanah elastis berpemeabilitas rendah yang dibebani secara konstan bisa dilihat pada model pegas piston. Analogi pegas piston ini lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.8 Analogi Pegas

(Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering* New Jersey: Prentice Hall, 1981)

Tanah dianalogikan seperti pegas, yang mempunyai tegangan efektif awal. Beban yang diberikan pada tanah diwakili oleh  $\Delta\sigma$ . Gambar diatas menunjukkan bahwa seiring berjalannya waktu, maka air akan dialirkan melalui katup dan kemudian kelebihan air pori akan segera menurun. Dari gambar dapat dilihat bahwa tegangan efektif awal akan terus meningkat secara perlahan-lahan seiring

dengan terjadinya disipasi air pori. Kelebihan air pori akan berakhir dan terdisipasi pada saat  $t=\infty$ . Nilai tegangan efektif yang diperoleh pada saat itu sama dengan tegangan efektif awal ditambah dengan tegangan tambahan yang diberikan. Untuk tanah berlapis banyak, mekanisme proses konsolidasi pada tanah berlapis banyak dapat dianalogikan dengan silinder pegas bertingkat.

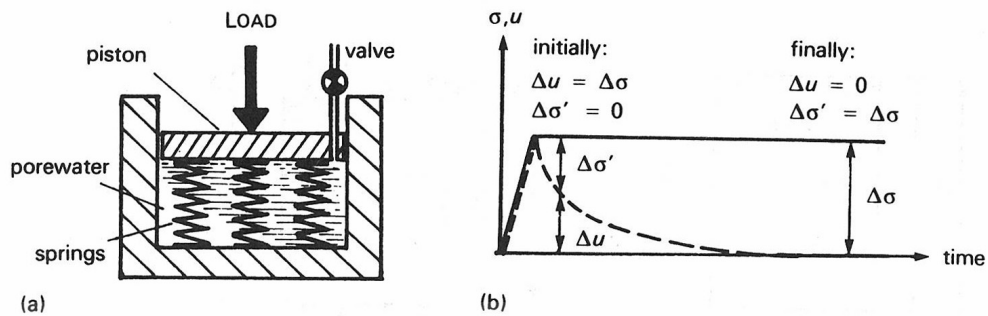
Dari pemodelan diatas, dapat disimpulkan bahwa persentase kompresi akan sangat bergantung pada beberapa faktor berikut, ukuran outlet drainasi, viskositas air dan kompresibilitas pegas

Ukuran outlet drainasi dan viskositas air berpengaruh terhadap seberapa cepat air akan mengalir keluar. Ukuran outlet drainasi adalah analogi dari nilai permeabilitas tanah. Semakin kecil nilai permeabilitas tanah, maka air akan semakin sulit teralirkan. Jika air sulit teralirkan, maka waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan semakin lama. Viskositas air juga memberikan pengaruh terhadap waktu untuk mencapai kesetimbangan. Semakin kental air pori, maka waktu yang dibutuhkan semakin lama. Sedangkan kompresibilitas pegas adalah analogi dari karakteristik tanah, yang secara tidak langsung juga menentukan waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan.

### 2.2.3. Teori Konsolidasi Terzaghi Satu Dimensi

Prosedur untuk melakukan uji konsolidasi satu dimensi pertama-tama diperkenalkan oleh Terzaghi. Uji tersebut dilakukan di dalam konsolidometer (kadang-kadang disebut oedometer). Skemanya seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9. Dimana prosedur pengujian dengan Oedometer telah distandarisasi dalam BS 1377 (7.4).





Gambar 2.9. Konsolidasi Satu Dimensi (a). Model Terzaghi (b). Kurva Tegangan-waktu (Sumber: Whitlow, 2001)

Secara umum teori konsolidasi yang mencakup konsep tekanan air pori dan tegangan efektif pada awalnya dikembangkan oleh Terzaghi. Teori konsolidasi Terzaghi memuat asumsi-asumsi sebagai berikut:

- Tanah adalah homogen, mempunyai ketebalan yang seragam dan jenuh sempurna.
- Air dan butiran tanah tidak dapat ditekan.
- Terdapat hubungan linear antara tekanan yang bekerja dan perubahan volume ( $a_v = \Delta e / \Delta v$ )
- Koefisien permeabilitas ( $k$ ), dan kompresibilitas ( $m_v$ ) merupakan suatu konstanta.
- Hukum Darcy berlaku ( $v = k \cdot i$ )
- Konsolidasi yang terjadi merupakan konsolidasi satu dimensi (vertikal), sehingga tidak terdapat aliran air atau pergerakan tanah lateral. Ini terjadi pada pengujian dilaboratorium dan umumnya juga terjadi di lapangan.
- Tekanan air pori berlebih awal akibat beban yang diberikan seragam untuk setiap kedalaman lempung.
- Terdapat temperatur yang konstan. Perubahan temperatur dari 10-20° C (merupakan temperatur lapangan dan laboratorium) dapat menghasilkan sekitar 30% perubahan dalam viskositas air. Pengujian di laboratorium harus dilakukan pada temperatur yang diketahui, sebaiknya sama dengan temperatur di lapangan.
- Contoh tanah yang digunakan untuk pengujian merupakan contoh tanah tidak terganggu. Hal ini merupakan masalah utama sebab bagaimanapun telitinya

contoh tanah tersebut sebenarnya sudah tidak dibebani lagi oleh tanah di atasnya seperti pada kondisi eksistingnya di lapangan.

Teori ini berhubungan erat dengan besaran-besaran di bawah ini:

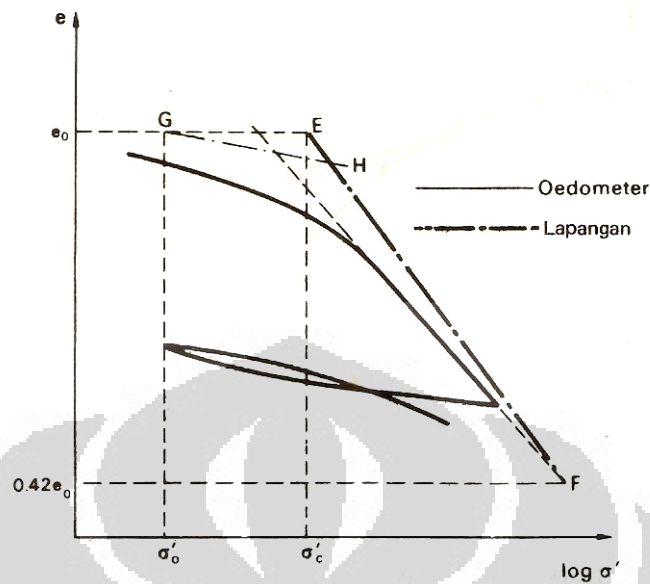
- a) Tekanan air pori berlebihan ( $u$ )
- b) Kedalaman ( $z$  di bawah lapisan lempung teratas)
- c) Waktu ( $t$ ) dari penggunaan kenaikan tegangan total seketika

Parameter yang didapat dari pengujian konsolidasi dengan Oedometer adalah adalah *index kompresi* ( $C_c$ ) dan *koefisien konsolidasi* ( $c_v$ ). Adapun *Index kompresi* ( $C_c$ ) berhubungan dengan besarnya konsolidasi atau penurunan yang terjadi dan dapat diperoleh dari kemiringan linier kurva  $e$ - $\log \sigma'$ , sedangkan *Koefisien konsolidasi* ( $c_v$ ) berhubungan dengan lamanya konsolidasi berlangsung (laju penurunan). Parameter tersebut dapat diperoleh dari uji konsolidasi laboratorium. Data yang di dapat dari pengujian laboratorium adalah dalam bentuk plot:  $\varepsilon$  vs  $\log \sigma'$  dan  $e$  vs  $\log \sigma'$ .

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengujian konsolidasi di laboratorium. Diantaranya adalah, ukuran sampel tanah, gesekan samping, permeabilitas tanah, dan temperatur.

Akibat efek pengambilan contoh (sampling) dan persiapan, contoh tanah pada uji oedometer sedikit terganggu. Hal itu diperlihatkan bahwa kenaikan tingkat ketergangguan contoh tanah menghasilkan sedikit penurunan kemiringan garis kompresi asli. Sehingga diharapkn bahwa garis kompresi asli dari tanah di lapangan akan sedikit lebih besar daripada kemiringan garis tersebut yang dapat diuji di laboratorium.

Tidak ada kesalahan berarti dalam pengambilan angka pori di lapangan sama dengan angka pori ( $e_0$ ) pada awal uji laboratorium. Schmertmann membuktikan bahwa garis asli laboratorium dapat berpotongan dengan garis asli di lapangan pada angka pori sebesar 0,42 angka pori awal. Kurva  $e$ - $\log \sigma'$  di lapangan ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Kurva  $e$ - $\log \sigma'$  di Lapangan (sumber: R.F. Craig, 1989)

Tanah memiliki "memori" terkait dengan kejadian yang pernah dialami oleh tanah tersebut. Kejadian-kejadian seperti beban yang pernah ditanggung oleh tanah dapat diketahui dengan melihat nilai *over consolidation ratio*-nya. Ketika tanah menerima beban lebih besar dari pada beban yang pernah ditanggungnya, maka tanah tersebut cenderung mengalami penurunan. *Over consolidation ratio* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$OCR = \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{vo}} \quad (2.1)$$

Dimana :

$\sigma'_p$  = Tegangan prakonsolidasi

$\sigma'_{vo}$  = Tegangan efektif tanah saat ini.

Tanah dikatakan terkonsolidasi normal jika tegangan prakonsolidasinya sama dengan tegangan yang ditanggung tanah saat ini atau  $OCR = 1$ . Jika nilai  $OCR > 1$ , tanah dikatakan terkonsolidasi berlebih (*overconsolidated or preconsolidated*). Penyebab konsolidasi berlebih pada tanah bisa disebabkan karena naiknya muka air tanah, erosi yang terjadi pada permukaan, proses

pengeringan pada tanah lapisan atas, atau adanya galian pada tanah. Brumund, Jonas & Ladd (1976) merangkum beberapa penyebab terjadinya *preconsolidation*:

Tabel 2.5 Mekanisme Penyebab *Preconsolidation*

Mechanism	Remarks and References
Change in total stress due to: Removal of overburden Past structures Glaciation	Geologic erosion or excavation by man
Change in pore water pressure due to: Change in water table elevation Artesian pressures Deep pumping; flow into tunnels Desiccation due to surface drying Desiccation due to plant life	Kenney (1964) gives sea level changes Common in glaciated areas Common in many cities May have occurred during deposition May have occurred during deposition
Change in soil structure due to: Secondary compression (aging)†	Raju (1956) Leonards and Ramiah (1959) Leonards and Altschaeffl (1964) Bjerrum (1967, 1972)
Environmental changes such as pH, temperature, and salt concentration	Lambe (1958a and b)
Chemical alterations due to "weathering," precipitation, cementing agents, ion exchange	Bjerrum (1967)
Change of strain rate on loading‡	Lowe (1974)

(Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering* New Jersey: Prentice Hall, 1981)

Jika nilai  $OCR < 1$ , tanah dikatakan sedang terkonsolidasi (*under consolidated*). Hal ini bisa disebabkan oleh adanya material timbunan selama proses konstruksi atau karena material deposit hasil proses geologi. Indeks kompresi adalah kemiringan pada bagian linier dari plot  $e-\log \sigma'$

$$C_c = \frac{e_0 - e_1}{\log \frac{c_1}{c_0}} \quad (2.2)$$

Nilai  $C_c$  juga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan empiris yang dibuat oleh Azzouz, Krizek dan Corotis (1976).

Tabel 2.6 Persamaan Empiris  $C_c$ 

persamaan	Daerah Pemakaian
$C_c = 0,007 (LL - 7)$	Lempung remolded
$C_{ce} = 0,208 e_0 + 0,0083$	Lempung Chicago
$C_c = 17,66 \times 10^{-5} W_n^2 + 5,93 \times 10^{-3} W_n - 1,35 \times 10^{-1}$	Lempung Chicago
$C_c = 1,15 (e_0 - 0,35)$	Semua lempung
$C_c = 0,3 (e_0 - 0,27)$	inorganik ; tanah kohesif ,lanau beberapa lempung, lempung kelanauan, lempung
$C_c = 1,15 \times 10^{-2} W_n$	tanah organik ; meadow mats, gambut, dan lanau organik serta lempung organik
$C_c = 0,75 (e_0 - 0,5)$	tanah dengan plastisitas rendah
$C_{ce} = 0,156 e_0 + 0,0107$	Semua lempung
$C_c = 0,01 W_n$	Lempung Chicago

(Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering* New Jersey: Prentice Hall, 1981)

Terzaghi dan Peck juga mendefinisikan persamaan empiris untuk tanah lempung tidak terganggu dengan tingkat sensitivitas rendah sampai sedang. Persamaan ini tidak berlaku untuk tanah dengan nilai sensitivitas lebih dari 4, kadar air lebih dari 100%, atau banyak mengandung mineral organik.

$$C_c = 0,009 (LL - 10) \quad (2.3)$$

#### 2.2.4. Karakteristik Kompresibilitas

Suatu plot tipikal angka pori ( $e$ ) sesudah konsolidasi terhadap tegangan efektif ( $\sigma'$ ) untuk lempung jenuh ditunjukkan pada Gambar 2.11. Gambar tersebut menunjukkan kompresi awal yang diikuti pemuaiian/ekspansi dan rekompresi. Bentuk kurva tersebut berkaitan dengan sejarah tegangan lempung tersebut.

Kompresibilitas lempung dapat diwakili oleh salah satu dari koefisien – koefisien berikut:

1. Koefisien kompresibilitas volume ( $m_v$ ) didefinisikan sebagai perubahan volume persatuan kenaikan tegangan efektif. Satuan  $m_v$  adalah kebalikan dari tekanan ( $m_2/MN$ ). Perubahan volume dapat dinyatakan dalam angka pori

maupun tebal contoh. Bila kenaikan tegangan efektif dari  $\sigma'_0$  ke  $\sigma'_1$  angka pori menurun dari  $e_0$  ke  $e_1$ , maka:

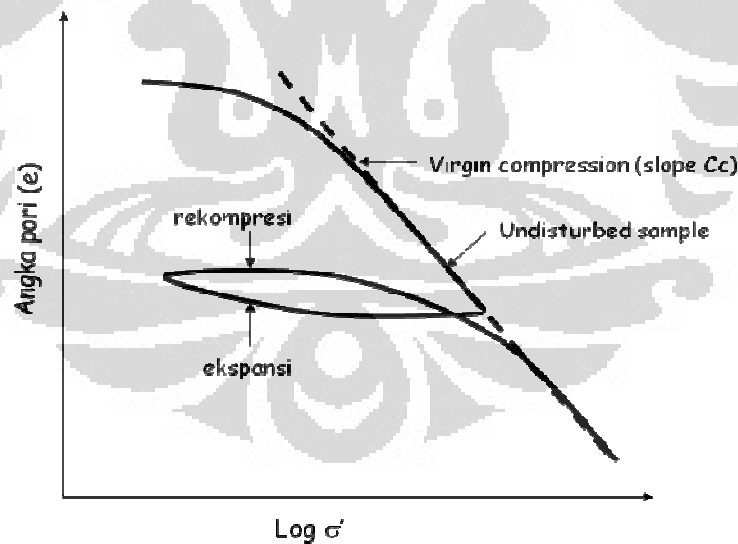
$$M_v = \frac{1}{1+e_0} \left( \frac{e_0 - e_1}{\sigma'_1 + \sigma'_0} \right) \quad (2.4)$$

$$M_v = \frac{1}{H_0} \left( \frac{H_0 - H_1}{\sigma'_1 + \sigma'_0} \right) \quad (2.5)$$

Nilai  $m_v$  untuk tanah tertentu tidak konstan tetapi tergantung pada rentang tegangan yang dihitung.

- Indeks kompresi ( $C_c$ ) adalah kemiringan pada bagian linier dari plot  $e - \log \sigma'$  dan indeks tersebut tidak berdimensi. Untuk dua titik sembarang pada bagian linier dari plot tersebut:

$$C_c = \frac{e_0 - e_1}{\log \frac{\sigma'_1}{\sigma'_0}} \quad (2.6)$$



Gambar 2.11 Hubungan Angka Pori-Tegangan Efektif untuk Menunjukkan Kompresibilitas Tanah

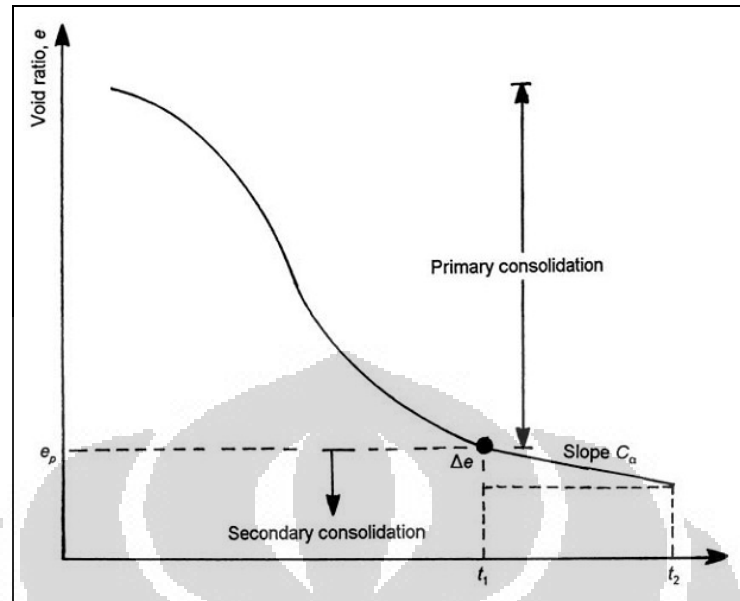
### 2.2.5. Kompresi Sekunder

Teori konsolidasi Terzaghi dan hasil dari pengujian konsolidasi satu dimensi biasanya digunakan untuk memprediksi penurunan yang terjadi di lapangan. Dari data percobaan di laboratorium dan hasil pengamatan di lapangan diketahui bahwa kecepatan konsolidasi yang terjadi berbeda dengan prediksi ketika menggunakan teori konsolidasi Terzaghi. Perbedaan antara prediksi pengujian di laboratorium dengan pengamatan di lapangan ada hubungannya dengan efek dari kompresi sekunder. Taylor dan Merchant (1940) adalah yang pertama kali memodelkan kompresi sekunder. Sejak itulah kompresi sekunder menjadi solusi bagi masalah konsolidasi. Taylor (1948) dan banyak peneliti lainnya menyatakan bahwa kompresi sekunder terjadi selama proses konsolidasi primer berlangsung dan setelah selesainya proses konsolidasi primer.

Dalam banyak penelitian, ketika proses konsolidasi satu dimensi terjadi diasumsikan terjadi dua proses yaitu, pertama konsolidasi primer yang kemudian disusul oleh konsolidasi sekunder, atau keduanya terjadi secara bersamaan. Bagaimanapun juga, sangat sulit memastikan karakteristik kompresi sekunder yang terjadi bersamaan dengan konsolidasi primer, karena sangat sulit untuk memisahkan antara kompresi sekunder dengan konsolidasi primer. Hal ini disebabkan total kompresi yang teramati selama percobaan di laboratorium merupakan jumlah kompresi primer dan sekunder.

Menurut Muni Budhu (2007), kompresi sekunder adalah perubahan volume pada tanah yang disebabkan oleh pengaturan kembali struktur tanah setelah proses konsolidasi primer telah selesai. Kompresi sekunder terjadi karena adanya dilatasi tanah akibat beban konstan dalam waktu yang cukup lama.

Untuk mendapatkan nilai  $C\alpha$ , angka pori dan waktu pembacaan dial diplot dalam sebuah grafik. Angka pori sebagai absis dan  $\log t$  sebagai ordinat. Untuk menentukan nilai  $C\alpha$ , sebuah garis singgung pada kurva konsolidasi primer di tarik hingga bertemu dengan garis singgung dari kurva konsolidasi sekunder. Kemudian nilai  $C\alpha$  didapat dengan mencari tangen antara titik pertemuan tersebut dengan sebuah titik pada kurva konsolidasi sekunder.



Gambar 2.12 Kurva konsolidasi.

(Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering* New Jersey: Prentice Hall, 1981)

Koefisien kompresi sekunder didefinisikan sebagai:

$$C_{\alpha} = \frac{(e_t - e_p)}{\log t - \log t_p} = \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{t}{t_p}\right)} \quad (2.7)$$

Dimana :

$C_{\alpha}$  = Koefisien kompresi sekunder

$e_t$  = Angka pori saat waktu  $t$

$e_p$  = Angka pori saat berakhirnya konsolidasi primer

$t_p$  = Waktu saat berakhirnya konsolidasi primer

$t$  = Waktu saat  $e_t$

Sedangkan hubungan antara waktu dan perubahan ketinggian sampel dalam koefisien kompresi sekunder dirumuskan oleh:

$$C_{\alpha} = \frac{\Delta H_t / H_t}{\Delta \log t} \quad (2.8)$$



Dimana :

$C_\alpha$  = Koefisien kompresi sekunder

$H_i$  = Ketebalan sampel tanah

$t$  = Waktu

*Secondary Compression Ratio* dirumuskan dengan rumus:

$$C_{ac} = \frac{C_\alpha}{1 + e_p} \quad (2.8)$$

Dimana:

$C_\alpha$  = Koefisien kompresi sekunder

$e_p$  = Angka pori saat dimulainya konsolidasi sekunder

Rumus penurunan akibat kompresi sekunder adalah:

$$S_s = \frac{C_\alpha H_0}{1 + e_0} \log \left( \frac{t_2}{t_1} \right) \quad (2.10)$$

Dimana:

$S_c$  = Penurunan sekunder

$C_\alpha$  = Koefisien kompresi sekunder

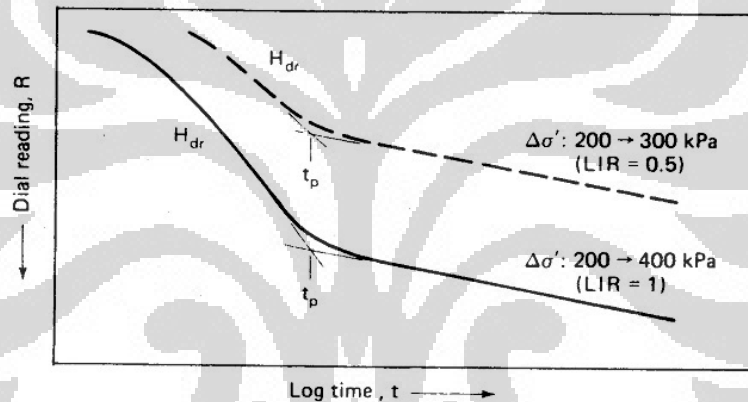
$e_p$  = Angka pori saat berakhirnya konsolidasi primer

Untuk mengestimasi besar dari penurunan sekunder, Ladd (1971) dan juga Raymond & Wahls (1976) membuat hipotesis awal yang memuat asumsi-asumsi yang menyatakan perilaku dari tanah ketika mengalami kompresi sekunder. Asumsi-asumsi tersebut adalah:

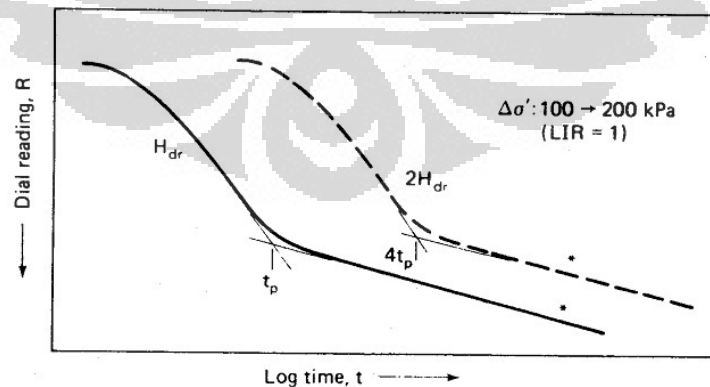
- a)  $C_\alpha$  tidak tergantung pada waktu.
- b)  $C_\alpha$  tidak tergantung pada ketebalan lapisan tanah.
- c)  $C_\alpha$  tidak tergantung pada LIR (*Load Increment Ratio*)
- d) Rasio  $C_\alpha/C_c$  dianggap konstan pada tanah berkonsolidasi normal.

Dari grafik hasil penelitian Ladd (1971) dan juga Raymond & Wahls (1976) pada gambar 2.13, dapat dilihat bahwa asumsi  $C\alpha$  tidak tergantung pada LIR dan asumsi rasio  $C\alpha/Cc$  dianggap konstan terbukti benar. Gambar tersebut menunjukkan bahwa kedua garis kompresi sekunder dengan nilai LIR yang berbeda memiliki kemiringan yang sama. Asumsi bahwa  $C\alpha$  tidak tergantung pada LIR juga telah dibuktikan oleh Leonards & Girault (1961) serta Mesri & Godlewski (1977).

Grafik pada gambar 2.14 menunjukkan bahwa mungkin terdapat perbedaan nilai  $C\alpha$  jika waktu pembacaan dial dan ketebalan sampel tanah divariasikan (Aboshi:1973).



Gambar 2.13 Efek LIR & Tegangan Tanah terhadap  $C\alpha$  (Ladd:1971)  
(Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering*  
New Jersey: Prentice Hall,1981)



Gambar 2.14 Efek Jarak Drainasi & Waktu terhadap  $C\alpha$   
(Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering*  
New Jersey: Prentice Hall,19810)

Lambe & Whitman memberikan nilai koefisien kompresi sekunder ( $C\alpha$ ) untuk beberapa jenis tanah :

Tabel 2.7. Korelasi  $C\alpha$  dan Jenis Tanah

Soil Type	$C\alpha$
Normally consolidated clays	0,005 – 0,02
Very plastic clays	0,03 or higher
Organic clays	0,03 or higher
Overconsolidated clays: OCR > 2	Less than 0,001

(Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering* New Jersey: Prentice Hall, 1981)

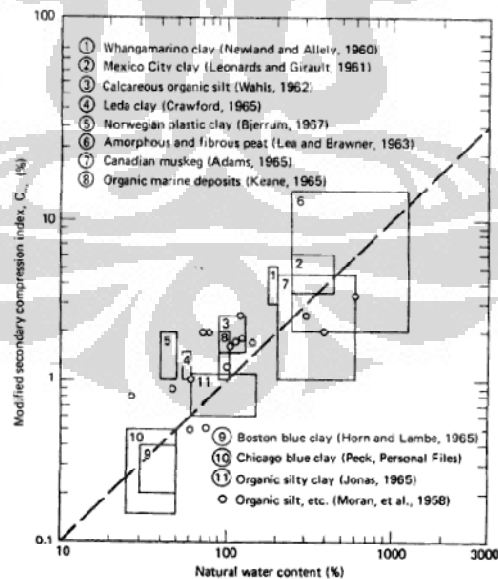
Untuk tanah lunak di Jakarta, Morrison et al (1984) mengidentifikasi bahwa kompresi sekunder  $C\alpha$  bernilai sekitar 0,02. Nilai tersebut berdasarkan uji konsolidasi laboratorium yang diperpanjang pada sampel-sampel yang diambil dengan piston sampler.

Mesri & Godlewski (1977) memberikan sebuah korelasi antara nilai  $C\alpha/Cc$  terhadap beberapa tipe tanah. Selain menggunakan rumus, nilai  $C\alpha$  juga dapat dihitung dengan menggunakan grafik yang diberikan oleh Mesri (1974). Grafik tersebut adalah korelasi antara *modified secondary compression index %* dengan kadar air natural tanah.

Tabel 2.8 Korelasi antara  $C\alpha/Cc$  dan Jenis Tanah

Soil	$C\alpha/Cc$
Organic silt	0.035 – 0.06
Amorphous and fibrous peat	0.035 – 0.085
Canadian muskeg	0.09 – 0.10
Leda clay (Canada)	0.03 – 0.06
Post-glacial Swedish clay	0.05 – 0.07
Soft blue clay and silt	0.026
Organic clays and silt	0.04 – 0.06
Sensitive clay, Portland, ME	0.025 – 0.055
San Fransisco Bay Mud	0.04 – 0.06
New Liskeard (Canada) varved clay	0.03 – 0.06
Mexico City clay	0.03 – 0.035
Hudson River silt	0.03 – 0.06
New Haven organic clay silt	0.04 – 0.075

(Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering* New Jersey: Prentice Hall, 1981)



Gambar 2.15 Grafik Korelasi antara Natural Water Content dengan  $C\alpha$   
 (Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering* New Jersey: Prentice Hall, 1981)

### 2.2.6. Perilaku Konsolidasi Tanah Gambut

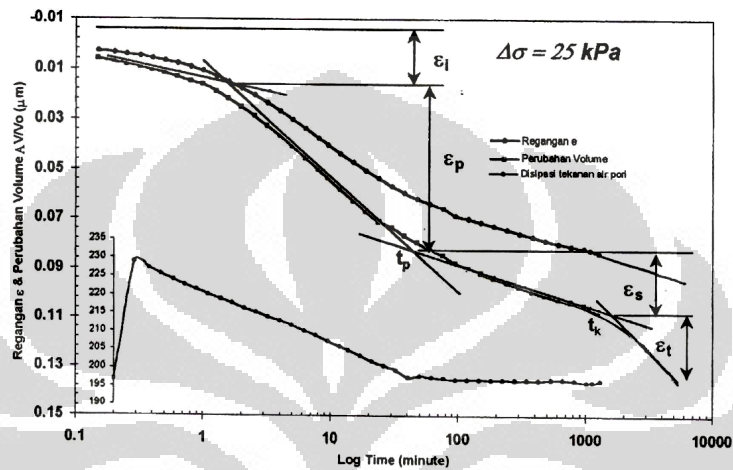
Tanah gambut yang memiliki kadar air dan daya serap air yang cukup tinggi dan disertai dengan proses dekomposisi serat-serat tumbuhan. Sehingga mengakibatkan proses kompresi pada tanah gambut lebih lama dibandingkan kompresi pada tanah lempung. Terutama jika serat-serat tumbuhan hasil dekomposisi tersebut semakin banyak, maka sifatnya akan semakin menjauh dari sifat tanah anorganik.

Daya rembes awal tanah gambut yang tinggi menyebabkan pemampatan awal terjadi dengan cepat. Pemampatan primer terjadi setelah tanah gambut dibebani dan berlangsung lengkap pada sepuluh menit pertama (*Mac farlene, 1959*). Selama proses pemampatan, daya rembes tanah yang bersangkutan berkurang dengan cepat sehingga menyebabkan berkurangnya kecepatan pemampatan tanah tersebut (*Dhowian dan Edil, 1980*). Hal ini disebabkan tanah gambut mempunyai kadar air dan daya rembes yang tinggi serta adanya pengaruh proses dekomposisi yang terjadi pada serat-serat tumbuhan oleh kegiatan mikroorganisme, sehingga perilakunya lebih mengacu pada besaran tegangan yang terjadi (*Soepanji, 1997*).

Edil dan Dhowian (1980) telah melakukan suatu studi labortorium pada fibrous peat, dengan menggunakan alat uji konsolidasi oedometer (tinggi contoh tanah 20 mm) yang telah dimodifikasi sehingga dapat mengukur perubahan tekanan air pori serta pengaliran air pori yang terjadi selama proses konsolidasi berlangsung, mengemukakan bahwa tipe kurva pemampatan (regangan-log waktu) yang terjadi dengan pembebanan kecil ( $\sigma' = 25$  kPa) menunjukkan adanya 4 komponen regangan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.16, komponen-komponen regangan tersebut adalah:

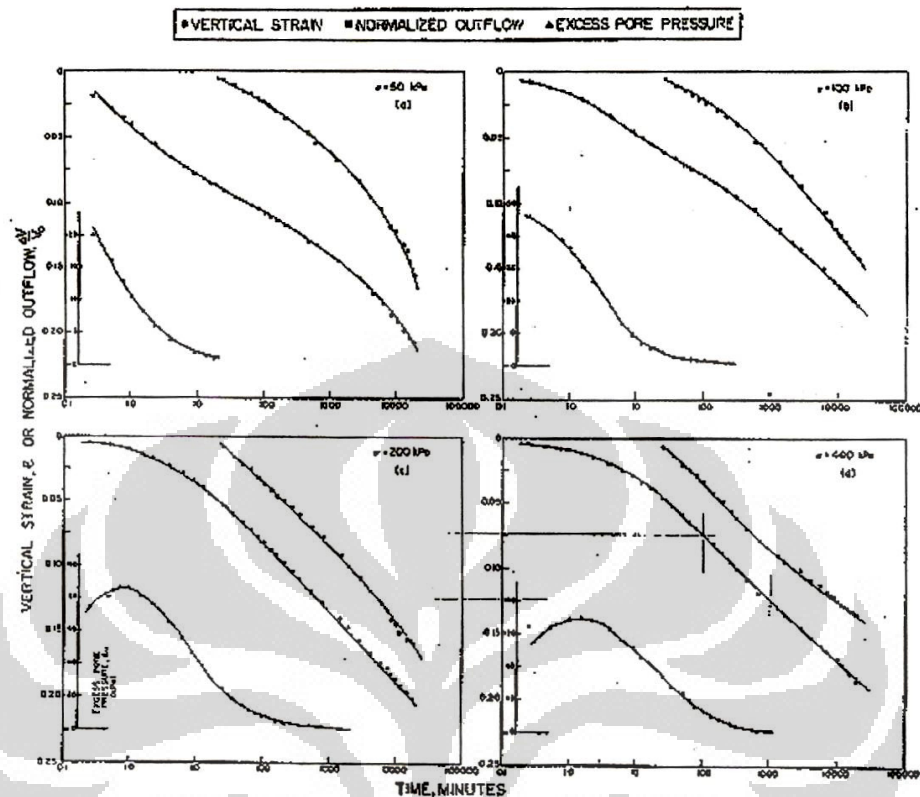
- a) Regangan langsung (instantaneous strain,  $\epsilon_i$ ). Terjadi dengan segera setelah diberi peningkatan beban, kemungkinan akibat tertekannya rongga udara dan tekanan elastik gambut.
- b) Regangan Primer (primary strain,  $\epsilon_p$ ). terjadi untuk waktu yang relatif singkat dengan kecepatan pamampatan yang tinggi dan berlangsung dengan waktu  $t_a$ .

- c) Regangan Sekunder (secondary strain,  $\epsilon_s$ ). terjadi akibat bertambahnya regangan terhadap log waktu secara linier sampai waktu  $t_k$ , selanjutnya kecepatan pemampatan akan meningkat sampai regangan tersier terjadi.
- d) Regangan Tersier (tertiary strain,  $\epsilon_{pt}$ ). terjadi secara terus menerus sampai proses pemampatan berakhir



Gambar 2.16 Kurva hubungan antara Regangan dengan Log Waktu (Edil dan Dhowian, 1980)

Untuk konsolidasi dengan pembebanan yang lebih besar ( $\sigma' = 50$  kPa sampai 400 kPa), studi yang dilakukan Edil dan Dhowian menunjukkan kurva regangan vertical terhadap log waktu mempunyai bentuk kurva pemampatan sekunder dan tersier terhadap waktu, seperti pada Gambar 2.17. kemiringan kurva pemampatan sekunder ( $\alpha_1$ ) adalah lebih kecil dibandingkan dengan kemiringan kurva pemampatan tersier ( $\alpha_2$ ).



Gambar 2.17 Kurva Hubungan Regangan Vertikal Terhadap Waktu untuk Berbagai Kondisi Pembebanan (Edil dan Dhowian, 1980)

### 2.2.7. Metode Untuk Menganalisa Pemampatan Tanah Gambut

Tanah gambut mempunyai perilaku pemampatan yang berbeda dengan tanah lempung sehingga cara menganalisa pemampatan yang terjadi berbeda. Karena itu pemecahan pemampatan gambut menggunakan pendekatan model rheologi untuk menyelesaikan permasalahan tegangan-regangan-waktu pada tanah gambut dan tidak menggunakan teori Terzaghi.

Teori konsolidasi Terzaghi tidak dapat digunakan untuk memperkirakan pemampatan tanah gambut disebabkan oleh dua alasan:

- a) Daya rembes tanah gambut berkurang secara cepat.

Gambut jenis fibrous mempunyai porositas yang tinggi, karena itu pemampatan awal berlangsung secara cepat. Pada teori Terzaghi, diasumsikan bahwa daya rembes tanah selama proses konsolidasi adalah

konstan. Sedangkan pada tanah gambut daya rembes berkurang secara cepat pada awal pembebanan.

b) Daya mampat tanah gambut sangat tinggi.

Pada teori terzaghi dinyatakan bahwa kerangka butiran tanah adalah material yang tidak dapat dimampatkan sedangkan pada tanah gambut jenis fibrous terjadi pemampatan pada serat akibat termampatnya serat-serat gambut.

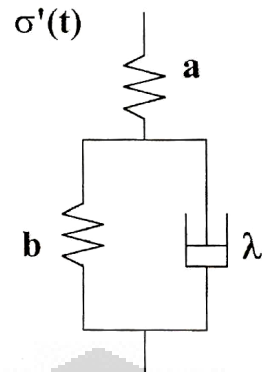
Akibat pemampatan yang besar pada awal proses konsolidasi menyebabkan perubahan yang berarti dari karakteristik konsolidasi, konsekuensinya diperlukan suatu modifikasi cara analisa konsolidasi (Fuurstenberget al, 1983). Salah satu alternatifnya adalah dengan menggunakan suatu model reologi yang diturunkan oleh Edil dan Dhowian.

#### 2.2.7.1. Model Reologi Gibson dan Lo

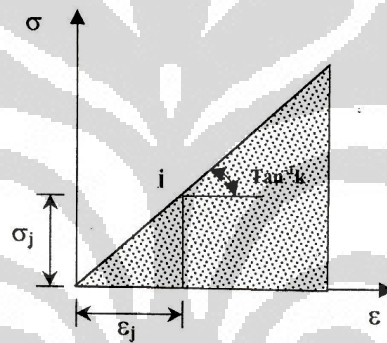
Model reologi adalah suatu model mekanik ideal yang menggantikan sistem fisik yang sebenarnya dari kondisi tanah untuk digunakan untuk maksud analisa. Oleh karena perilaku tanah gambut sangat berbeda dengan lempung, maka formulasi yang diperkenalkan oleh Terzaghi (1952) untuk menganalisa pemampatan primer dan oleh Buisman (1936) untuk menganalisa pemampatan sekunder tidak dapat digunakan untuk fibrous peat. Memperhatikan hal tersebut Edil dan Dhowian (1979) mengadopsi teori yang diperkenalkan oleh Gibson dan Lo (1961) untuk menganalisa pemampatan tanah gambut yang berserat (fibrous peat).

Teori yang diperkenalkan oleh Gibson & Lo didasarkan pada konsep film bond (perlawanan plastis oleh lapisan air di sekeliling butiran/ absorbed water) dan solid bond (ikatan antar butiran) yang dikembangkan oleh Terzaghi (1941). Untuk mengembangkan teorinya, Gibson & Lo mencoba membuat model reologi untuk tanah yang mengalami pemampatan dalam arah satu dimensi.

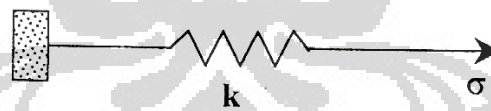




Gambar 2.18 Model Reologi Gibson dan Lo

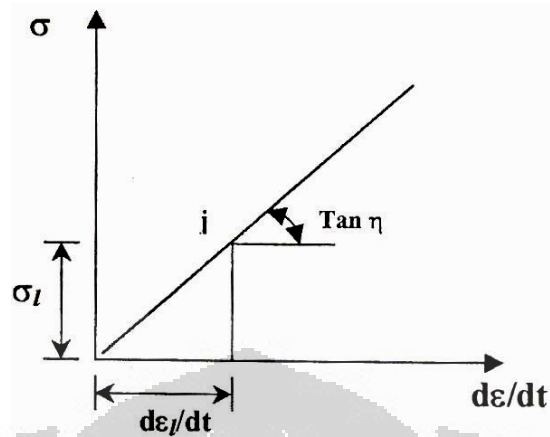


(a). Stress-Strain Diagram

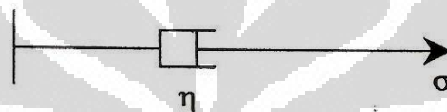


(b). Model

Gambar 2.19 Model Hooke



(a). Stress-Strain Diagram

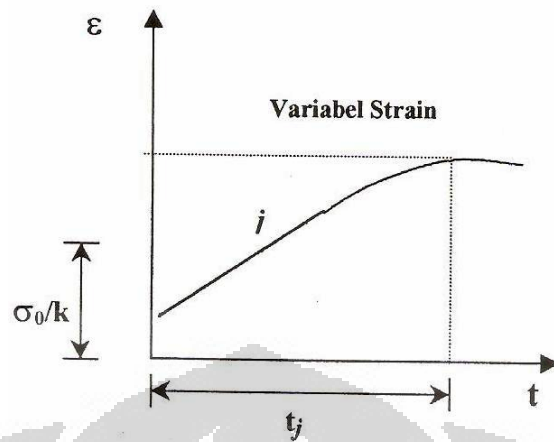


(b). Model Newton

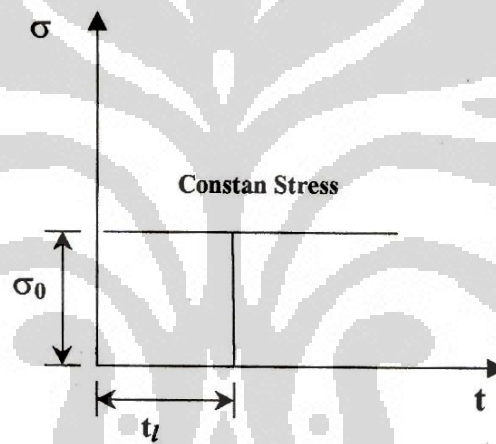
Gambar 2.20 Model Newton

Model reologi Gibson & Lo (1961) terdiri dari model Hooke yang dihubungkan seri dengan model Kevin/ Voight yang merupakan gabungan secara parallel dari Model Hooke dan Model Newton, seperti terlihat pada Gambar 2.18.

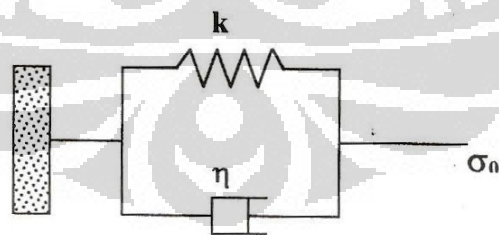
Model Hooke terdiri atas elemen pegas tunggal yang menunjukkan efek linier yang tergantung waktu sedang Model Newton terdiri atas elemen tunggal dashpot yang menunjukkan efek non linier tergantung waktu, seperti terlihat pada Gambar 2.19. dan Gambar 2.20.



(a). Stress-Time Diagram



(b). Stress-Time Diagram



(c). Model

Gambar 2.21 Model Kevin/ Voight

Bilamana suatu tegangan efektif ( $\sigma'$ ) yang merupakan fungsi waktu bekerja di atas elemen tanah, perilaku tanah yang bersangkutan secara skematis dapat diwakilkan oleh model tersebut. Pegas “a” memampatkan secara cepat, tetapi pemampatan dari gabungan  $\lambda$ -b tertahan disebabkan adanya peredam atau dashpot  $\lambda$ . Karena perpindahan tegangan air pori ke butiran tanah membutuhkan waktu yang tergantung pada koefisien rembesan dari tanah dimana koefisien rembesan tanah yang bersangkutan rendah, maka tegangan efektif ( $\sigma'$ ) bertambah secara perlahan dari nol sampai dengan sebesar tegangan yang diberikan. Selama periode pemampatan dimana kecepatan pemampatan didominasi oleh pegas “a” biasa disebut *hydrodynamic period* sedangkan pemampatan selama periode ini disebut “pemampatan primer”

Dengan bertambahnya tegangan efektif ( $\sigma'$ ) secara perlahan, Model Kelvin juga memampatkan perlahan-lahan. Pada awalnya beban akan diterima oleh dashpot “ $\lambda$ ” dan kemudian secara beban tersebut dipindahkan ke pegas “b” peristiwa pemampatan tersebut disebut sebagai “ pemampatan sekunder”

Setelah waktu yang cukup lama, tegangan efektif secara keseluruhan akan ditahan oleh pegas “a” dan “b” sedangkan dashpot “ $\lambda$ ” tidak menahan beban sama sekali. Barden (1968), menyebutkan bahwa pegas “b” menggambarkan solid bond dan dashpot “ $\lambda$ ” menggambarkan film bond.

Solusi eksak untuk pemampatan sekunder dari Model reologi Gibson dan Lo adalah persamaan regangan yang merupakan fungsi waktu sebagai berikut :

$$\varepsilon(t) = [a + b(1 - e^{-(\lambda/b)\varepsilon})] \quad t > t_x \quad (2.11)$$

Dimana :

$\Delta\sigma'$  = penambahan tegangan (kPa atau kN/m<sup>2</sup>)

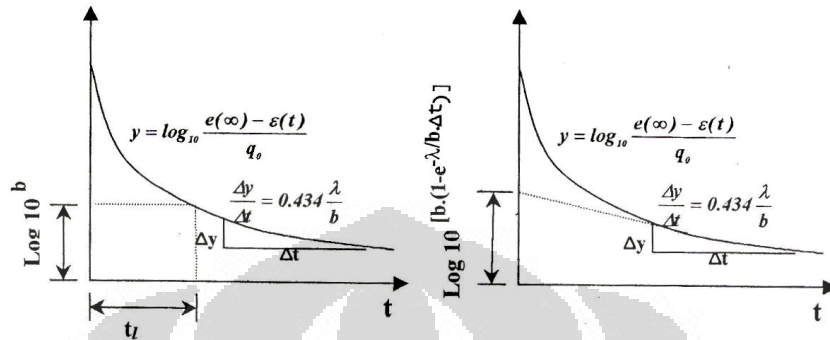
T = waktu (menit)

$\lambda/b$  = faktor kecepatan dari pemampatan sekunder (1/menit)

a = parameter pemampatan primer (m<sup>2</sup>/kN)

b = parameter pemampatan sekunder (m<sup>2</sup>/kN)

jika pembacaan regangan untuk waktu lama (tak terhingga) diketahui, penentuan harga parameter “a” dan “b” dapat dilakukan seperti Gambar 2.22 di bawah ini.



Gambar 2.22. Penentuan Parameter “a” dan “b” dari Model Gibson dan Lo untuk  $t > t_\alpha$ , Tekanan Air Pori = 0

$$a = \frac{\varepsilon(t)}{\Delta\sigma'} - b(1 - e^{-(\lambda/b)t}) \quad (2.12)$$

$$a + b = \frac{\varepsilon(\infty)}{\Delta\sigma'} \quad (2.13)$$

Kemiringan slope BD =  $0,434 \lambda/b$  dan OB =  $\log b$

Persamaan (2.13) hanya dilakukan untuk bentuk kurva tertentu. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh KY Lo (1961) konsolidasi sekunder yang dihasilkan dari kurva penurunan terhadap waktu mempunyai 3 macam bentuk seperti pada Gambar 2.26. Dan persamaan (2.13) hanya untuk kurva tipe I dan tipe II. Sedangkan untuk kurva tipe III, Lo (1961) mengembangkan teori untuk pemampatan sekunder dengan jalan menambahkan Model Kelvin lainnya yang disusun seri dengan Model Reologi Gibson dan Lo (1961) seperti pada Gambar 2.23. untuk  $t \geq t_k$ .

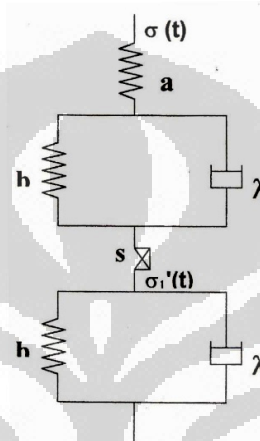
$$\varepsilon(t) = \Delta\sigma' \left[ a + b(1 - e^{-(\lambda/b)t}) + b_1(1 - e^{-(\lambda/b_1)(t-t_k)}) \right] \quad t > t_\alpha \quad (2.14)$$

Dimana :

$t_k$  = waktu dimulainya pemampatan tersier (menit)

$\lambda/b_1$  = faktor kecepatan dari pemampatan tersier (1/menit)

$b_1$  = parameter pemampatan tersier ( $m^2/kN$ )



Gambar 2.23. Model Reologi Lo (1961)

### 2.2.7.2. Metode Untuk Menentukan Parameter Empiris

Parameter empiris reologi untuk pemampatan sekunder tipe III dapat ditentukan dengan menggunakan cara analisa yang diperkenalkan oleh Edil & Dhowian (1979), dan Lo & Bazozuk (1976).

$$\varepsilon(t) = \Delta\sigma' \left[ a + b \left( 1 - e^{-(\lambda/b)t} \right) \right] \quad t_a \leq t < t_k \quad (2.15)$$

Jika persamaan (2.14) diturunkan terhadap waktu, maka :

$$\dot{\varepsilon}(t - t_k) = \Delta\sigma' \left[ a + b \left( 1 - e^{-(\lambda/b)t_k} \right) + b_1 \left( 1 - e^{-(\lambda/b_1)(t-t_k)} \right) \right], \quad t > t_k \quad (2.16)$$

$$\text{Dan} \quad \frac{\partial \varepsilon_s}{\partial t} = \Delta\sigma' \lambda_1 e^{-(\lambda/b)t} \quad (2.17)$$

Dengan membuat log pada Persamaan (2.17), maka :

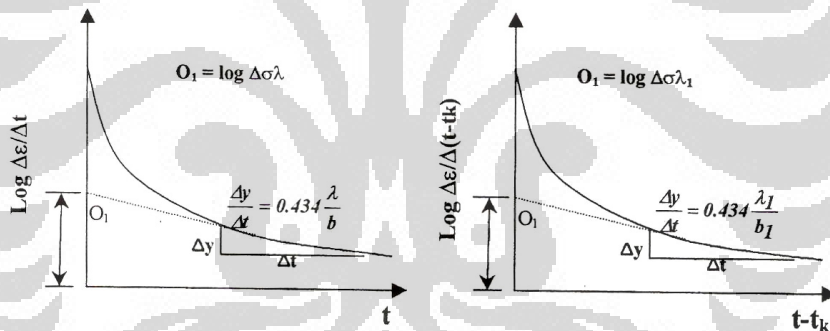
$$\log 10 \left( \frac{\partial \varepsilon_s}{\partial t} \right) = \log (\Delta \sigma' \lambda) - 0,434 (\lambda / b) t \quad (2.18)$$

$$\frac{\partial \varepsilon_i (t - t_k)}{\partial (t - t_k)} = \Delta \sigma' \lambda_1 e^{-(\lambda/b)(t-t_k)} \quad (2.19)$$

Dimana :  $\log e = 0,434$

$$\text{Dan} \quad \log 10 \left( \frac{\partial \varepsilon_i}{\partial (t - t_k)} \right) = \log 10 (\Delta \sigma' \lambda) - 0,434 \left( \frac{\lambda}{b} \right) (t - t_k) \quad (2.20)$$

Dari hasil konsolidasi di laboratorium dapat digambarkan hubungan antara log kecepatan regangan terhadap waktu untuk menentukan parameter-parameter empiris reologi, seperti pada Gambar 2.24 berikut ini.



Gambar 2.24 Prosedur Untuk Menentukan Parameter – Parameter Empiris Reologi

Untuk mendapatkan nilai-nilai variable pada Persamaan (2.19) digunakan kurva pertama (yang berada di sebelah kiri) yaitu pada keadaan  $t \geq t_k$  dan dari harga kemiringan kurva (slope) serta perpotongan garis lurus dengan ordinat (intercept) didapatkan parameter pemampatan primer, parameter pemampatan sekunder, dan faktor kecepatan sekunder (a. b.  $\lambda/b$ ) dengan cara sebagai berikut:

a) Persamaan garis lurus,  $y = mx + c$  (2.21)

b) Kemiringan garis (slope),  $m = -0,434 (\lambda/b)$  (2.22)

c) Berpotongan dengan ordinat (intercept),  $c = \log \Delta \rho' \lambda$  (2.23)

**Universitas Indonesia**

Sehingga: 
$$\lambda/b = \frac{m}{-0.434} \quad (2.24)$$

$$\lambda = \frac{10^6}{\Delta\sigma'} \quad (2.25)$$

$$b = \frac{\lambda}{\lambda/b} = \frac{-0.434 \cdot 10^6}{m \Delta\sigma'} \quad (2.26)$$

$$\alpha = \frac{\epsilon_t}{\Delta\sigma'} = b + b e^{-(\lambda/b)t} \quad (2.27)$$

Dimana t adalah waktu dimana pengujian yang terakhir dilakukan.

Parameter empiris untuk pemampatan tersier dapat diturunkan dengan carasama seperti pada pemampatan sekunder, diperoleh:

$$\lambda_1/b_1 = \frac{m_1}{-0.434} \quad (2.28)$$

$$\lambda_1 = \frac{10^6}{\Delta\sigma'} \quad (2.29)$$

$$b_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1/b_1} = \frac{-0.434 \cdot 10^6}{m_1 \Delta\sigma'} \quad (2.30)$$

## 2.2.8. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Validasi Hasil Pengujian

### 2.2.8.1. Tegangan Balik (Back Pressure)

Tegangan balik diberikan pada contoh tanah sebesar tekanan air pori in situ atau sebesar tekanan hidrostatis pada contoh tanah tak terganggu (Berry dan Vickers, 1975). Tegangan balik diberikan dengan tujuan agar udara yang mengisi contoh tanah dapat terlarutkan, disamping itu dapat pula menghilangkan gelembung-gelembung udara pada saluran drainase dan tekanan.

Kecepatan konsolidasi pada tanah jenuh sebagian (partially saturated) berbeda dengan kecepatan konsolidasi pada tanah jenuh sempurna (fully saturated). Lowe (1964) menyebutkan dua alasan mendasar yang menyebabkan perbedaan tersebut:

1. Gelembung udara yang terdapat pada tanah jenuh sebagian pemampatannya lebih tinggi dibandingkan dengan air yang terdapat dalam ruang air pori pada tanah jenuh sempurna
2. Gelembung udara pada tanah jenuh sebagian akan menghalangi aliran air dalam pori tanah, sehingga mengurangi permeabilitas tanah



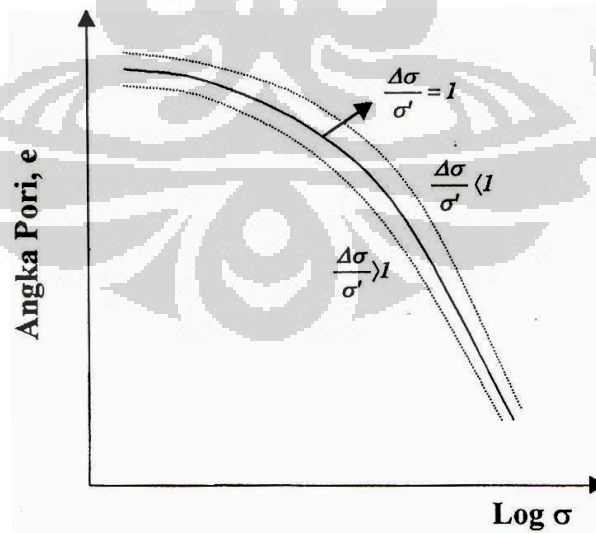
Tujuan diberikan tegangan balik pada uji konsolidasi adalah:

- a) Menjenuhkan contoh tanah
- b) Mengembalikan kondisi tegangan agar sesuai dengan kondisi tegangan hidrostatik di lapangan

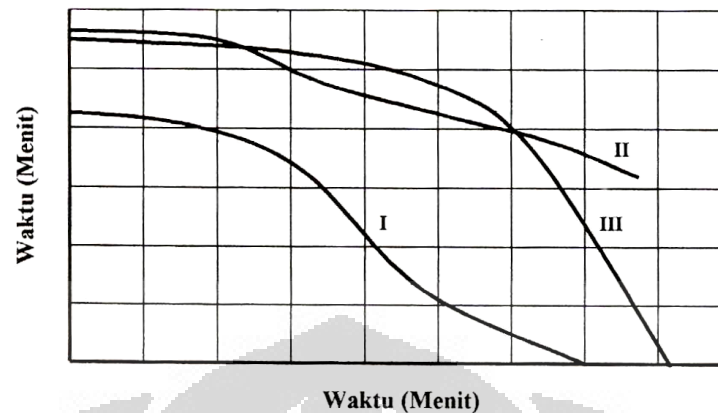
#### 2.2.8.2. Rasio Peningkatan Beban

Leonard et. al. (1961, 1964) menyimpulkan bahwa kurva pemampatan terhadap waktu dipengaruhi oleh rasio peningkatan beban (load increment ratio). Selain itu peningkatan beban juga dipengaruhi oleh daya mampat tanah, apabila LIR (load increment ratio) kecil, maka kemampuan partikel tanah untuk mencapai keseimbangan akan kecil, sehingga menghasilkan pemampatan yang kecil bila dibandingkan dengan LIR yang lebih besar (Das, 1978).

Sehingga diusulkan agar rasio peningkatan beban yang digunakan dalam konsolidasi di laboratorium kurang lebih sama dengan perubahan tegangan yang terjadi di lapangan. Hasil terbaik diperoleh jika dalam pengujian beban digandakan dengan rasio beban = 1 (Leonard, 1962). Oleh karena itu dalam penelitian digunakan LIR = 1. Gambar 2.25 dan Gambar 2.26 menunjukkan hubungan LIR dengan tegangan.



Gambar 2.25. Efek Rasio Peningkatan Beban Terhadap Kurva Angka Pori dan Tegangan Efektif (Sumber: Leonards, 1962)



Keterangan : Kurva I :  $Dp/p = 1$   
 Kurva II :  $Dp/p = 0,25$   
 Kurva III :  $Dp/p = 0,22$

Gambar 2.26. Pengaruh Peningkatan Beban terhadap Bentuk Kurva  
 (Sumber: Leonards et al, 1964)

#### 2.2.8.3. Gesekan Samping

Efek gesekan samping terhadap perilaku gambut telah dilakukan oleh Taylor (1942) yang menunjukkan besarnya pengaruh gesekan samping berkisar 15%-20%. Untuk mengurangi pengaruh gesekan samping ini dianjurkan untuk menggunakan ukuran contoh dengan perbandingan diameter dengan tebal kurang lebih sebesar 4 dan disarankan untuk menggunakan minyak peluman silikon serta melapisi bagian samping dengan Teflon.

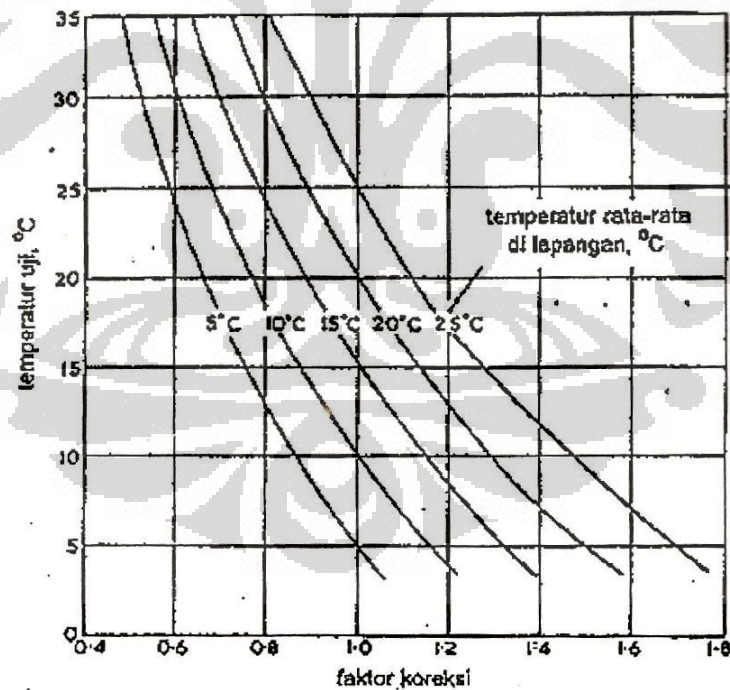
#### 2.2.8.4. Daya Rembes Tanah Gambut

Faktor utama yang mempengaruhi daya rembes tanah gambut adalah angka pori, bentuk, ukuran, susunan partikel tanah gambut serta kekentalan air dalam pori tanah gambut. Anggapan bahwa selama proses konsolidasi nilai daya rembes tanah ( $k$ ) bernilai tetap adalah merupakan suatu kelemahan. Yang terjadi sebenarnya adalah daya rembes tanah gambut tidak bernilai tetap (Leonard, 1962, Schiffman, 1964, Mac Farlane, 1969).

### 2.2.8.5. Pengaruh Temperatur

Temperatur akan mempengaruhi struktur lempung serta air. Dimana kedua hal tersebut akan mempengaruhi daya rembes tanah gambut. Karena viskositas air di dalam ruang rongga pori dipengaruhi oleh temperatur, maka temperatur dapat mempengaruhi kecepatan konsolidasi selama penurunan primer dan sebaliknya dapat meningkatkan besarnya penurunan sekunder.

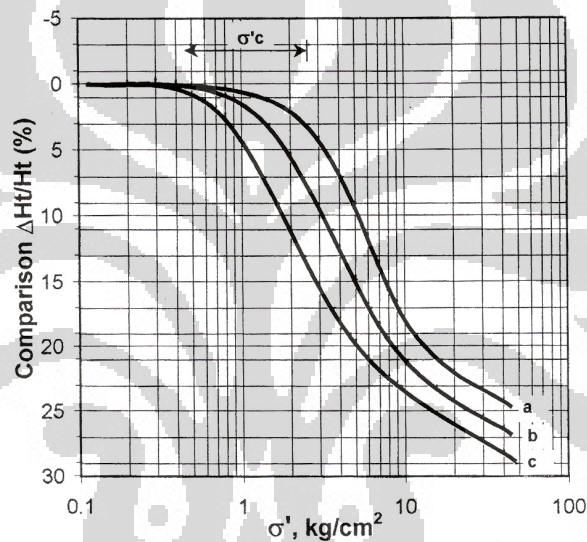
Lo (1961) menyimpulkan bahwa perubahan temperature sebesar 3% selama proses uji konsolidasi akan mempengaruhi bentuk kurva regangan-waktu pada pemampatan sekunder, sehingga diusulkan agar proses pengujian konsolidasi di laboratorium dilakukan pada suhu yang konstan. Dengan adanya perbedaan temperatur antara di lapangan dengan di laboratorium maka perlu diberikan faktor koreksi menurut British Standar Institution, BS 1337 (1975) yang terlihat seperti pada Gambar 2.27.



Gambar 2.27 Faktor Koreksi untuk Koefisien Konsolidasi

### 2.2.8.6. Lama Waktu Pembebanan

Tegangan konsolidasi dan sumbangan relatif dari konsolidasi sekunder terhadap konsolidasi primer akan dipengaruhi oleh lama beban tersebut diberikan. Untuk lama waktu pembebanan 1 jam (kurva a), 1 hari (kurva b), dan 1 minggu (kurva c) akan menghasilkan perbedaan pada besarnya tegangan pra konsolidasi yang ditentukan dengan menggunakan cara Casagrande, seperti pada Gambar 2.28. Crawford (1964) juga menyatakan bahwa pemampatan sekunder akan meningkat sebanding dengan peningkatan waktu pembebanan.



Gambar 2.28 Pengaruh Lama Waktu Pembebanan Terhadap Kurva Pemampatan-Log  $\sigma'$ ,  
(Sumber: Crawford, 1962)

### 2.2.8.7. Getaran

Efek getaran yang muncul tiba-tiba selama proses pemampatan sekunder akan menyebabkan terjadinya lonjakan penurunan yang cukup berarti, namun demikian bentuk kurva akan mengikuti bentuk semula.

### 2.2.8.8. Ukuran Contoh Tanah

Penentuan ukuran contoh tanah juga ikut mempengaruhi perilaku contoh tanah tersebut. Semakin besar ukuran contoh tanah akan memberikan hasil analisa terhadap perilakunya lebih baik dari pada menggunakan contoh tanah dengan ukuran yang lebih kecil.

Beberapa keuntungan jika menggunakan ukuran contoh tanah yang lebih besar, yaitu:

- a) Memberikan pengukuran daya rembes tanah yang dapat diandalkan
- b) Mempengaruhi kecepatan konsolidasi terutama di bawah pemberian beban konsolidasi yang kecil
- c) Memberikan data penurunan yang lebih layak
- d) Mengurangi gangguan mikrofabrik dibandingkan dengan jika memakai ukuran yang lebih kecil (Rowe, 1972)

### **2.3. Penelitian Tanah Gambut Di Indonesia**

#### **2.3.1. Penelitian Konsolidasi Tanah Gambut di Indonesia**

Penelitian tanah gambut yang berhubungan dengan konsolidasi yang terjadi pada tanah gambut, antara lain:

- a) Rahaju (1996) meneliti tentang studi karakteristik konsolidasi tanah gambut Palembang dan Riau Menggunakan Sel Rowe. Pada penelitian ini, tanah gambut diuji konsolidasi satu dimensi dengan menggunakan sel konsolidasi rowe. Dengan drainase vertikal satu arah ke atas maka dapat dilakukan pengukuran terhadap perubahan tekanan air pori di dasar sel. Pengujian dilakukan dengan pembebanan standar (24 jam), pembebanan 48 jam, pembebanan awal (preloading) yang dilanjutkan dengan pembebanan 24 jam dan pembebanan langsung jangka panjang.

Hasil pengujian kemudian dianalisa dengan menggunakan model Reologi Gibson dan Lo yang telah diadopsi oleh Edil dan Dhowian untuk mendapatkan karakteristik konsolidasi gambut. Parameter yang dianalisa adalah parameter pemampatan primer, parameter pemampatan sekunder dan faktor kecepatan pemampatan sekunder.

Berdasarkan hasil penelitian diambil beberapa kesimpulan untuk tanah gambut Palembang menunjukkan bahwa pembebanan rendah (25 kPa dan 50 kPa) batas antara komponen pemampatan primer dan sekunder tidak jelas,

tetapi batas antara pemampatan sekunder dan tersier jelas. Pada beban yang lebih besar batas antara pemampatan primer dan pemampatan sekunder jelas, sedangkan batas antara pemampatan sekunder dan tersier menghilang dan menjadi satu kesatuan. Sedangkan kurva pemampatan (regangan vs log waktu) untuk tanah gambut Riau menunjukkan batas-batas yang jelas antara komponen pemampatan primer, sekunder dan tersier yang jelas pada setiap kondisi pembebanan. Kurva pengaliran air pori ( $\Delta V/V_0$  vs log waktu) untuk tanah gambut Palembang dan Riau menunjukkan respon yang similar dengan kurva pemampatannya. Periode pembebanan mempengaruhi besar kecepatan pemampatan dan kemampuan pemampatan tanah gambut Riau, tetapi tidak memberikan pengaruh yang cukup berarti pada kecepatan dan kemampuan pemampatan tanah gambut Palembang.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perilaku pemampatan tanah gambut Palembang didominasi oleh pengaliran air pori keluar, sedangkan perilaku pemampatan tanah gambut Riau didominasi oleh proses dekomposisi komponen organik. Hal ini disebabkan derajat humifikasi tanah gambut Riau lebih rendah dibandingkan tanah gambut Palembang, sehingga proses dekomposisi tanah gambut Riau lebih cepat.

- b) Indra (1996) melakukan studi eksperimental pemampatan dan kekuatan geser tanah gambut Jambi setelah mengalami pemampatan awal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi tanah gambut Jambi yang telah dibebani beban awal menunjukkan kenaikan kekuatan tekan dan kekuatan geser yang selaras dengan peningkatan pembebanan awal. Dalam hal ini pada pembebanan awal sebesar 50 kpa mempunyai sudut geser antara 2.2 derajat sampai 4.6 derajat dan mempunyai kohesi antara 16 kpa sampai 28 kpa, begitu juga halnya pada pembebanan awal 100 kpa mempunyai sudut geser antara 0.9 derajat sampai 7.7 derajat dan mempunyai kohesi antara 22 kpa sampai 55 kpa. Dengan tetap memakai konsep semakin jenuh suatu tanah semakin kecil sudut geser dalam dan semakin besar kohesi sejalan dengan peningkatan beban awal. Sedangkan indeks pemampatan berkisar antara 2.59 sampai 4.46 untuk beban awal 50 kpa dan 1.48 sampai 2.23 untuk beban awal

100 kpa. Dan kurva perilaku pemampatan terlihat periode peningkatan beban yang semestinya dilakukan periode yang agak lama.

- c) Dirgantara (1996) melakukan studi perilaku konsolidasi tanah gambut Duri dan Tampan. Tanah gambut tersebut diuji perilaku konsolidasi satu dimensinya dengan mempergunakan alat konsolidasi oedometer. Pengujian dilakukan dengan pembebanan standar (pembebanan 24 jam), pembebanan 48 jam, pembebanan awal (preloading) yang dilanjutkan dengan pembebanan standar, dan pembebanan langsung dengan beberapa variasi beban.
- Hasil pengujian dianalisa dengan mempergunakan analisis parameter rheology Edil dan Dhowian terhadap model rheologi Gibson dan Lo untuk mendapatkan perilaku konsolidasi tanah gambut. Parameter yang dianalisis adalah parameter pemampatan primer, parameter pemampatan sekunder, dan factor kecepatan pamampatan sekunder.
- d) Mutia (2000) meneliti pengaruh konsolidasi berlebihan ( $OCR=4,6,8$ ) terhadap tanah gambut Bereng Bengkel dengan menggunakan alat uji konsolidasi Rowe Cell. Pemampatan primer "a" tanah gambut Barang Bengkel mempunyai perilaku dimana nilainya makin mengecil dengan bertambahnya beban, namun pada beban yang kecil 10 kPa sampai 100 kPa, harga "a" membesar dengan bertambahnya beban untuk  $OCR = 4$  dan  $OCR = 6$ . Sedangkan untuk pembebanan dengan  $OCR = 8$ , pada saat pemberian beban 400 kPa, harga "a" naik kembali. Sehingga disimpulkan bahwa kecepatan keluarnya air dari makropori sangat tergantung pada besarnya beban yang diberikan.
- e) Joleha (2001) meneliti metode perancangan drainase vertical pada lokasi pantai daerah Kota Administratif Dumai. Dengan parameter-parameter yang ditinjau adalah indeks pemampatan ( $C_c$ ) dan koefisien konsolidasi ( $C_h$ ) dalam perencanaan drainase vertical. Dengan tujuan untuk mengetahui keamanan dari hasil yang direncanakan.
- f) Fauzia (2001) melakukan penelitian tanah gambut di daerah Kalimantan Tengah, tepatnya di tepi ruas jalan Palangkaraya–Kuala Kapuas km 3,5, desa Berang Bengkel. Penelitian tersebut menganalisa pengaruh stabilisasi tanah gambut dengan menggunakan peat solid melalui uji konsolidasi memakai alat

Rowe Cell.

Hasil yang diperoleh dari uji konsolidasi dengan menggunakan Rowe cell untuk tanah gambut 0% peat solid dan tanah gambut + 6% peat solid dengan OCR = 1,5 pada kondisi jenuh sempurna dapat diambil kesimpulan berdasarkan pengujian batas cair maka tanah gambut mencapai pencampuran peat solid optimum pada pencampuran 6% peat solid, pada pembebanan 25-50 kPa indeks kompresi ( $C_c$ ) tanah gambut undisturb = 4,1789, sedangkan pemadatan tanah gambut + 0% peat solid nilai  $C_c$  = 0,2026 dan dengan penambahan peat solid +6% nilai  $C_c$  = 0,1594. Pada pembebanan 50 -75 kPa, indeks kompresi ( $C_c$ ) gambut undisturb = 4,3329, sedangkan pemadatan tanah gambut + 0% peat solid nilai  $C_c$  = 0,5792 dan dengan penambahan peat solid +6% nilai  $C_c$  = 0,3805. Selain itu dapat disimpulkan bahwa stabilisasi tanah gambut dengan menggunakan peat solid berpengaruh pada settlement. Tanah gambut yang distabilisasi dengan peat solid lebih kecil settlementnya dibandingkan tanah aslinya.

- g) Epriliana (2002) melakukan penelitian tanah gambut di daerah Kalimantan Tengah, tepatnya di tepi ruas jalan Palangkaraya–Kuala Kapuas km 3,5, desa Berang Bengkel. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rowe cell untuk mengetahui bagaimana penurunan yang terjadi pada tanah gambut Kalimantan dengan pola pembebanan bertahap dan langsung dimana masing-masing pola pembebanan dilakukan pengujian dengan waktu pembebanan dengan variasi kenaikan pembebanan 6 jam dan 24 jam.

Hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan antara lain: indeks kompresi ( $C_c$ ) untuk pembebanan bertahap 24 jam, untuk pembebanan 25–50 kPa,  $C_c$  = 3,67009, untuk pembebanan 50 -75 kPa,  $C_c$  = 2,62205. Sedangkan untuk pembebanan langsung 24 jam, untuk pembebanan 25–75 kPa,  $C_c$  = 8,60012. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah yang mengalami beban langsung lebih besar pemampatannya. Untuk nilai  $C_c$  pada periode pembebanan 6 jam memiliki perilaku tidak menentu, yaitu untuk pembebanan bertahap 6 jam, untuk pembebanan 25–50 kPa,  $C_c$  = 24,1633, untuk pembebanan 50-75 kPa,  $C_c$  = 10,22279. Sedangkan untuk pembebanan langsung 6 jam, untuk pembebanan 25–75 kPa,  $C_c$  = 4,64895. Hal ini



menunjukkan pemampatan primer pada contoh tanah gambut yang dibebani selama 6 jam belum selesai, selain itu hal ini membuktikan tanah gambut memiliki sifat yang tidak homogen.

Hasil pemampatan total yang terjadi pada penelitian di atas menunjukkan pemampatan total yang terjadi dengan pembebanan bertahap 24 jam = 31,327%, sedangkan untuk pembebanan bertahap 6 jam pemampatan totalnya = 18,835%. Untuk pembebanan langsung 24 jam pemampatan total yang terjadi sebesar = 47,893% dan untuk pembebanan langsung 6 jam besarnya pemampatan total = 27,659%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemampatan pada pola pembebanan langsung lebih besar dari pada pemampatan dengan pola pembebanan bertahap.

- h) Arifin (2007), melakukan studi eksperimental perbaikan mutu dan perubahan struktur mikro tanah gambut Kalimantan yang distabilisasi semen Portland-V. Sampel tanah gambut yang dipakai berasal dari Bereng Bengkel, Kalimantan. Sedangkan bahan additif yang dicampur adalah sement Portland tipe V (PC-V). sampel yang diuji adalah sampel disturbed dengan kadar air 160%. Kadar semen yang ditambahkan adalah 10, 20, dan 30% dengan pariasi masa peram 1 dan 4 hari.

Untuk uji perbaikan mutu digunakan uji geser triaxial CU yang analisisnya menggunakan Stress Path dan uji CBR. Sedang untuk mengetahui struktur mikronya menggunakan foto SEM, uji XRD (analisa mineral) dan analisa kimia. Hasil analisa semakin lama masa peram dan kadar PC-V dalam campuran maka nilai perbaikan mutunya semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan perubahan struktur mikronya dimana partikel-partikel tanah semakin menggumpal (kohesif) dan gel CSH (sebagai pengikat partikel tanah) yang dihasilkan semakin banyak.

- i) Yenni (2008) melakukan penelitian tanah gambut di daerah Duri, Riau untuk mengetahui sifat kompresi tanah gambut yang dipadatkan dengan variasi kadar air 140%, 160%, dan 180% dengan menggunakan alat oedometer. Dimana pada setiap kadar air dilakukan suatu proses pembasahan dan pengeringan setelah dipadatkan selama 4–7 hari sebagai simulasi keadaan hujan dan sesudah hujan di lapangan serta dilakukan variasi periode pembebanan

selama 72 jam untuk melihat perilaku sekunder tanah gambut.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan Indek kompresi ( $C_c$ ) dengan periode pembebanan 24 jam dengan siklus pembasahan dan pengeringan sebesar = 1,55–1,62 dan untuk periode pembebanan 24 jam tanpa siklus pembasahan dan pengeringan besarnya  $C_c = 1.11$ –1,38. Sedangkan untuk periode pembebanan 72 jam dengan siklus pembasahan dan pengeringan besarnya  $C_c = 1.32$ –1,44.

- j) Maulana (2010) melakukan studi analisis dan eksperimental sifat teknis tanah gambut Sumatera Selatan. Dalam studi ini dibahas analisis dan eksperimen sifat teknis tanah gambut Sumatera Selatan. Gambut tersebut diuji perilaku pemampatannya menggunakan konsolidasi sel Rowe drainase horizontal dengan simulasi pembebanan dan periode pembebanan serta preloading. Selanjutnya perilakunya dianalisis menggunakan model reologi modifikasi  $L_o$  dan model reologi Berry. Parameter yang didapat dari model modifikasi  $L_o$  dan Berry diverifikasi dengan hasil test laboratorium dengan cara prediksi balik.

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa perilaku pemampatan sangat dipengaruhi oleh besarnya peningkatan beban serta angka pori. Kecepatan pemampatan akan bertambah dengan bertambahnya beban dan log waktu, kemudian secara perlahan berkurang kecepatan pemampatannya yang dikenal dengan pemampatan tersier. Tetapi pada level beban yang lebih besar dari  $0.8 \text{ kg/cm}^2$  sulit membedakan garis tekanan sekunder dan tersier sebab garis tersebut menjadi satu. Hal ini memberi petunjuk untuk beban yang lebih besar dari  $0.8 \text{ kg/cm}^2$  perilaku pemampatannya menyerupai model dari studi Berry, dimana pada model tersebut menggambarkan dua perilaku pemampatan dari gambut, yaitu pemampatan macro dari rangka gambut (konsolidasi primer) dan pemampatan mikro dari struktur pori-pori gambut (konsolidasi sekunder).

- k) Octriyana (2010) melakukan penelitian untuk mengamati proses kompresibilitas pada tanah gambut dengan metode pemadatan dengan menggunakan alat uji modified proctor dengan kadar air 100% dan 120%. Tanah gambut yang digunakan untuk penelitian berasal dari Berengbengkel, Palangkaraya. Hasil penelitian menunjukkan perbandingan hasil nilai  $C_c$  yang

terjadi pada tanah gambut asli, tanah gambut yang dipadatkan dengan standard proctor dan modified proctor, secara berturut adalah semakin mengecil. Dimana  $C_c$  hasil uji konsolidasi tanah gambut “undisturbed”  $> 3$ , pada tanah gambut yang telah dipadatkan dengan standar proctor nilai  $C_c < 2$  dan pada tanah gambut yang telah dipadatkan dengan modified proctor nilai  $C_c < 1$ .

### 2.3.2. Penelitian Dekomposisi dan Mikrobiologi Tanah di Indonesia

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan yang berhubungan dengan mikrobiologi pada lahan gambut umumnya dilakukan untuk keperluan pertanian dan masih sangat jarang penelitian tentang dekomposisi dan mikrobiologi gambut yang berhubungan dengan Teknik Sipil, penelitian-penelitian tersebut antarlain antara lain:

- a) Mariani (2003), meneliti tentang Percepatan Dekomposisi Limbah Pabrik Kelapa Sawit secara Anaerob dengan Menggunakan Mikroorganisme Selulolitik Dan Amandemen. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari laju proses dekomposisi pada campuran tandan kosong sawit (TKS) dan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan menggunakan biodigester anaerob, mikroorganisme selulolitik dan amandemen; mengetahui kadar unsur hara yang terbentuk pada proses dekomposisi limbah padat dan cair pabrik kelapa sawit dengan menggunakan biodigester, mikroorganisme selulolitik dan amandemen; dan mengetahui pengaruh interaksi mikroorganisme selulolitik dan amandemen terhadap kadar unsur hara, laju proses dekomposisi limbah padat dan cair pabrik kelapa sawit dengan menggunakan biodegister anaerob. Berdasarkan analisa secara statistik menunjukkan perlakuan menggunakan mikroorganisme selulolitik berpengaruh sangat nyata terhadap pH hari ke-10, dan pH hari ke-20 serta C/N rasio hari ke-30. Berpengaruh nyata terhadap tekanan gas minggu ke-1, minggu ke-4, kadar hara N kompos dan K pada pupuk cair. Perlakuan menggunakan amandemen berpengaruh sangat nyata terhadap tekanan gas minggu ke-1, ke-2, dan ke-3, pH hari ke-10, C/N rasio hari ke-30. Berpengaruh nyata terhadap tekanan gas minggu ke-4, pH hari ke-20, C/N rasio hari ke-20, kadar hara N kompos dan kadar hara N dan P, pada

pupuk cair Kombinasi perlakuan menunjukkan pengaruh nyata terhadap pH hari ke-10, C/N rasio hari ke-30, dan kadar hara N pada kompos.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan pemberian mikroorganisme selulolitik dan amandemen mampu mempercepat dan meningkatkan kandungan unsur hara pada kompos dan pupuk cair yang diolah secara anaerob dengan menggunakan biodigester.

- b) Siagian, dkk. (2003) meneliti tentang Studi Peranan Fungi Pelapuk Putih dalam Proses Biodelignifikasi Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria* (L) Nielsen). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jenis fungi yang dapat mendegradasi lignin semaksimal mungkin tetapi secara minimal merusak holoselulosa dan hemiselulosa untuk dapat digunakan dalam proses biopulping. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian fungi mampu menurunkan kadar lignin dan zat ekstraktif kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen). Penurunan kadar lignin terbaik terjadi pada pemberian fungi HHB 252 (20,22%) diikuti oleh HHB 302 (20,45%) dan HHB 204 (21,48%). Penurunan kadar holoselulosa kayu sengon yang terendah terjadi pada pemberian fungi HHB 259 (73,23%) diikuti oleh HHB 204 (71,90%) dan HHB 252 (71,82%). Jenis fungi terbaik untuk biodelignifikasi kayu sengon adalah HHB 252, diikuti oleh HHB 302 dan *Schizophyllum commune* (HHB 204). Ketiga jenis fungi tersebut menurunkan kadar lignin cukup baik dan merusak holoselulosa kayu sengon minimal dengan nisbah kadar lignin terhadap holoselulosa berturut-turut 0,282; 0,289 dan 0,299.
- c) Wahyuni (2004), meneliti tentang Laju Dekomposisi Aerob dan Mutu Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Penambahan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan mikroorganisme selulolitik berpengaruh nyata terhadap penyusutan berat bahan kompos namun tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai C/N rasio dan peningkatan kadar hara kompos. Penambahan amandemen kotoran ayam berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan nilai C/N rasio, penyusutan berat bahan kompos dan peningkatan kadar N, P, dan K kompos. Amandemen kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai C/N , penyusutan berat bahan

kompos, namun tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar N, P dan K. Penurunan nilai C/N rasio pada amandemen kotoran ayam sudah dimulai pada hari ke-5 sedangkan pada amandemen kotoran sapi dimulai pada hari ke-20 pengomposan. Penambahan limbah cair PKS tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel yang diamati, interaksi perlakuan mikroorganisme selulolitik berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai C/N rasio dan peningkatan kadar K kompos. Interaksi perlakuan mikroorganisme selulolitik-limbah cair PKS, amandemen-limbah cair PKS dan mikroorganisme selulolitik-amandemen-limbah cair PKS secara umum tidak berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati.

- d) Sugiharto (2006) meneliti tentang Kecepatan Dekomposisi Sampah Organik Pasar Kota Batu serta Tingkat Kandungan NPK Kompos dengan Metode Vermikompos dan EM4. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi EM4 dan jumlah cacing yang tepat dalam membantu mempercepat proses dekomposisi sampah yang diukur melalui **carbon/ratio** dan untuk mengetahui keefektifan konsentrasi EM4 dan jumlah cacing terhadap kecepatan dekomposisi dan kandungan NPK kompos. Jenis penelitian yang digunakan adalah **penelitian Eksperimen semu** dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Block dengan 6 perlakuan dengan 3 kali ulangan yang terdiri dari A1: Jumlah 13 cacing, A2: jumlah 19 cacing, A3: Jumlah 25 cacing, B1: konsentrasi EM4 0,1%, B2: konsentrasi EM4 0,2%, B3: konsentrasi EM4 0,3%. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah organik pasar kota Batu sebanyak 900 gram. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan A3: jumlah 25 cacing, menghasilkan carbon/ratio terbaik dan kandungan NPK terbanyak. Kandungan N kompos: 0,4833, kandungan P kompos: 0,2040, kandungan K kompos: 0,6573, dan C/N kompos: 37,7840.
- e) Anif, dkk. (2007), melakukan penelitian pemanfaatan limbah tomat sebagai pengganti EM4 pada proses pengomposan sampah organik. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui manfaat dan efektivitas penggunaan limbah tomat sebagai pengganti peran EM4 dalam proses percepatan pengomposan sampah organik dalam skala laboratorium untuk

mengetahui kualitas fisik (warna, bau, suhu, dan tekstur) dan kualitas kimia (pH, N, P, dan K) kompos sampah organik yang dalam prosesnya menggunakan limbah tomat.

Sampah organik yang akan dibuat kompos diinokulasi dengan limbah tomat, EM4 dan kombinasi limbah tomat + EM4 dengan perlakuan sebagai berikut: P<sub>0</sub>(kontrol): tidak diberi perlakuan limbah tomat maupun EM4, P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub> (limbah tomat): menggunakan konsentrasi 100 ml dan 200 ml, P<sub>3</sub> dan P<sub>4</sub> (EM4): menggunakan konsentrasi 20 ml dan 40 ml, P<sub>5</sub> dan P<sub>6</sub> (campuran limbah tomat 100 ml dan EM4 20 ml dan 40 ml), P<sub>7</sub> dan P<sub>8</sub> (campuran limbah tomat pengomposan sampah organik).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah tomat dapat mempercepat proses terbentuknya kompos organik, waktu terbentuknya kompos antara 40-47 hari sedangkan yang menggunakan EM4 adalah 50-55 hari dan kombinasi antara limbah tomat dan EM4 adalah 45-46 hari. Dari hasil uji kimia didapat bahwa, kandungan nitrogen dan kalium yang terbanyak pada perlakuan kombinasi (P<sub>8</sub>). Sedangkan kandungan bahan organik dan C/N rasio pada P<sub>5</sub>, sedang pada kandungan kalium terbanyak pada phospor P<sub>7</sub>. Pada parameter pH dihasilkan 7-8. Dari hasil uji fisik didapat bahwa pada P<sub>8</sub>, menunjukkan ciri kompos yang terbaik yaitu warna coklat kehitaman, tidak mengeluarkan bau, tekstur terurai seperti tanah.

- f) Soetopo, dkk. (2008) melakukan penelitian tentang Efektivitas Proses Pengomposan Limbah Sludge Ipal Industri Kertas dengan Jamur. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas jamur selulolitik (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma reesei*) dan lignoselulolitik (*Phanerochaete chrysosporium*) dalam mendegradasi selulosa untuk mempercepat proses pengomposan limbah sludge IPAL industri kertas. Hasil penelitian adalah pertama limbah sludge IPAL dari pabrik kertas koran mengandung bahan organik cukup tinggi dengan kadar karbon total 24,15–28,49% dan selulosa 60,3%, sehingga pengelolaannya dapat dilakukan melalui proses pengomposan. Kedua jamur *T. harzianum* memiliki kemampuan mendegradasi selulosa yang terkandung dalam limbah sludge IPAL pabrik kertas sampai 52,11%, sedangkan jamur *T. reesei* dan *P. chrysosporium*

masing-masing hanya 31,96% dan 24,51%. Ketiga penambahan activator jamur *T. harzianum* dapat meningkatkan reduksi selulosa sampai 61,2%, sehingga proses pengomposan limbah sludge IPAL industry kertas dapat dilakukan lebih singkat (28 hari).

- g) Sitepu (2009) meneliti tentang informasi dan teknik aplikasi jenis-jenis Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan bakteri penambat nitrogen yang hidup bebas (*free living*) yang efektif dan efisien dalam meningkatkan pertumbuhan beberapa jenis tanaman hutan pada tingkat semai dan lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eksplorasi isolat bakteri *free living* yang disolasi dari tanah dan akar beberapa tanaman inang dari kedua lokasi (Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah) menghasilkan 134 Isolat. Sedangkan Pengaruh FMA belum dapat diketahui karena masih dalam tahap penangkaran.
- h) Saragih (2009) meneliti tentang jenis-jenis fungi pada beberapa tingkat kematangan tanah gambut di Desa Sei Siarti, Kabupaten Labuhan Batu. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk menginventarisasi berbagai jenis fungi yang terdapat pada tanah gambut dalam rangka mempercepat proses dekomposisi bahan organik dan untuk mengetahui pengaruh tingkat kematangan gambut terhadap keberadaan jenis fungi dalam mendekomposisikan bahan organik. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat 8 (delapan) spesies fungi dekomposer dominan dari tanah gambut Desa Sei Siarti, Kabupaten Labuhan Batu yaitu: *Aspergillus* sp.1, *Aspergillus* sp. 2, *Fusarium* sp, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium* sp, *Curvularia* sp dan *Mucor* sp. Pada tanah gambut jenis saprik fungi yang ditemukan 4 spesies fungi yaitu: *Aspergillus* sp. 1, *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. 2 dan *P. chrysogenum*. Pada tanah gambut jenis hemik fungi yang ditemukan 5 spesies fungi yaitu: *P. chrysogenum*, *Mucor* sp, *P. digitatum*, *Curvularia* sp, *Penicillium* sp. Pada tanah gambut jenis fibrik fungi yang ditemukan 2 spesies fungi yaitu: *Aspergillus* sp.1 dan *Mucor* sp.
- i) Penelitian tentang pengujian konsolidasi dengan menambah mikroorganisme yang berupa pupuk hayati pernah dilakukan di Indonesia pada lokasi

Kecamatan Gambut, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Mikroorganisme yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah BioDegra, OrganoDeg, Baster Plus dan EM4. (sumber: [www.dgdl.esdm.go.id/index.php?option=com\\_docman&task](http://www.dgdl.esdm.go.id/index.php?option=com_docman&task)).

Hasil penambahan pupuk hayati menunjukkan bahwa tidak selalu pemberian pupuk hayati berpengaruh besar terhadap konsolidasi pada endapan tanah gambut, karena selama pengujian konsolidasi dengan pemberian pupuk hayati ternyata hasil ketebalan akhir konsolidasi dengan penambahan EM4 berkisar antara 5,20–11,70 mm, dengan pemberian Baster Plus 6,40 mm, pemberian BioDegra 13,30 mm, pemberian OrganoDeg 5,30–8,20 mm sedangkan pengujian konsolidasi tanpa mikroba 3,70–11,10 mm.

Penambahan 30% mikroba jenis BasterPlus menunjukkan hasil konsolidasi yang konstan dari dua pengujian diperoleh hasil ketebalan yang tetap 6,40 mm. Penambahan 30% mikroba jenis BioDeg menunjukkan hasil konsolidasi dengan ketebalan akhir 13,30 mm.

Pengujian konsolidasi yang dilakukan tanpa penambahan pupuk hayati apapun menunjukkan hasil yang sangat bervariasi ketebalan akhir mulai dari 3,90–4,40 mm (pada kelompok pertama), mulai dari 5,10–9,70 mm (pada kelompok kedua) serta mulai dari 11,10 mm (pada kelompok ketiga).

#### **2.4. Karaktersti Fisik dan Konsolidasi Tanah Gambut di Indonesia**

Penelitian mengenai karakteristik dari tanah gambut di Indonesia telah banyak dilakukan. Karakteristik yang diuji untuk menggambarkan sifat fisik tanah gambut di Indonesia, antara lain yaitu kadar air, atterberg limit (batas cair dan batas plastis), batas susut, *specific gravity*, pH, kadar abu, kadar organik, kadar serat, berat jenis dan angka pori. Tabel 2.8 Menunjukkan sifat fisik dari hasil penelitian tanah gambut di Indonesia



Tabel. 2.9 Sifat Fisik Tanah Gambut di Indonesia

Parameter	Duri	Tampan	Palembang	pontianak	Banjar- masin	Palangka- raya	Rawa Pening
Peneliti	I Gede Jaya D.	I Gede Jaya D.	Bharata R, Pandita	Olivia	Vicky Rinaldo	Zulfa Fauzia	Arif Rahman
Tahun	1996	1996	1996	1997	1995	2001	2002
Kadar air (%)	621.26	372.7	235.36	537.01	198	539.32	561,67
Batas cair (%)	440.53	309	274	358.75	184.03	227.8	104.37
Batas plastis (%)	377.35	235.9	194.21	272.14	147.6	134.4	116.78
Batas susut (%)	-	59.46	-	-	28.09	44.62	
Specifig gravity	1.6	1.55	1.82	1.424	1.47	1.39	1.72
Berat jenis (kN/m <sup>3</sup> )	-	-	11.23	-	-	1.39	
Kadar pH							
Dalam air suling	3.99	3.61	3.38	4.8	6.47	4.5-5.5	
Dalam CaCl <sub>2</sub>	3.91	3.06	3.28	-	6.38	-	
Kadar abu (%)	21.96	3.5 – 12.7	50.74	1.2	4.26	0.69-0.74	37.73
Kadar serat (%)	74.08	23-43	71.89	79.45	61.33	93.1	62.12

(sumber: Siti Hadijah, 2006 diolah kembali)

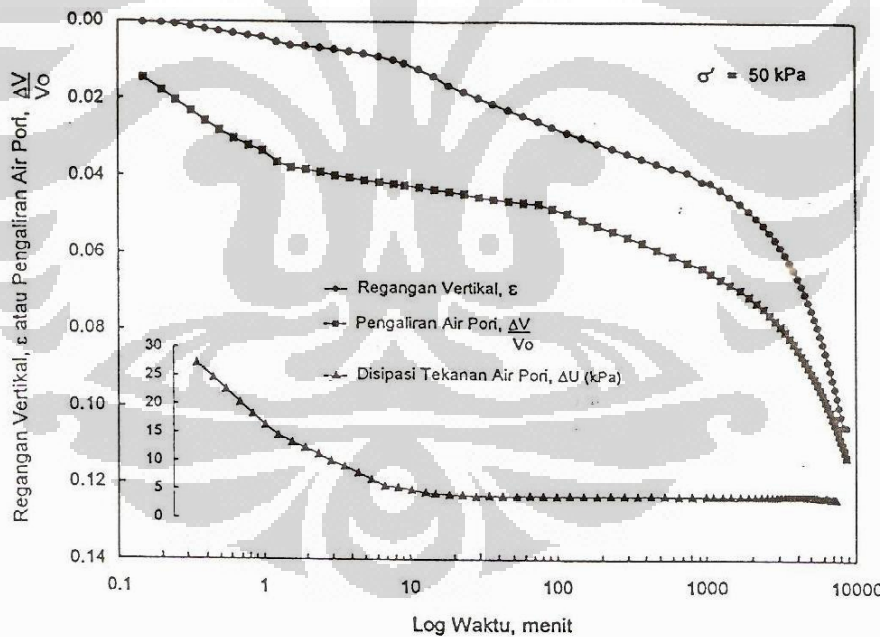
Hasil penelitian tanah gambut di Indonesia yang berhubungan dengan parameter konsolidasi, terutama Koefisien Konsolidasi (Cc) dapat di lihat pada Tabel 2.9

Tabel 2.10 Nilai Koefisien Konsolidasi (Cc) pada Beberapa Penelitian Tanah Gambut di Indonesia

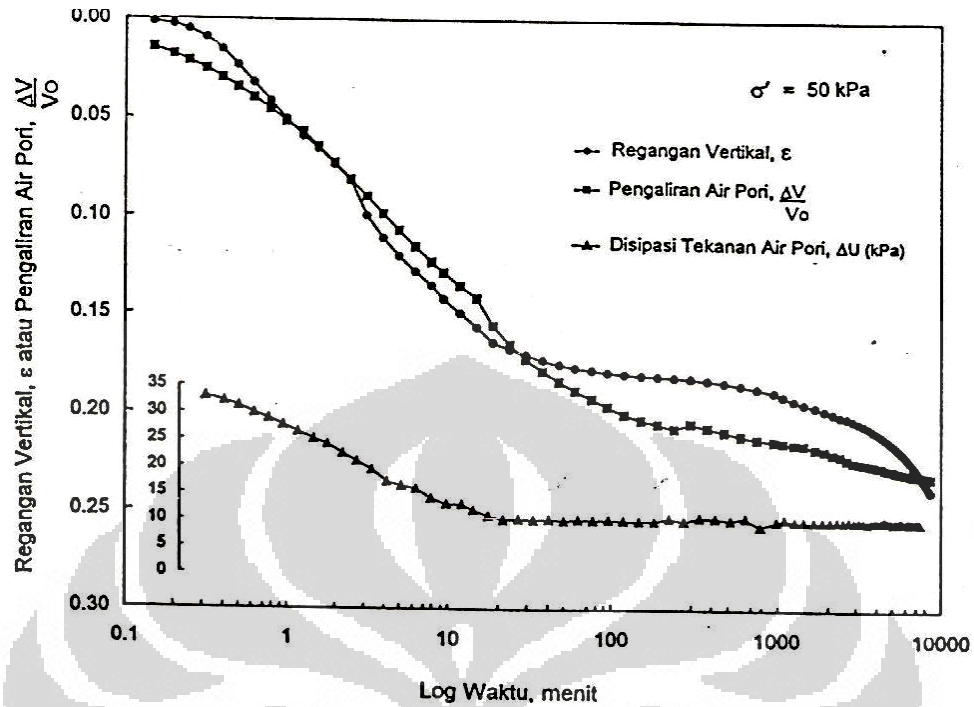
Peneliti	Tahun	Lokasi	Nilai Cc	Kadar Air (%)	Kerapatan kering (kN/m <sup>3</sup> )	Keterangan
Olivia	1997	Pontianak	> 3	624,234		Tanah undisturbed
Nelwida	1999	Tampan, Pekanbaru	> 2	742,45		Gambut terkonsolidasi akibat sand drain
			> 2	700		Gambut terkonsolidasi akibat pengaliran horizontal
Zulfa Fauzia	2001	Bereng-bengkel	4,1789 – 4,3229			Tanah undisturbed
			0,2026 – 0,5792			Gambut + 0%peat soil
			0,1594 – 0,3850			Gambut + 6%peat soil
Selva Epriliana	2002	Bereng-bengkel	2,62212 - 3,67009			Pembebanan bertahap 24 jam
			8,60012			Pembebanan langsung 24 jam
Nurvita Asyiah	2007	Bereng-bengkel	0,942 - 1,271	140	9,964	Tanah gambut dipadatkan
			0,998 - 1,662	180	9,641	
			0,992		15,739	Gambut + 20% semen
Febri Yenni	2008	Duri, Riau	1,27	160		Dipadatkan tanpa siklus pengeringan dan pembasahan
			1,59	160		Dipadatkan dengan siklus pengeringan dan pembasahan
			1,38	180		Dipadatkan tanpa siklus pengeringan dan pembasahan
			1,62	180		Dipadatkan dengan siklus pengeringan dan pembasahan
Rico Octriyana	2010	Bereng-bengkel	> 3			Tanah gambut asli
			< 2			Gambut dipadatkan dengan standard proctor
			< 1			Gambut dipadatkan dengan modified proctor

(sumber: dari berbagai sumber, diolah kembali)

Perilaku konsolidasi tanah gambut Sumatera, khususnya tanah gambut Palembang dan Riau menurut Soepandji (1996) ada beberapa karakteristik yaitu antara lain: pada tanah gambut Palembang pengaliran air pori ( $\Delta V/V_0$ ) akan terus berlanjut pada konsolidasi monodimensi setelah selesai disipasi tekanan air pori yang menunjukkan bahwa konsolidasi sekunder berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Selain itu Pada uji konsolidasi jangka panjang, dengan beban 50 kPa selama 6 hari, pada tanah gambut Palembang sulit membedakan antara pemampatan primer dan pemampatan sekunder dan terlihat pemampatan sekunder bertambah sesuai log waktu ( $\log t$ ) dan berkurang perlahan sampai konsolidasi selesai. Sedangkan pada tanah gambut Duri-Riau, pemampatan primer cukup besar dengan waktu cukup singkat lalu dilanjutkan pemampatan sekunder dan kecepatan pemampatan bertambah sesuai log waktu ( $\log t$ ) dan berkurang perlahan sampai konsolidasi selesai. Hal ini ditunjukkan dengan Gambar 2.29 dan Gambar 2.30.

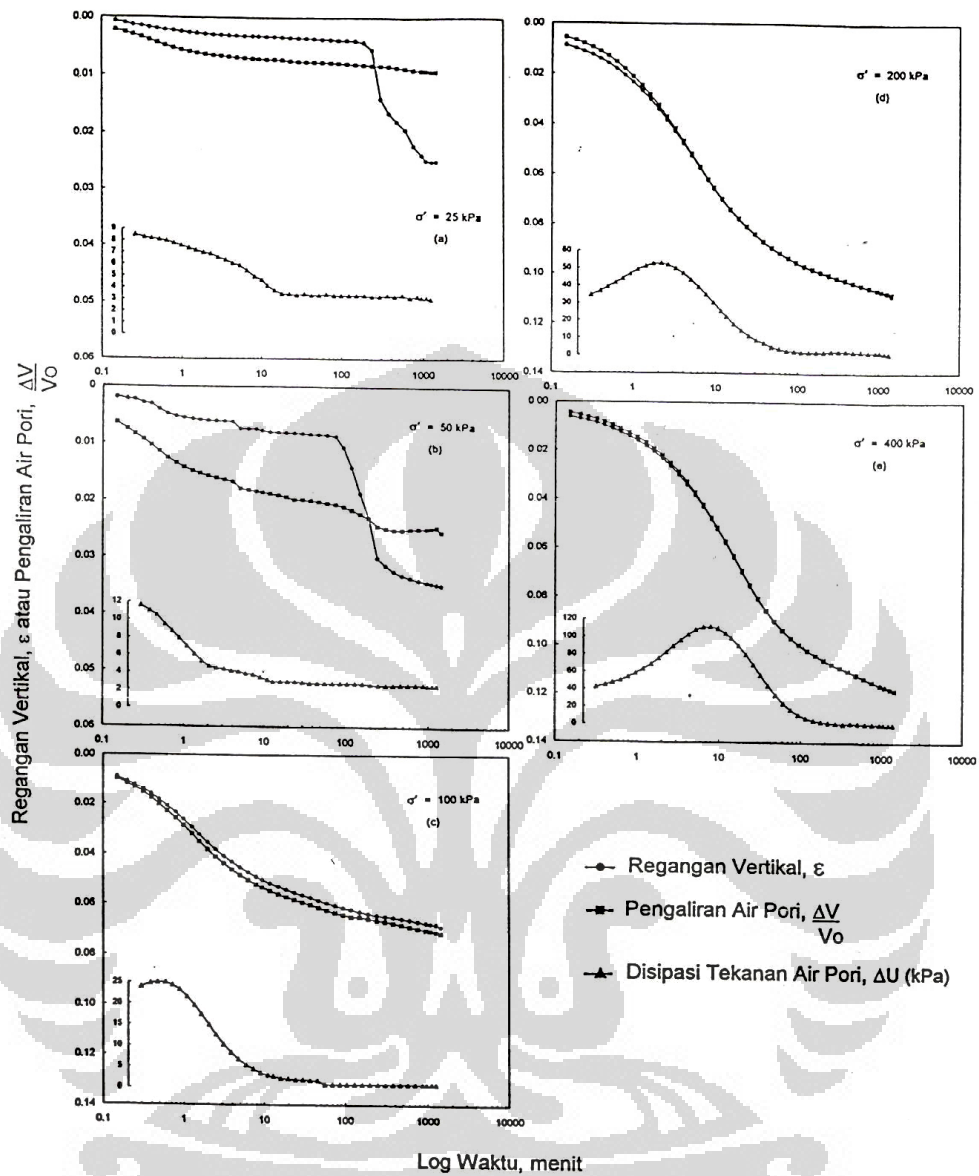


Gambar 2.29 Kurva Hubungan Regangan Vertikal, Pengaliran Air Pori dan Disipasi Tekanan Air Pori Terhadap Log Waktu untuk Tanah Gambut Palembang dengan  $\sigma' = 50$  kPa selama 6 hari (Tegangan Balik = 190 kPa) (Sumber: Rahaju, 1996)

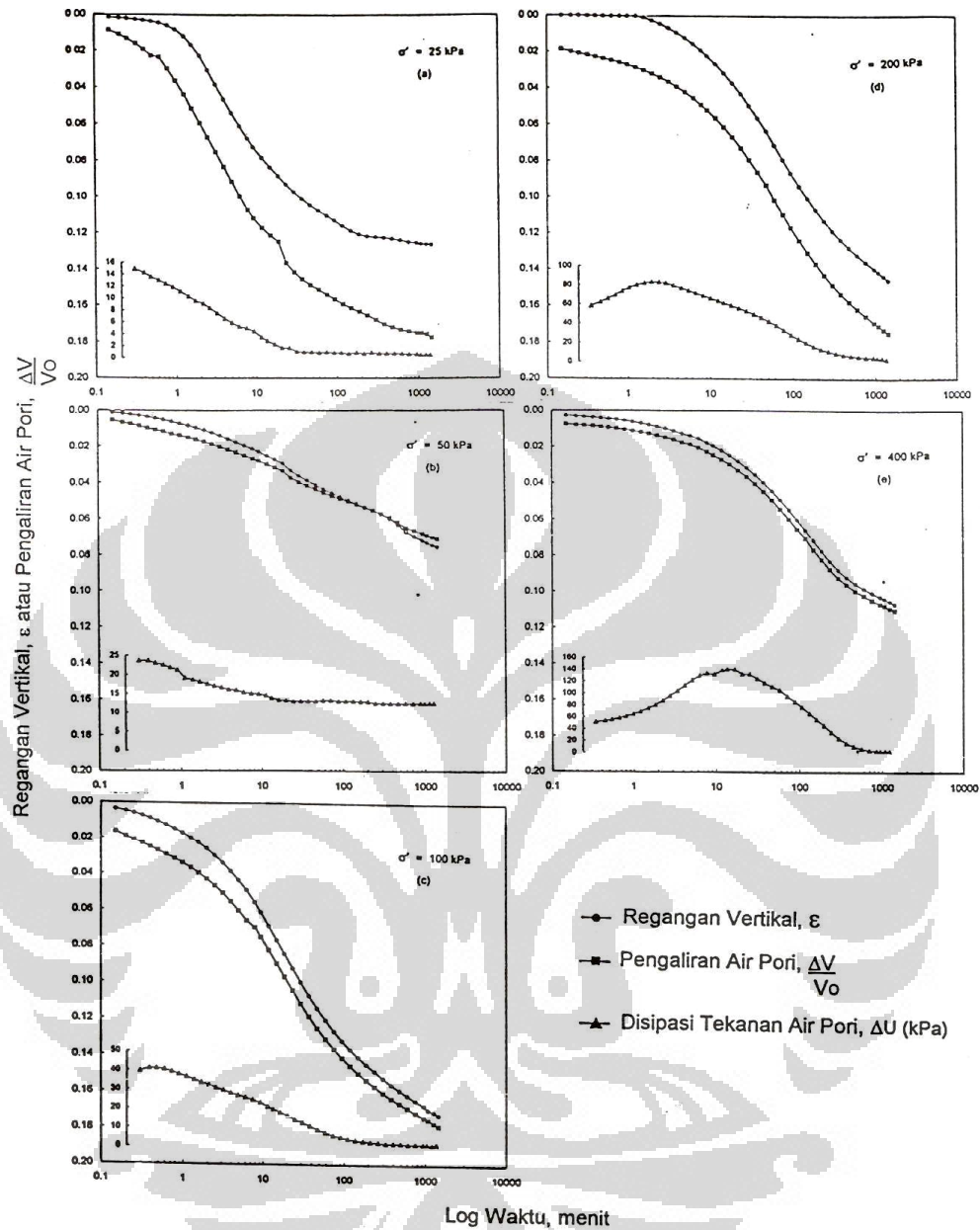


Gambar 2.30 Kurva Hubungan Regangan Vertikal, Pengaliran Air Pori dan Disipasi Tekanan Air Pori terhadap Log Waktu untuk Tanah Gambut Riau dengan  $\sigma' = 50 \text{ kPa}$  Selama 6 hari (Tegangan Balik = 190 kPa) (Sumber: Rahaju, 1996)

Hasil penelitian antara Tanah gambut Palembang dan Riau juga menunjukkan kurva pengaliran air pori Vs waktu ( $\Delta V/V_0$  Vs Waktu) untuk beban konsolidasi lebih besar, pada tanah gambut Palembang kurva pengaliran air pori terhadap waktu berhimpit dengan kurva regangan terhadap waktu. Sedangkan untuk tanah gambut Duri-Riau kurva regangan terhadap waktu bergerak diatas kurva pengaliran air pori terhadap waktu, ditunjukkan pada Gambar 2.31 dan 2.32.



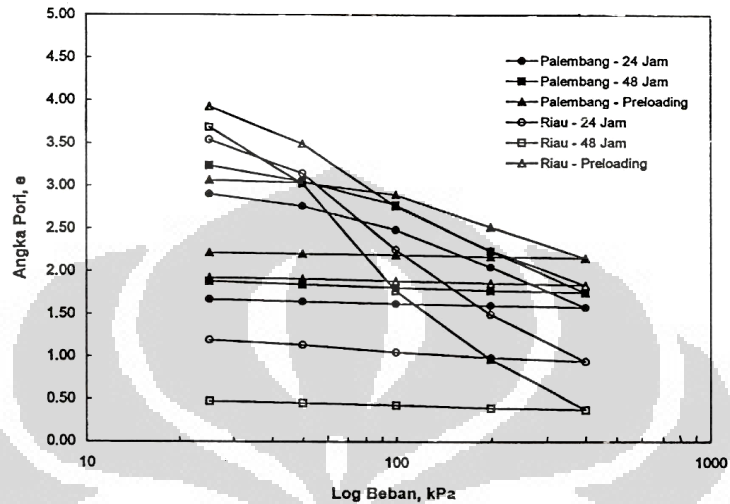
Gambar 2.31. Kurva Hubungan Regangan Vertikal, Pengaliran Air Pori dan Disipasi Tekanan Air Pori Terhadap Log Waktu untuk Tanah Gambut Palembang pada Periode Pembebanan 24 jam (Tegangan Balik = 190 kPa) (Sumber: Rahaju, 1996)



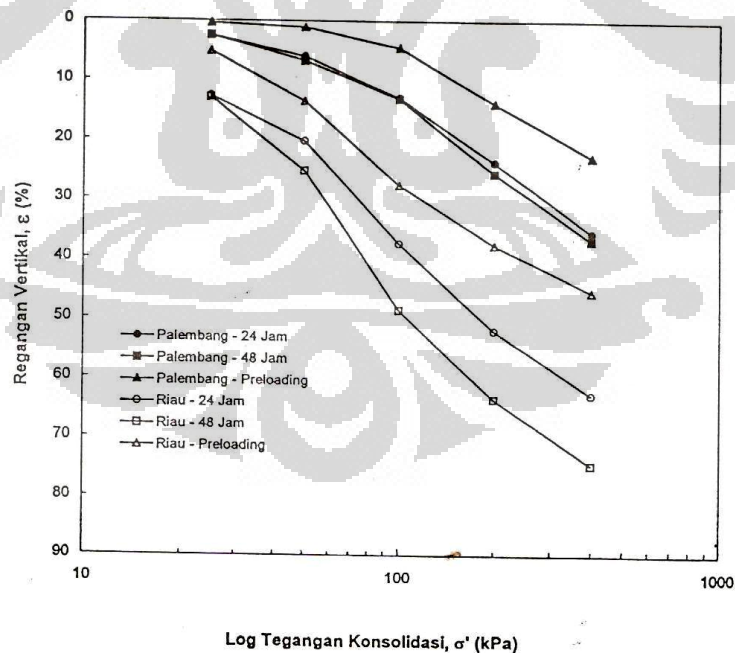
Gambar 2.32. Kurva hubungan regangan vertikal, pengaliran air pori dan disipasi tekanan air pori terhadap log waktu untuk tanah gambut Riau pada periode pembebanan 24 jam (tegangan balik = 190 kPa) (Sumber: Rahaju, 1996)

Dari kurva  $\varepsilon$ - $\log \sigma'$  dan kurva  $\frac{\Delta V}{V_0}$ - $\log \sigma'$  dapat diketahui bahwa Tanah gambut fibrous (Duri-Riau) kompresibilitasnya lebih besar dari tanah gambut amorphous granular (Palembang). Selain itu bentuk kurva angka pori terhadap log

beban pada tanah gambut Palembang bentuk kurva mulus seperti tanah inorganik, sedangkan pada tanah gambut Duri-Riau bentuk kurva terdiri dari tiga garis lurus patah, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.33 dan 2.34



Gambar 2.33. Kurva Hubungan Angka Pori dengan Log Tegangan Konsolidasi untuk Tanah Gambut Palembang dan Riau (Sumber: Rahaju, 1996)



Gambar 2.34. Kurva Hubungan Regangan Vertikal dengan Log Tegangan Konsolidasi untuk Tanah Gambut Palembang dan Riau (Sumber: Rahaju, 1996)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perilaku tanah gambut Palembang didominasi oleh pengaliran air pori ke luar, sedangkan perilaku pemampatan tanah gambut Riau didominasi oleh proses dekomposisi komponen organik.

## **2.5. Mikroorganisme dan Perannya dalam Dekomposisi Bahan Organik**

### **2.5.1. Pengertian mikroorganisme dan Mikrobiologi**

Jasad hidup yang ukurannya kecil sering disebut sebagai mikroba atau mikroorganisme atau jasad renik. Jasad renik disebut sebagai mikroorganisme bukan hanya karena ukurannya yang kecil, sehingga sukar dilihat dengan mata biasa, tetapi juga pengaturan kehidupannya yang lebih sederhana dibandingkan dengan jasad tingkat tinggi. Mata biasa tidak dapat melihat jasad yang ukurannya kurang dari 0,1 mm. Ukuran mikroorganisme biasanya dinyatakan dalam mikron ( $\mu$ ), 1 mikron adalah 0,001 mm. Sel mikroorganisme umumnya hanya dapat dilihat dengan alat pembesar atau mikroskop, walaupun demikian ada mikroorganisme yang berukuran besar sehingga dapat dilihat tanpa alat pembesar.

Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari organism hidup yang berukuran sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat dengan mata telanjang melainkan dengan bantuan mikroskop. Organisme yang sangat kecil ini disebut sebagai mikroorganisme, atau kadang-kadang disebut sebagai mikroba, ataupun jasad renik. Mikrobiologi adalah salah satu cabang ilmu dari biologi, dan memerlukan ilmu pendukung kimia, fisika, dan biokimia. Mikrobiologi sering disebut ilmu praktek dari biokimia. Dalam mikrobiologi dasar diberikan pengertian dasar tentang sejarah penemuan mikroba, macam-macam mikroba di alam, struktur sel mikroba dan fungsinya, metabolisme mikroba secara umum, pertumbuhan mikroba dan faktor lingkungan, mikrobiologi terapan di bidang lingkungan dan pertanian. Mikrobiologi lanjut telah berkembang menjadi bermacam-macam ilmu yaitu virologi, bakteriologi, mikologi, mikrobiologi pangan, mikrobiologi tanah, mikrobiologi industri, dan sebagainya yang mempelajari mikroba spesifik secara lebih rinci atau menurut kemanfaatannya.



### 2.5.2. Mikroorganisme Tanah

Mikroorganisme tersebar merata diseluruh permukaan bumi diantaranya adalah pada tanah. Bila dibandingkan dengan luas bumi secara keseluruhan, maka tanah pada permukaan bumi hanya merupakan lapisan tipis. Tetapi, lapisan tipis dari tanah ini sangat penting karena menyediakan berbagai sumber daya yang berguna bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya seperti mikroorganisme.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa mikroorganisme berperan atas perubahan kimiawi yang terjadi di dalam tanah. Peranan mikroorganisme dalam beberapa siklus unsur hara yang penting, seperti siklus Karbon, Nitrogen, Sulfur, ditunjukkan oleh Winogradsky dan Beijerinck.

Winogradsky menemukan bakteri yang mempunyai fisiologis khusus, yang disebut bakteri autotrof. Bakteri ini dapat tumbuh pada lingkungan yang seluruhnya anorganik. Energi diperoleh dari hasil oksidasi senyawa anorganik tereduksi, dan menggunakan CO<sub>2</sub> sebagai sumber karbon. Bakteri autotrof dapat dicirikan dari kemampuannya menggunakan sumber anorganik tertentu. Sebagai contoh, bakteri belerang dapat mengoksidasi senyawa belerang anorganik. Penemuan lain bersama Beijerinck adalah adanya bakteri penambat Nitrogen nonsimbiotik dan simbiotik, yang dapat memanfaatkan nitrogen dalam bentuk gas N<sub>2</sub>.

Mikroorganisme-mikroorganisme penghuni tanah merupakan campuran populasi dari (a) *protozoa* seperti amoeba, flagella, ciliata, (b) *bakteri* (*Clostridium*, *Rhizobium*) dan sebagainya, (c) *alga* (ganggang) seperti alga biru, alga hijau, diatom, dan (d) *jamur*, terutama jamur bertingkat rendah seperti jamur lendir, berbagai ragi dan berbagai Phycomycetes dan Ascomycetes.

Pada umumnya mikroorganisme-mikroorganisme tersebut lebih banyak terdapat di dekat permukaan tanah. Makin masuk ke dalam tanah, makin berkurangnya penghuninya. Protozoa hidup dari zat-zat organik, termasuk bakteri yang masih hidup. Alga hidup autotrof dan memperkaya tanah dengan bahan-

bahan organik. Bakteri dan jamur hidup sebagai saprofit dan menghancurkan bahan-bahan organik.

### 2.5.3. Pengertian Dekomposisi

Dekomposisi adalah proses penguraian bahan organik yang berasal dari binatang dan tumbuhan secara fisik dan kimia, menjadi senyawa-senyawa anorganik sederhana yang dilakukan oleh berbagai mikroorganisme tanah (bakteri, fungi, actinomycetes, dll), yang memberikan hasil berupa hara mineral yang dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan sebagai sumber nutrisi (Sutedjo dkk, 1991; Departemen Kehutanan, 1989).

Istilah dekomposisi sering digunakan untuk menerangkan sejumlah besar proses yang dialami oleh bahan-bahan organik, yaitu proses sejak dari perombakan dan penghancuran bahan organik menjadi partikel-partikel kecil sehingga menjadi unsur-unsur hara, yang tersedia dan dapat diserap oleh tanaman kembali. Istilah dekomposisi adalah istilah yang telah digunakan secara luas untuk menjelaskan perubahan-perubahan yang terjadi dalam biokimia, wujud fisik dan bobot bahan organik (Waring & Schlesinger, 1985).

Menurut Indriani (2000), dekomposisi bahan organik atau pengomposan merupakan penguraian dan pemanfaatan bahan-bahan organik secara biologi dalam temperatur termofilik ( $45^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ ) dengan hasil akhir bahan yang cukup bagus untuk digunakan ke tanah tanpa merugikan lingkungan.

Ada beberapa definisi yang dikemukakan tentang dekomposisi, antara lain dekomposisi didefinisikan sebagai penghancuran bahan organik mati secara gradual yang dilakukan oleh agen biologi maupun fisika. Definisi yang lain mengatakan bahwa dekomposisi adalah merupakan suatu proses yang dinamis dan dipengaruhi oleh keberadaan dekomposer, baik dalam jumlah maupun diversitasnya. Sedangkan keberadaan dekomposer sendiri sangat ditentukan oleh faktor-faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap dekomposisi antara lain oksigen, bahan organik dan bakteri sebagai agen utama dekomposisi (Sunarto, 2004).

#### 2.5.4. Faktor- faktor yang Mempengaruhi Dekomposisi

Dekomposisi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor suhu tanah dan faktor kadar air tanah. Suhu tanah merupakan sifat fisik tanah yang penting karena mempengaruhi langsung pertumbuhan tumbuhan bersama dengan air, udara dan hara. Suhu tanah mempengaruhi lengas tanah, aerasi, struktur, kegiatan mikroba dan enzim, perombakan sisa jaringan tumbuhan dan hewan serta ketersediaan hara tumbuhan (Notohadiprawiro, 1999).

Setiadi (1987) menyatakan bahwa peningkatan suhu tanah dapat merangsang kegiatan metabolisme dari flora mikro untuk mempercepat lajunya proses mineralisasi (perombakan menjadi CO<sub>2</sub> dari bahan organiknya), dengan demikian akan terdapat suatu peningkatan di dalam laju arus energi dalam sistemnya. Hakim dkk (1986) menyatakan bahwa jika temperatur tanah turun secara drastis, maka kehidupan jasad renik di dalam tanah turun aktifitasnya sehingga akhirnya proses kehidupan jasad-jasad renik yang dapat merombak hara-hara tanaman menjadi bentuk yang tersedia juga sangat ditentukan oleh tanah.

Suhu tanah di wilayah tropika sebagaimana ditetapkan dalam Sistem Taksonomi Tanah Amerika Serikat, termasuk dalam kategori pola suhu sama, yaitu perbedaan kurang dari 5<sup>0</sup>C antara rata-ran suhu musim dingin, pada kedalaman 50 cm atau jika lebih dangkal pada sentuhan batu, rata-ran suhu udara tahunan hampir sama dengan rata-ran suhu tanah tahunan (Sanchez, 1992).

Air merupakan unsur tanah yang dinamis. Dikenal tiga macam pergerakan air dalam tanah, yaitu pergerakan tidak jenuh (gerakan-gerakan kapiler), pergerakan jenuh dan pergerakan uap (Hakim *et al.*, 1986). Hardjowigeno (1995) menyatakan bahwa air terdapat di dalam tanah, tertahan oleh lapisan air, atau karena keadaan drainase yang kurang baik. Air dapat meresap atau ditahan oleh tanah karena adanya gaya-gaya adhesi, kohesi dan gravitasi. Kemampuan tanah menahan air dipengaruhi antara lain oleh tekstur tanah. Tanah-tanah bertekstur kasar mempunyai daya menahan air lebih kecil dibandingkan tanah bertekstur halus. Persediaan air dalam tanah tergantung dari: banyaknya curah hujan atau air irigasi, kemampuan tanah menahan air, besarnya

evapotranspirasi (penguapan langsung melalui tanah dan vegetasi), dan tingginya muka air tanah. Keadaan iklim yang basah karena curah hujan yang tinggi, diikuti suhu panas, sepanjang tahun menyebabkan kegiatan jasad renik seperti fungi (jamur) dan bakteri sangat aktif. Akibatnya proses pembusukan sangat cepat, proses humifikasi segera dilanjutkan dengan proses mineralisasi (Manan, 1978 *dalam* Hilwan, 1993).

Faktor iklim menentukan laju dekomposisi bahan organik sehingga mempengaruhi kelimpahan bahan organik di permukaan tanah. Kelembaban dan temperature adalah variabel iklim yang terpenting sebab keduanya mempengaruhi perkembangan tumbuhan dan mikroorganisme tanah (Thaiutsa *et al.*, 1979 *dalam* Hilwan, 1993).

Pada tingkat suhu tanah sedang ( $30^0$  C) dan kelembaban tanah antara 60-80%, laju dekomposisi bahan organik mencapai tingkat tertinggi. Peningkatan suhu dan kelembaban secara serentak, akan memperlambat laju dekomposisi bahan organik (Thaiutsa *et al.*, 1979 *dalam* Hilwan, 1993).

#### 2.5.5. Peran Mikroorganisme dalam Mendekomposisi Bahan Organik

Tingginya bahan organik pada tanah gambut merupakan karakteristik yang dimiliki oleh tanah gambut. Isroi (2008) menyatakan bahwa tanah sangat kaya akan mikroorganisme, seperti bakteri, actinomycetes, fungi, protozoa, alga dan virus. Tanah yang subur mengandung lebih dari 100 juta mikroorganisme per gram tanah.

Produktivitas dan daya dukung tanah tergantung pada aktivitas mikroorganisme tersebut. Tambahnya lagi, bahwa sebagian besar mikroorganisme tanah memiliki peranan yang menguntungkan, yaitu berperan dalam menghancurkan limbah organik, siklus hara tanaman, fiksasi nitrogen, pelarut posfat, merangsang pertumbuhan, biokontrol patogen, dan membantu penyerapan unsur hara.

Buckman & Brady (1982) menyatakan bahwa organisme tanah berperan penting dalam mempercepat penyediaan hara dan juga sebagai sumber bahan organik tanah. Mikroorganisme tanah sangat nyata perannya dalam hal

dekomposisi bahan organik pada tanaman tingkat tinggi. Dalam proses dekomposisi sisa tumbuhan dihancurkan atau dirombak menjadi unsur yang dapat digunakan tanaman untuk tumbuh.

White (1947) mengatakan bahwa mikroorganisme akan menyerang atau merusak tumbuhan sampai hilangnya sebagian  $O_2$  dan berkembangnya toksin yang akan merusak kehidupan mikroorganisme. Jika proses tersebut berjalan terus, maka akan dihasilkan gambut yang berwarna hitam. Jika proses tersebut tidak berjalan terus maka akan dihasilkan gambut yang mempunyai struktur seperti tumbuhan dan biasanya berwarna coklat yang mengandung sisa-sisa kayu dan material tumbuhan lainnya.

Mikroorganisme perombak bahan organik ini terdiri atas fungi dan bakteri. Pada kondisi aerob, mikroorganisme perombak bahan organik terdiri atas fungi, sedangkan pada kondisi anaerob sebagian besar perombak bahan organik adalah bakteri (Noor, 2004). Fungi berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik untuk semua jenis tanah. Fungi toleran pada kondisi tanah yang asam, yang membuatnya penting pada tanah-tanah hutan masam. Sisa-sisa pohon dihutan merupakan sumber bahan makanan yang berlimpah bagi fungi tertentu mempunyai peran dalam perombakan lignin (Foth, 1991).

Nitrogen (N) harus ditambat oleh mikroba dan diubah bentuknya menjadi tersedia bagi tanaman. Mikroba penambat N ada yang bersimbiosis dan ada pula yang hidup bebas. Mikroba penambat N simbiotik antara lain *Rhizobium* sp. Mikroba penambat N non-simbiotik misalnya *Azospirillum* sp dan *Azotobacter* sp Mikroba penambat N simbiotik hanya bisa digunakan untuk tanaman leguminose saja, sedangkan mikroba penambat N non-simbiotik dapat digunakan untuk semua jenis tanaman.

Mikroba tanah lain yang berperan di dalam penyediaan unsur hara adalah mikroba pelarut fosfat (P) dan kalium (K). Tanah pertanian umumnya memiliki kandungan P cukup tinggi (jenuh). Namun, unsur hara P ini sedikit/tidak tersedia bagi tanaman karena terikat pada mineral liat tanah. Disinilah peranan mikroba pelarut P, mikroba ini akan melepaskan ikatan P

dari mineral liat dan menyediakannya bagi tanaman. Banyak sekali mikroba yang mampu melarutkan P, antara lain *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Pseudomonas* sp, dan *Bacillus megatherium*. Mikroba yang berkemampuan tinggi melarutkan P, umumnya juga berkemampuan tinggi dalam melarutkan K (Isroi 2008).

Pengertian mikroorganisme dekomposisi bahan organik atau biodekomposer adalah mikroorganisme pengurai karbon dan nitrogen dari bahan organik (sisa-sisa organik dari jaringan tanaman dan hewan yang telah mati) yaitu bakteri, fungi dan aktinomisetes. Mikroorganisme perombak bahan organik memegang peranan penting dalam penguraian sisa organik yang telah mati. Pemanfaatan mikroorganisme perombak bahan organik yang sesuai dengan substrat bahan organik dan kondisi tanah merupakan alternatif yang efektif untuk mempercepat terjadinya dekomposisi bahan organik (Saraswati, 2008). Enzim yang terlibat dalam perombakan bahan organik antara lain  $\beta$ -glukosidase, lignin peroksidase, manganese peroksidase, lakase, dan versatile peroksidase dihasilkan oleh *Pleurotus eryngii*, *P. ostreatus*, dan *Bjerkandera adusta* (Lankinen, 2004).

Proses dekomposisi bahan organik di alam tidak dilakukan oleh satu mikroorganisme tetapi dilakukan oleh konsorsia mikroorganisme. Berikut adalah mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik.

Dekomposisi atau pengomposan yang dilakukan secara alami memerlukan waktu yang lama, yaitu mencapai waktu 3–4 bulan bahkan ada yang mencapai 6 bulan dan lebih. Proses pengomposan yang dibuat dengan penambahan aktivator pengurai bahan baku kompos akan mempercepat proses pembuatan kompos menjadi 2–4 minggu (Dardjat Kardin, 2007). Beberapa bahan aktivator yang dikenal dan beredar di pasaran (Bandung, 2005) antara lain: OrgaDec, Stardec, EM4, Harmony, dan Fix-up plus.

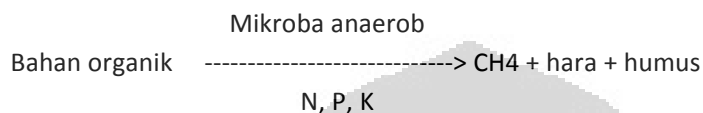
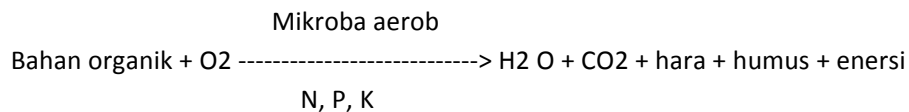
Tabel 2.11 Mikroorganisme Dekomposisi Bahan Organik

Bakteri	Fungi
<p>Mesofil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Pseudomonas spp</i></li> <li>• <i>Achromobacter spp</i></li> <li>• <i>Bacillus spp</i></li> <li>• <i>Flavobacterium spp</i></li> <li>• <i>Clostridium spp</i></li> <li>• <i>Streptomyces spp</i></li> </ul> <p>Termofil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bacillus spp</i></li> <li>• <i>Streptomyces spp</i></li> <li>• <i>Thermoactinomyces</i></li> <li>• <i>Thermus spp</i></li> <li>• <i>Thermonospora spp</i></li> <li>• <i>Microplasma spp</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Alternaria spp</i></li> <li>• <i>Cladosporium spp</i></li> <li>• <i>Aspergillus spp</i></li> <li>• <i>Mucor spp</i></li> <li>• <i>Humicola spp</i></li> <li>• <i>Penicillium spp</i></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aspergillus spp</i></li> <li>• <i>Mucor pussilus</i></li> <li>• <i>Chaetomium thermophile</i></li> <li>• <i>Humicola lanuginosa</i></li> <li>• <i>Absidia ramosa</i></li> <li>• <i>Sporotrichum thermophile</i></li> <li>• <i>Torula thermophile</i></li> <li>• <i>Thermoascus aereanticus</i></li> </ul>

(Sumber: Saraswati, 2008)

Mikroorganisme dekomposisi ini bekerja secara sinergis. Beberapa mikroorganisme menghasilkan enzim ekstraseluler selulolitik untuk merombak selulosa (endoglukanase, eksoglukanase, dan  $\beta$ -glukosidase) dan beberapa perombak lainnya menghasilkan enzim ekstraseluler lignolitik untuk memutus ikatan lignin (lignin peroksidase, lakase) (Husen, 2008). Menurut Eriksson et. al. (1989) umumnya kelompok fungi mempunyai aktivitas dekomposisi yang lebih tinggi dari bakteri dan aktinomisetes.

Proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme dapat terjadi melalui dua cara yaitu :



#### 2.5.6. Karakteristik lahan gambut

Fraksi organik dari tanah gambut mengandung senyawa : lignin, selulosa, hemiselulosa dan sedikit kandungan protein, lilin, tanin, resin, suberin. Serasah gambut ombrogen di daerah dingin sebagian besar mengandung selulosa, sedangkan tanah gambut dari dataran tinggi seperti Indonesia mengandung 2/3 lignin, selulosa/hemiselulosa hanya sekitar 1-10% dari berat kering total (Sumaryono, 2008).

Subba Rao (1982) memberikan gambaran yang lebih spesifik dari sifat kimia tanah gambut bahwa, tanah gambut dapat larut dalam air, bisa menggumpal dalam alkali, merupakan material kompleks, mempunyai kandungan asam amino, purin, pirimidin, molekul aromatik, asam uronat, gula amino, gula pentosa dan hexosa, gula alkohol, gula metil dan beberapa kemungkinan substansial yang belum diketahui. Fraksinasi dari tanah gambut yang dilakukan dilaporkan mengandung, humis, asam humat, asam fulvat dan asam himetomelanoat. Asam-asam ini di alam sangat resisten dan tak mudah didegradasi oleh mikroorganisme. Namun dalam kultur murni di Laboratorium, asam humat dapat didegradasi oleh beberapa jenis mikroba seperti: *Bacillus* spp, *Pseudomonas* spp, *Streptomyces* spp, *Aspergillus* spp, dan *Penicilium* spp.



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Kegiatan Penelitian

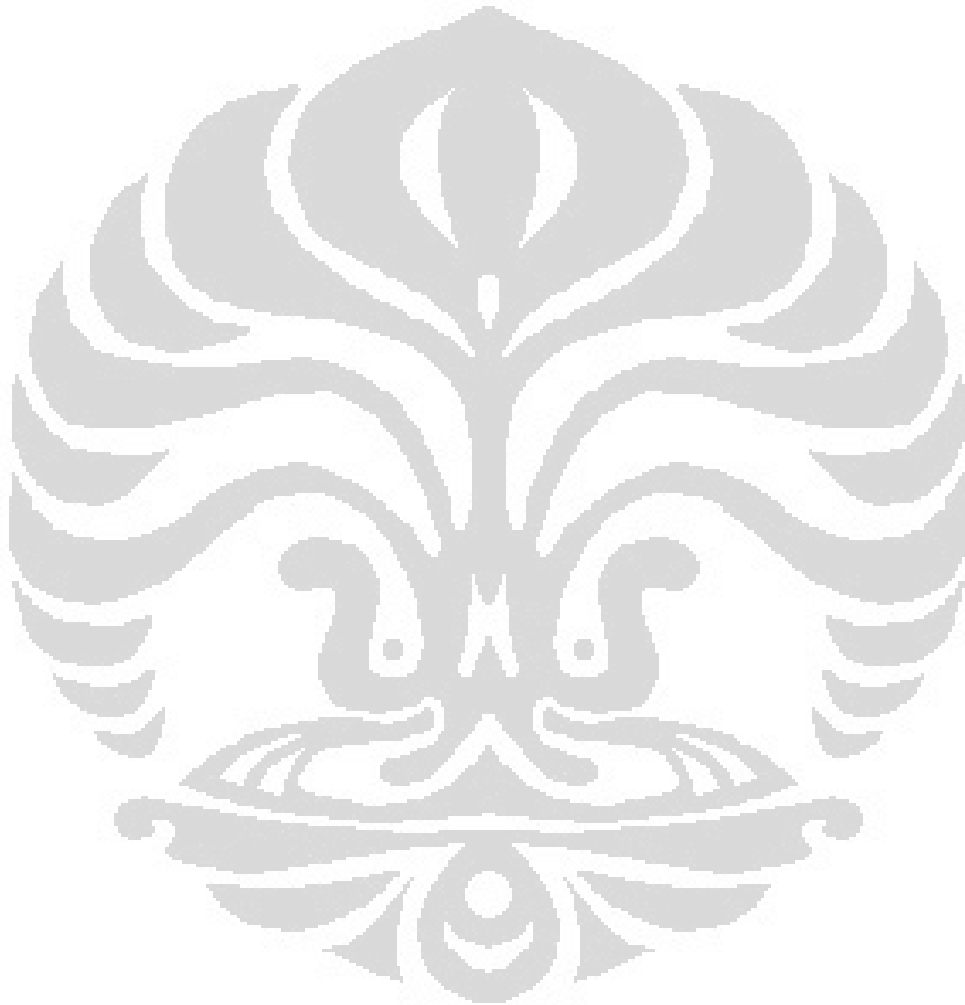
Kegiatan penelitian diawali dari kegiatan berupa penentuan lokasi sampel tanah gambut yang akan diuji. Lokasi sampel tanah gambut ditetapkan berasal dari Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Selanjutnya sampel tanah gambut yang tidak terganggu tersebut dibawa dari lokasi ke laboratorium dengan menggunakan mobil.

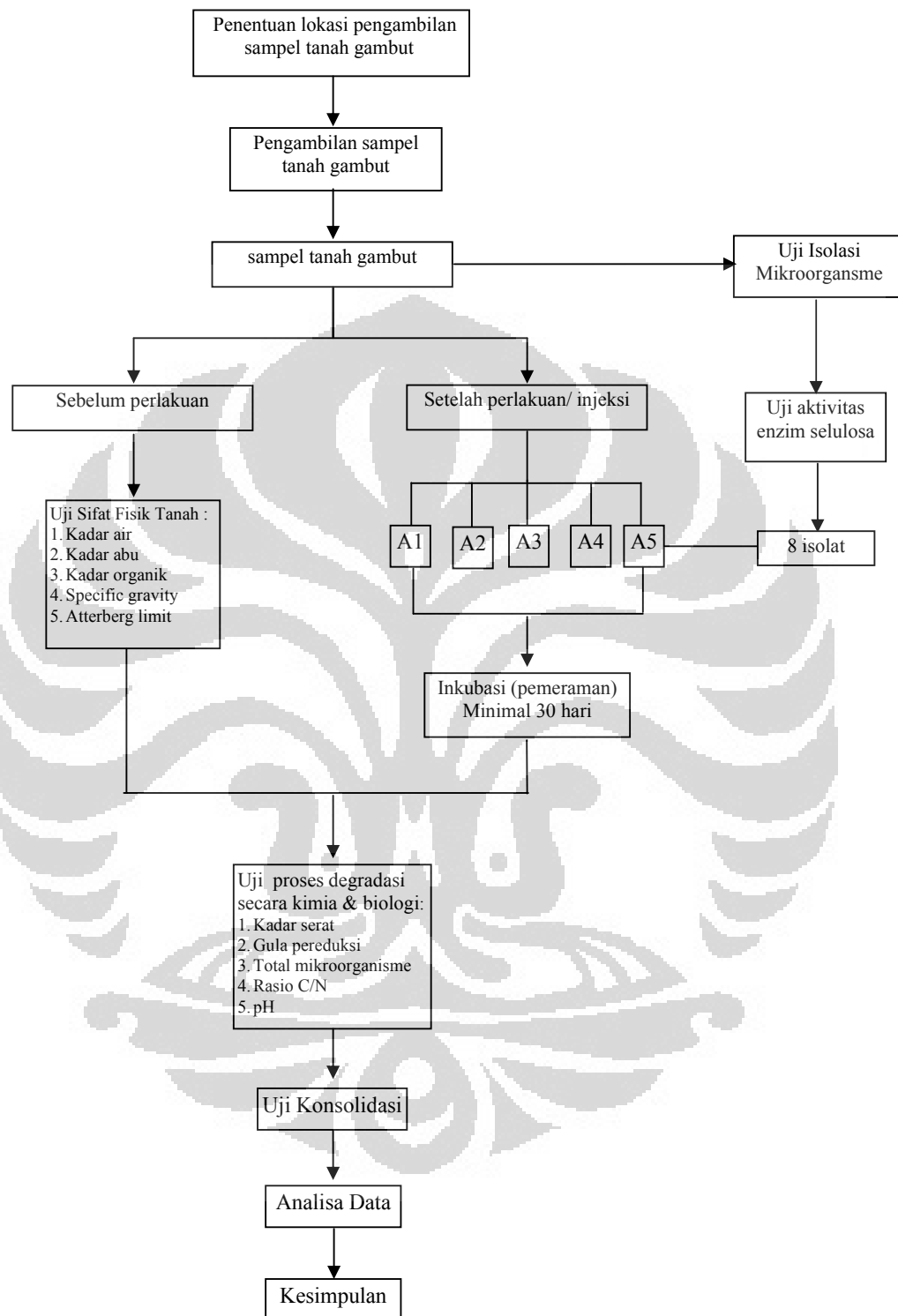
Uji sifat fisik dan mekanik dari sampel tanah gambut, dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Indonesia. Uji sifat fisik dan mekanik yang dilakukan adalah: uji kadar air, uji atterberg limit, uji berat spesifik (*specific gravity*), uji kadar abu, uji kadar serat, dan uji kadar organik. Sedangkan pengujian isolasi mikroorganisme pendegradasi serat selulosa dilakukan oleh kelompok peneliti di Laboratorium Mikrobiologi Industri, Bidang Biologi Sel dan Jaringan, Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong.

Setelah sampel tanah gambut diisolasi atau diambil mikroorganisme pendegradasi serat selulosa yang berasal dari sampel tersebut, maka dilakukan injeksi mikroorganisme yang didapatkan ke dalam sampel tanah gambut lagi, sebagai pembanding sampel tanah gambut diinjeksi juga dengan pupuk hayati EM4 dan P2000Z. Ada 5 variasi campuran yang dilakukan dalam menginjeksi sampel tanah gambut. Setelah diinjeksi sampel tanah gambut diperam atau difermentasi selama 14 hari, dilakukan pengulangan injeksi, dan diperam kembali selama minimal 14 hari. Jadi, total lamanya pemeraman adalah minimal 30 hari.

Pengujian konsolidasi dilakukan sebelum sampel tanah gambut diinjeksi mikroorganisme dan setelah sampel tanah gambut diperam 30 hari. Pengujian konsolidasi dilakukan dengan menggunakan 2 jenis oedometer, yaitu oedometer standar dan oedometer modifikasi. Selanjutnya hasil konsolidasi tersebut

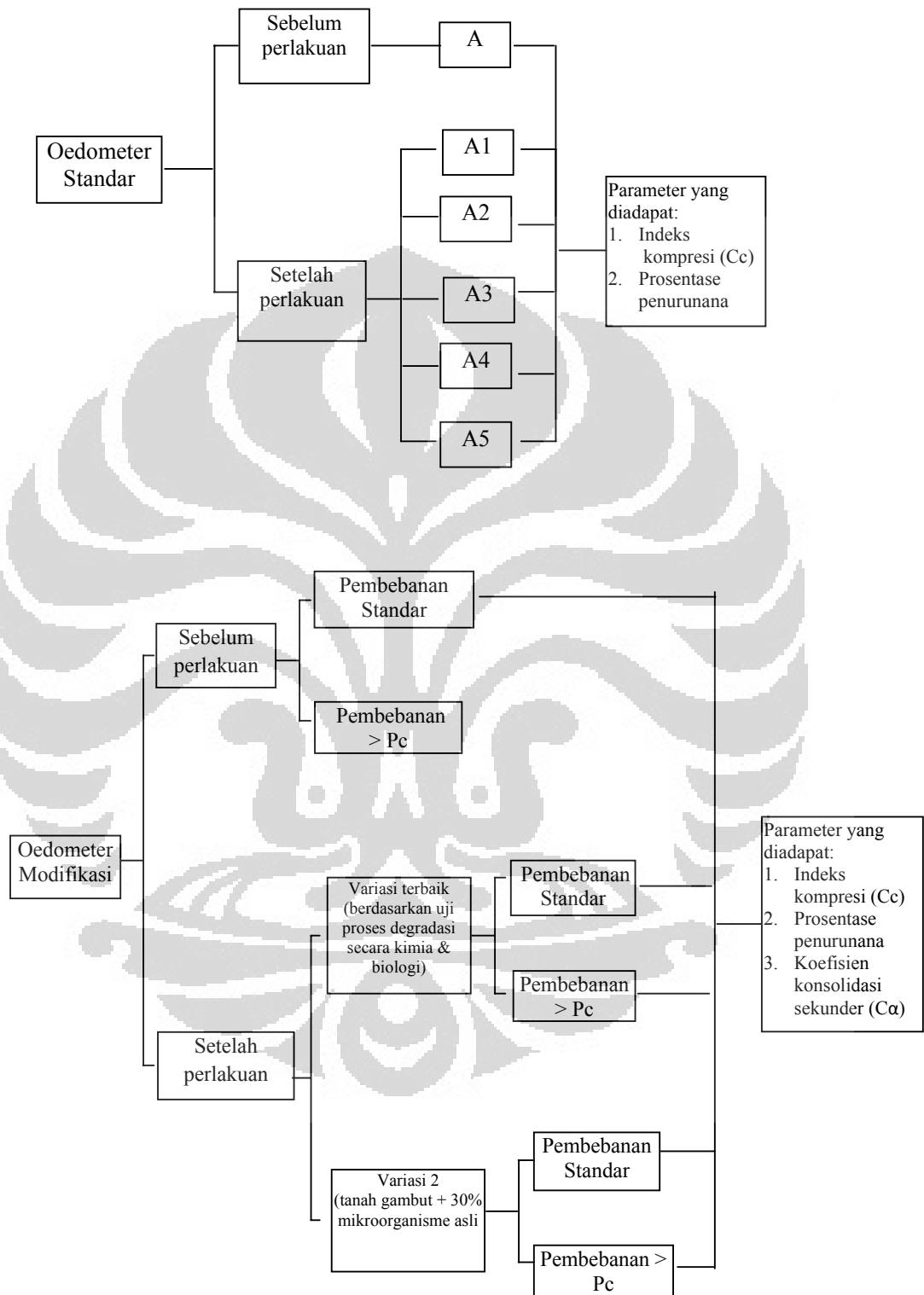
dibandingkan sehingga diketahui perilaku tanah gambut jika diberi mikroorganisme pendegradasi tanah gambut. Kegiatan pengujian ini disajikan dalam bentuk Bagan Alir Penelitian pada Gambar 3.1 dan Skema Pengujian Konsolidasi pada Gambar 3.2.





Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

Uji Konsolidasi :



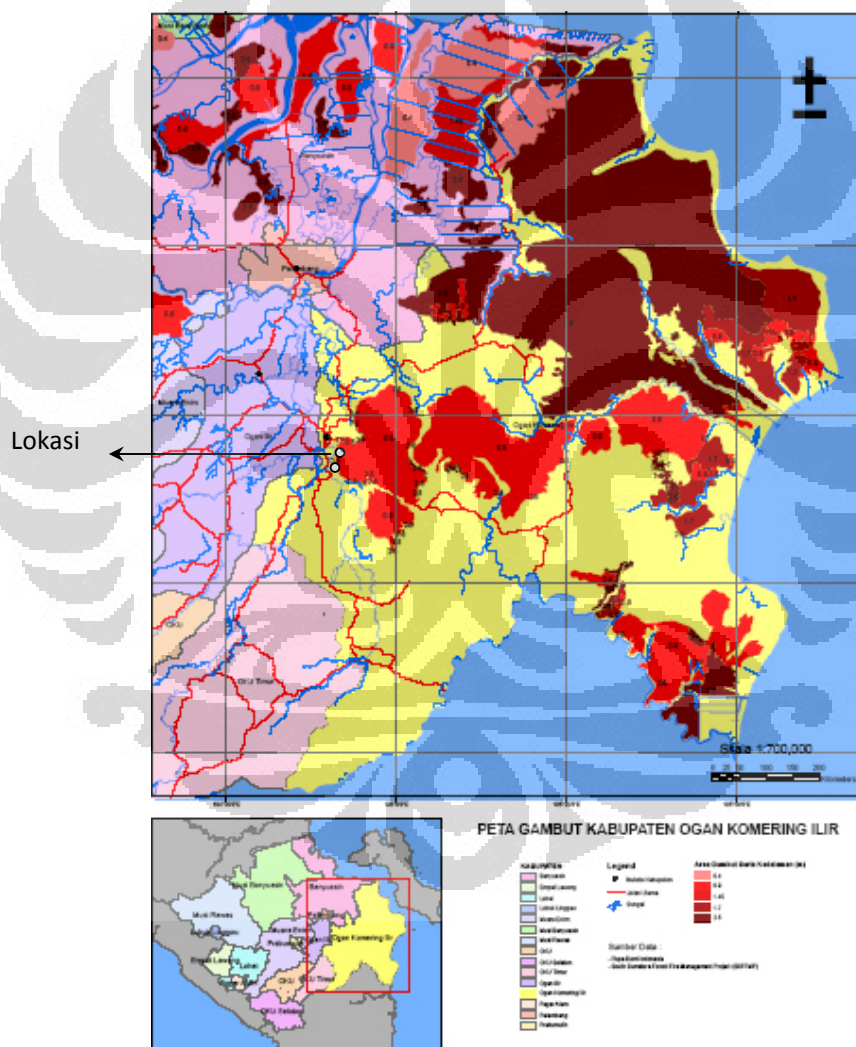
Gambar 3.2 Skema Pengujian Konsolidasi

### 3.2. Contoh Tanah Uji

Keakuratan data hasil pengujian laboratorium tergantung pada penentuan lokasi, prosedur pengambilan contoh tanah di lapangan, dan pembuatan contoh tanah di laboratorium.

#### 3.2.1. Lokasi Pengambilan Contoh Tanah

Lokasi pengambilan contoh tanah gambut yang diteliti di Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan.



Gambar 3.3. Lokasi Pengambilan Tanah Gambut  
(Sumber: South Sumatera Forest Fire Management Project SSSFMP)

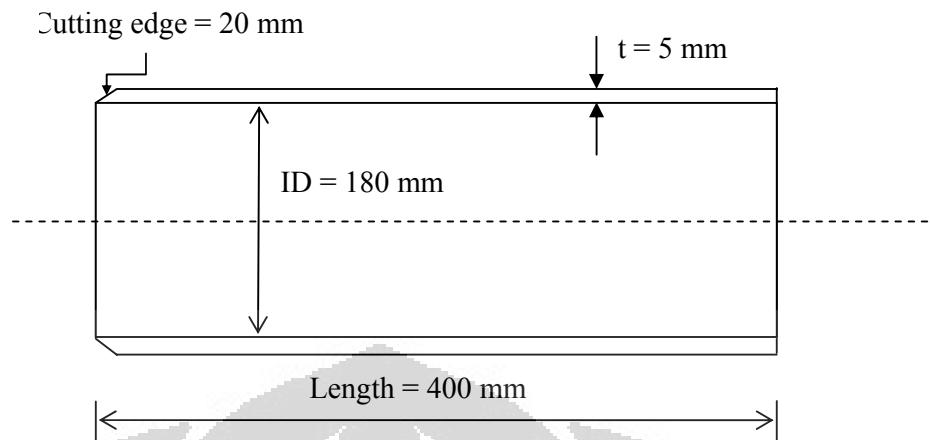
### 3.2.2. Prosedur Pengambilan Contoh Tanah

Ada dua jenis contoh tanah, yaitu contoh tanah yang terganggu (*disturbed sample*) dan contoh yang tidak terganggu (*undisturbed sampel*). Contoh tanah dikatakan terganggu apabila struktur tanah tersebut sebagian atau seluruhnya termodifikasi dan rusak. Contoh tanah tak terganggu adalah merupakan contoh tanah dimana struktur asli dan properties dari tanah masih tetap terjaga. Pada penelitian ini digunakan contoh tanah yang tidak terganggu.

Untuk mempertahankan kadar air asli dari tanah, contoh tanah dimasukkan ke dalam botol kaca (*glass jar*) yang kedap udara atau di dalam kantung-kantung plastik. Contoh tanah ini biasanya digunakan untuk analisa mekanik, perhitungan kadar air, uji sifat-sifat fisik, *compaction*, serta uji stabilisasi tanah.

Tabung yang digunakan untuk mengambil contoh tanah tidak terganggu pada penelitian ini mempunyai ukuran panjang 400 mm dan diameter 180 mm. Tahanan potong (*cutting resistance*) antara tanah dan tabung dapat menyebabkan efek penekanan yang luas sehingga akan mempengaruhi kadar air, permeabilitas, kompresibilitas dan kekuatan contoh tanah. Untuk mengurangi efek penekanan ini digunakan sudut potong (*cutting edge*) yang tajam dengan panjang 20 mm. Struktur dan dimensi tabung tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Pengambilan contoh tanah yang dilakukan di lapangan adalah dengan menekan tabung berdinding tipis ke dalam tanah dasar. Penekanan tabung tersebut dilakukan secara bertahap. Setelah ujung tabung masuk, sebagian tanah disekitar tabung disingkirkan. Pekerjaan tersebut dilakukan sampai tabung yang telah terisi contoh tanah diangkat ke permukaan. Kedua ujung tabung kemudian disegel dengan menuangkan lilin cair, untuk menjaga agar kadar air contoh tanah yang diambil tidak terganggu. Selanjutnya seluruh tabung yang berisi contoh tanah dimasukkan ke dalam karung yang berlapis agar struktur tanah tidak berubah selama transportasi.



Gambar 3.4. Tabung Pengambilan Contoh Tanah

### 3.3. Bahan-Bahan Yang Digunakan

#### 3.3.1. Tanah gambut dan Air Gambut

Tanah gambut yang digunakan berasal dari Jalan Sepucuk, Kelurahan Kedaton, Kecamatan Kota Kayuagung, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan.

Air gambut digunakan untuk mencampur tanah gambut asli pada percobaan batas cair (*liquid limit*) dan percobaan *specific gravity*. Karena air gambut ini akan mempercepat meratanya pencampuran. Air gambut juga diperlukan untuk menyiram sampel tanah yang sudah diinjeksi mikroorganisme agar kondisi sampel tanah selalu lembab sehingga mikroorganisme yang ada dapat berkembang biak dengan baik.

#### 3.3.2. Mikroorganisme

Mikroorganisme yang digunakan adalah mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut itu sendiri. Setelah melalui proses isolasi akan diketahui mikroorganisme pendegradasi yang terdapat pada tanah gambut tersebut. Mikroorganisme yang telah diisolasi tersebut kemudian dikembangbiakan untuk ditambahkan ke dalam sampel tanah gambut yang akan diuji disertai dengan nutrisi yang diperlukan untuk perkembangbiakan mikroorganisme tersebut. Selanjutnya dilakukan pemeraman minimal satu bulan untuk memberi waktu mikroorganisme

**Universitas Indonesia**

berkembangbiak sebelum dilakukan pengujian konsolidasi. Dilakukan pengulangan penginjeksian mikroorganisme ke dalam sampel tanah gambut setelah waktu dua minggu (14 hari).

### 3.3.3. Pupuk Hayati

Pupuk hayati digunakan sebagai pembanding dengan mikroorganisme yang berasal dari sampel tanah gambut asli. Pupuk hayati yang digunakan pada penelitian ini adalah pupuk EM4 dan P2000Z.

EM4 merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan untuk proses dekomposisi. EM4 merupakan larutan senyawa organik yang berisi kultur campuran mikroorganisme yang menguntungkan seperti ragi  $7 \times 10^2$  populasi  $\text{ml}^{-1}$ , *Lactobacillus* sp.  $55 \times 10^3$  populasi  $\text{ml}^{-1}$ , bakteri pelarut fosfat  $8 \times 10^4$  populasi  $\text{ml}^{-1}$ , dan *Azospirillum* sp.  $15 \times 10^2$  populasi  $\text{ml}^{-1}$ , di samping unsur hara makro dan mikro seperti N, P, K, S, Mo, Fe, Mn, dan B yang dapat memperbaiki sifat kimia tanah sehingga dapat meningkatkan kegiatan mikroorganisme (PT. Hayati Lestari Indonesia, 1998).

Menurut Higa (1994), peran dan fungsi mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 adalah sebagai berikut: ragi menghasilkan berbagai enzim dan hormon sebagai senyawa bioaktif untuk pertumbuhan tanaman, *Lactobacillus* sp. berperan meningkatkan dekomposisi atau pemecahan bahan organik seperti lignin dan selulosa dan menghasilkan asam laktat, bakteri pelarut fosfat dapat melarutkan zat-zat anorganik (P, Ca, Mg, dan lainnya) dan zat-zat/senyawa-senyawa organik (gula, asam amino, alkohol, asam organik), dan *Azospirillum* sp. dapat mengikat nitrogen udara.

Pupuk Hayati Bio P2000Z adalah pupuk hayati cair, hasil dari teknologi bio perforasi dibuat dari sekumpulan bakteri yang dapat bekerja sama dengan tanaman dalam penyerapan unsur hara. Di dalam pupuk tersebut disertakan pula nutrisi dan unsur hara yang mampu menjadi katalisator dan pemicu pertumbuhan mikroorganisme maupun tanaman sehingga kinerja mikroorganisme lebih optimal.



Komposisi pupuk hayati Bio P2000Z hasil teknologi Bio Perforasi berisikan sekumpulan mikroorganisme unggul yang terdiri dari dekomposer (Hetrotrof, Putrefaksi), pelarut mineral dan fosfat, fiksasi nitrogen, Autotrof (fotosintesis) dan mikroba fermentasi serta mikroba penghubung (seperti Mycorrhiza) yang bekerja bersinergi dan nutrisi bahan organik sederhana, seperti senyawa protein/peptida, karbohidrat, lipida, vitamin, senyawa sekunder, enzim dan hormon; serta unsur hara makro: N, P, K, S, Ca, dan lainnya berkombinasi dengan hara mikro: seperti Mg, Si, Fe, Mn, Zn, Mn, Mo, Cl, B, Cu, yang semua unsur yang disebut di atas diproses melalui cara fermentasi (PT. Alam Lestari Maju Indonesia, 2010)

### **3.4. Pengujian Di Laboratorium**

#### **3.4.1. Isolasi Mikroorganisme Pada Tanah Gambut**

Untuk menentukan jenis mikroorganisme dilakukan isolasi atau pengambilan mikroorganisme pendekomposisi serat-serat selulosa dari tanah gambut Ogan Komerling Ilir, Sumatera Selatan. Pengujian ini dilakukan oleh kelompok peneliti di Laboratorium Mikrobiologi Industri, Bidang Biologi Sel dan Jaringan, Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong.

##### **3.4.1.1 Bahan dan alat**

Bahan yang digunakan adalah

- a) tanah gambut Ogan Komerling Ilir, Sumatera Selatan
- b) medium CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)
- c) *congo red* 0,1%
- d) alkohol 70%
- e) akuades
- f) Reagen DNS terdiri dari (g/L) :
  - 1) 10 g NaOH,
  - 2) 18,2 g KNa Tartrat,
  - 3) 10 g DNS ditambahkan secara bertahap sambil diaduk ke dalam larutan 2-phenol,

4) 0,5 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kemudian ditambah akuades sampai volume 1000 ml. Alat yang digunakan adalah seperangkat alat isolasi mikroorganisme standar yang ada di laboratorium

#### 3.4.1.2. Cara Kerja :

##### a) Isolasi dan purifikasi mikroorganisme selulolitik

Metode yang digunakan untuk isolasi mikroorganisme adalah: metode isolasi langsung. Mikroorganisme yang mempunyai kemampuan pendegradasi serat selulosa atau disebut bersifat selulolitik diisolasi dengan menggunakan teknik cawan tuang (*pourplate*) dengan seri pengenceran atau dilusi.

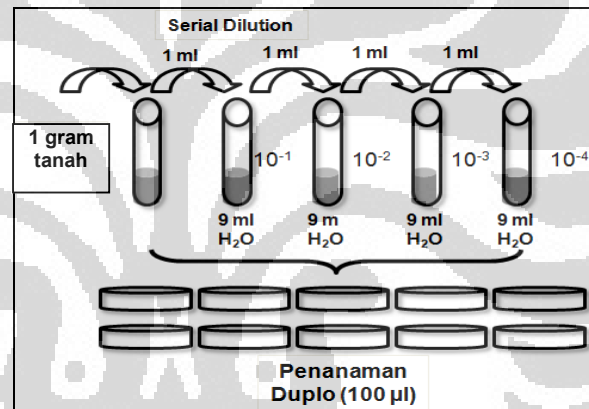
- 1) Sebanyak 1 gram sampel tanah gambut diambil dari tiap lapisan tanah gambut yaitu lapisan atas, tengah dan bawah di tiap lokasi
- 2) Lalu, dimasukkan ke dalam akuades steril 9 mL dan divorteks/diratakan untuk kemudian dilakukan pengenceran berseri (*serial dilution*) hingga 10<sup>-4</sup>.
- 3) Dari setiap dilusi tersebut diambil 100 µL pada cawan petri lalu dituang dalam medium CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) padat/agar
- 4) Selanjutnya, diinkubasi selama 3-4 hari dalam inkubator bersuhu 30°C.
- 5) Koloni tunggal mikroorganisme yang tumbuh kemudian digoreskan kembali ke medium CMC padat yang baru dan diulangi 2 kali sampai didapatkan isolat yang murni (kultur murni)
- 6) Setelah itu dilakukan uji awal aktivitas enzim selulase dengan pewarnaan *Congo Red* 0,1% yaitu dengan cara isolat yang tumbuh pada media CMC padat disiram dengan larutan *Congo Red* 0,1% lalu dibiarkan selama 30 menit.
- 7) Kemudian, dilakukan pembilasan menggunakan NaCl 2%.

- 8) Diamati zona bening yang muncul disekitar koloni mikroorganisme untuk melihat kemampuan mendekomposisi CMC dan dihitung Indeks Selulolitik (IS) tiap isolat.
- 9) Zona bening yang muncul sebagai indikator adanya aktivitas enzim selulase.

Penghitungan IS menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Indeks Selulolitik (IS)} = \frac{\text{diameter total} - \text{diameter koloni}}{\text{diameter koloni}}$$

- 10) Setelah dilakukan pemilihan isolat yang mampu memberikan zona bening lalu isolat tersebut dipelihara untuk digunakan pada penelitian selanjutnya



Gambar 3.5 Metode Isolasi Langsung (Sumber Gambar: Lisdiyanti dkk, 2009)

- b) Uji aktivitas enzim selulase menggunakan analisis gula reduksi dengan metode DNS

Analisis gula reduksi dilakukan untuk mengetahui aktivitas selulolitik dari mikroorganisme dengan cara menghitung berapa jumlah gula/substrat yang berkurang atau mengalami reduksi setelah mikroorganisme ditumbuhkan atau dikembangbiakan.

- 1) Mikroorganisme dikultur atau dikembangbiakkan pada medium CMC cair. Setelah 3 hari inkubasi, supernatan (bagian cairan dari kultur setelah disentrifugasi) diambil.

- 2) Supernatan dimasukkan dalam tabung reaksi dan diencerkan dengan aquades sesuai kebutuhan.
- 3) Satu mililiter supernatan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambah dengan 3 ml larutan DNS dan 1 ml akuades.
- 4) Larutan tersebut dihomogenisasi dengan vortex sampai merata.
- 5) Kemudian dipanaskan pada suhu 100°C dengan penangas air selama 15 menit. Selama pemanasan akan terjadi perubahan warna menjadi kecoklatan yang menunjukkan adanya kandungan gula reduksi.
- 6) Larutan didinginkan dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 575 nm.
- 7) Kadar gula reduksi sampel diukur berdasarkan kurva standar absorbansi glukosa. Larutan glukosa standar yang digunakan adalah glukosa dengan kadar tertentu.

Tabel 3.1 Pembuatan Larutan Glukosa Standar Pada Berbagai Konsentrasi.

No. Tabung	1	2	3	4	5	6
Larutan glukosa (0,1 g/100ml)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Akuades (ml)	0	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Konsentrasi (%)	0	0,002	0,04	0,06	0,08	0,1

#### 3.4.2. Pencampuran Mikroorganismen dengan Tanah Gambut

- a) Sebelum sampel tanah gambut ditambahkan dengan mikroorganismen pendegradasi serat selulosa, dilakukan beberapa pengujian yang berguna untuk menentukan variasi campuran mikroorganismen yang terbaik sebagai pendegradasi serat yang terdapat di tanah gambut. Pengujian tersebut antara lain uji kadar serat, uji rasio C/N, uji gula pereduksi, penghitungan total mikroorganismen, pengukuran pH tanah.
- b) Mikroorganismen yang telah diisolasi dan dikembangbiakkan di LIPI, ditambahkan makanan/nutrisi mikroorganismen tersebut kemudian diinjeksikan ke dalam sampel tanah gambut dalam bentuk cairan. Sebagai pembanding digunakan mikroorganismen yang berasal dari

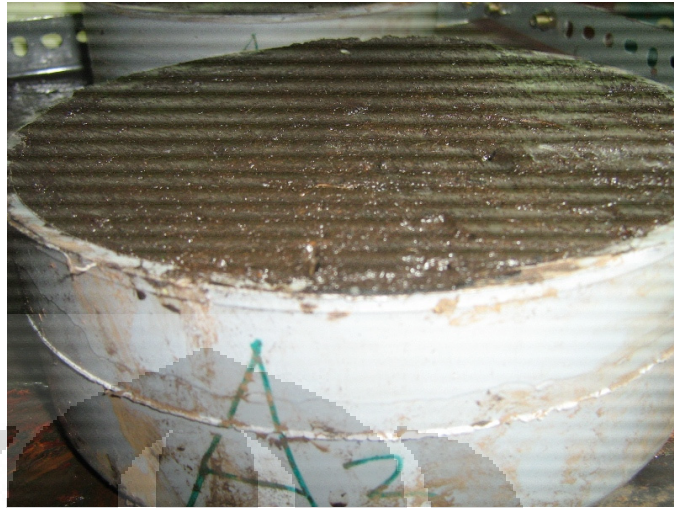
**Universitas Indonesia**

pupuk hayati EM4 dan P2000z. Cara menginjeksi mikroorganism ke dalam sampel tanah gambut adalah sebagai berikut :

- 1) Tabung yang berisi sampel tanah gambut dibuka segelnya (tabung disegel dengan lilin untuk menjaga kondisi tanah seperti pada waktu pengambilan di lapangan)
- 2) Tanah dikeluarkan dari tabung dengan menggunakan alat ekstruder, dilakukan secara perlahan-lahan.
- 3) Tanah gambut diletakkan di dalam cetakan/cawan yang terbuat dari penutup pipa pvc. Ada dua ukuran cawan yang disiapkan untuk sampel tanah gambut yang akan diberi mikroorganism. Cawan pertama digunakan untuk sampel tanah gambut yang dilakukan percobaan konsolidasi oedometer standar, yaitu berukuran diameter 8,82 cm dan tinggi 3.26 cm. Cawan yang kedua digunakan untuk sampel tanah gambut yang dilakukan percobaan konsolidasi dengan diameter besar, dengan ukuran cawan adalah diameter 16,51 cm dan tinggi 6,20 cm.



Gambar 3.6 Cawan untuk Sampel Tanah Gambut yang Berukuran Diameter 8,82 Cm Dan Tinggi 3.26 Cm.



Gambar 3.7 Cawan untuk Sampel Tanah Gambut yang Berukuran Diameter 16,51 Cm Dan Tinggi 6,20 cm.

- 4) Bahan-bahan untuk injeksi dipersiapkan, yaitu: mikroorganisme asli gambut, pupuk hayati EM4 dan pupuk hayati P2000Z. Adapun pemberian pupuk hayati EM4 dengan konsentrasi pupuk EM4 : air = 1 : 100 dan untuk pupuk hayati P2000Z konsentrasinya P2000Z : super Z : air = 1 : 1 : 7



Gambar 3.8 Bahan-Bahan untuk Injeksi Gambut

- 5) Setelah tanah gambut diletakkan di dalam masing-masing cawan yang telah disediakan dan bahan-bahan injeksi telah siap, selanjutnya dilakukan injeksi mikroorganisme dengan 5 variasi

untuk sampel tanah lokasi A dan 5 variasi untuk sampel tanah lokasi B.



Gambar 3.9 Injeksi Sampel Tanah Gambut dengan Mikroorganisme atau Pupuk Hayati

- 6) Agar pemberian mikroorganisme tersebar merata maka dilakukan injeksi pada 9 titik dengan kedalaman injeksi bervariasi. Untuk memudahkan penginjeksian, di atas cawan sampel tanah gambut di letakkan kertas yang telah diberi tanda lokasi 9 titik injeksi, selain itu kertas tersebut berguna agar jarum suntik yang digunakan untuk menginjeksi mikroorganisme dapat berdiri tegak lurus di atas sampel tanah yang berada di dalam cawan.



Gambar 3.10 Kertas yang Telah Diberi Tanda Lokasi 9 Titik Injeksi

- c) Ada 5 variasi pemberian mikroorganisme ke dalam tabung sampel tanah gambut, yaitu:
- 1) Tanah gambut + mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut sebanyak 15% dari volume sampel tanah gambut
  - 2) Tanah gambut + mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut sebanyak 30% dari volume sampel tanah gambut
  - 3) Tanah gambut + mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut sebanyak 5% + pupuk hayati hayati 1 (EM4) sebanyak 5% + pupuk hayati hayati 2 (P2000z) sebanyak 5% dari volume sampel tanah gambut
  - 4) Tanah gambut + mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut sebanyak 10% + pupuk hayati 1 (EM4) sebanyak 10% + pupuk hayati 2 (P2000z) sebanyak 10% dari volume sampel tanah gambut
  - 5) Tanah gambut + pupuk hayati 1 (EM4) sebanyak 15% + pupuk hayati 2 (P 2000 Z) sebanyak 15% dari volume sampel tanah gambut
- d) Cawan-cawan yang berisi sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme diletakkan/ ditata di atas rak dan dijaga kondisi agar sampel tanah tidak kering. Setiap hari diperiksa dan disiram dengan air gambut agar kondisinya lembab serta mendekati kondisi tanah gambut di lapangan. Menurut Thaiutsa et. al., (1979), pada tingkat suhu tanah sedang ( $30^{\circ}\text{C}$ ) dan kelembaban tanah antara 60–80% laju dekomposisi bahan organik mencapai tingkat tertinggi. Namun pada penelitian ini suhu disesuaikan dengan suhu ruang lab mekanika tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Indonesia ( $\pm 32^{\circ}\text{C}$ ), hanya kelembaban sampel dijaga dengan cara ditambahkan air gambut setiap hari. Penyiraman air gambut yang dilakukan tidak ditentukan ukurannya, diberikan secukupnya hanya untuk menjaga kondisi sampel tanah gambut yang akan diuji tidak kering.



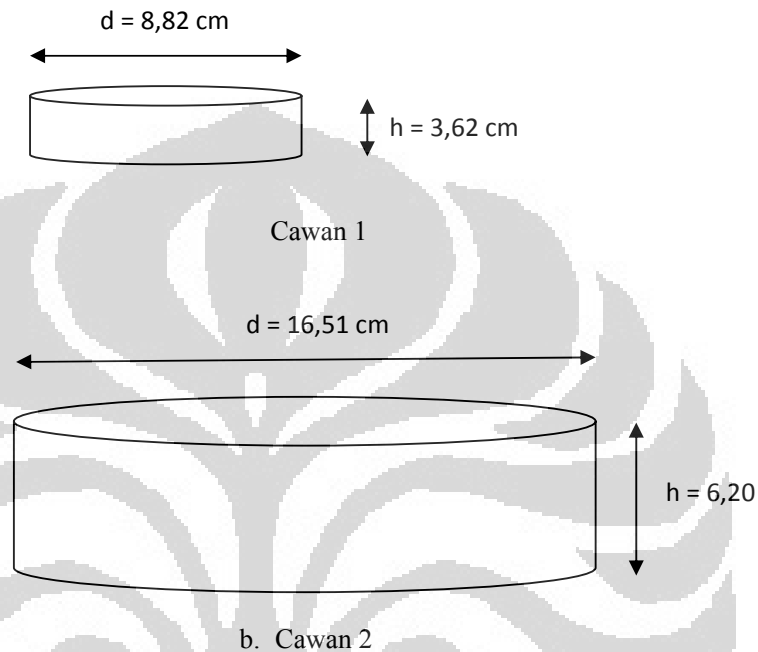


Gambar 3.11 Sampel Tanah Gambut yang Telah Diinjeksi  
Disusun di Atas Rak Besi

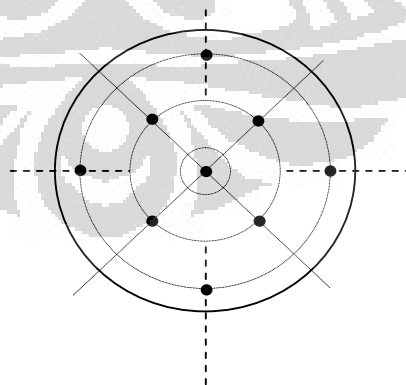
- e) Cawan–cawan yang berisi sampel tanah gambut tersebut di peram selama minimal 1 bulan agar mikroorganismenya berkembang di dalam sampel dan terjadi proses degradasi tanah gambut oleh mikroorganismenya tersebut.
- f) Setelah dua minggu (14 hari) pemeraman, dilakukan penambahan mikroorganismenya atau pupuk EM4 dan pupuk P2000Z, dengan konsentrasi yang sama seperti 5 variasi di atas. Dengan asumsi jika media berkembangbiaknya tidak cocok mikroorganismenya hanya dapat bertahan selama 2 minggu sehingga perlu diberikan mikroorganismenya kembali agar proses degradasi pada sampel tanah gambut terus berjalan.
- g) Setelah sampel tanah gambut di peram selama minimal 1 bulan, dilakukan kembali uji proses degradasi secara kimia dan biologi pada masing-masing campuran. Pengujian yang dilakukan antara lain uji kadar serat, uji rasio karbon dan nitrogen, uji gula pereduksi, penghitungan total mikroorganismenya, dan pengukuran pH tanah. Tingkat degradasi yang terbaik dari enam variasi campuran didapat

dengan membandingkan hasil pengujian yang dilakukan sebelum dan sesudah sampel tanah ditambah mikroorganisme dan pupuk hayati.

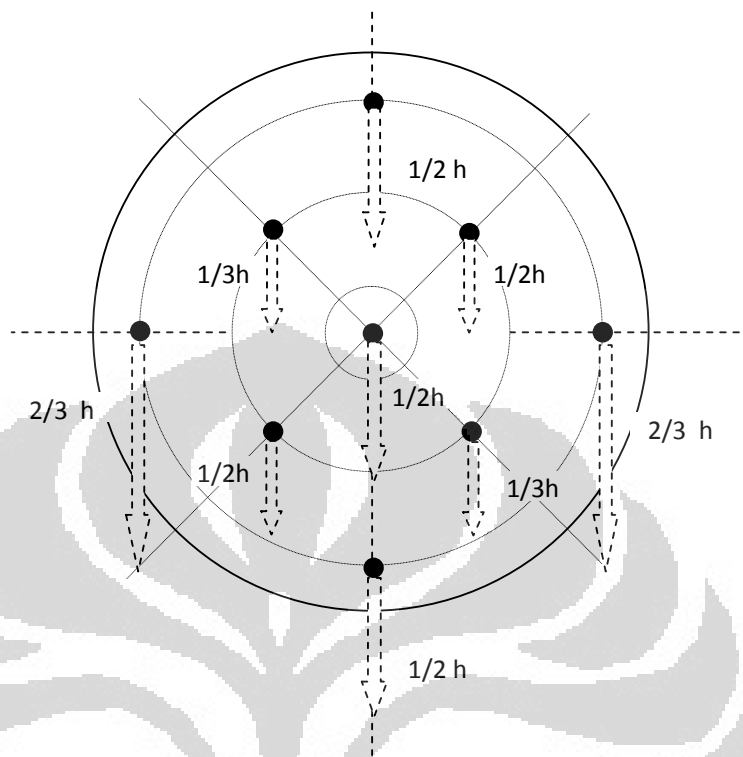
- h) Setelah sampel tanah gambut di peram selama minimal 1 bulan, sampel tanah siap dilakukan pengujian konsolidasi.



Gambar 3.12 Gambar Cawan yang Digunakan untuk Menempatkan Sampel Tanah Gambut yang Diinjeksi Mikroorganisme untuk Persiapan Percobaan Konsolidasi



Gambar 3.13 Gambar Pola Pemberian/Injeksi Mikrobiologi/ Pupuk Hayati ke dalam Cawan yang Berisi Sampel Tanah Gambut (Tampak Atas)



Gambar 3.14 Gambar Variasi Kedalaman Injeksi Mikrobiologi/Pupuk Hayati ke dalam Cawan yang Berisi Sampel Tanah Gambut

### 3.4.3. Uji Proses Degradasi Secara Kimia dan Biologi

Uji proses degradasi dilakukan untuk mengetahui tingkat degradasi yang terjadi pada sampel tanah yang diinjeksi mikroorganisme secara kimia dan biologi. Pengujian dilakukan sebelum sampel tanah gambut diinjeksi mikroorganisme dan sesudah sampel tanah gambut diinjeksi mikroorganisme. Pengujian yang dilakukan antara lain uji kadar serat, uji rasio C/N, uji gula pereduksi, penghitungan total mikroorganisme, dan pengukuran pH tanah. Pengujian tersebut dilakukan untuk semua variasi campuran.

Untuk menentukan variasi campuran terbaik maka dilakukan pembobotan dengan skala 1-5 antara sampel tanah sebelum diinjeksi dengan sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme. Dimana skala 5 adalah variasi campuran mikroorganisme pada sampel tanah gambut yang paling baik perubahannya. Sebaliknya skala 1 diberikan

**Universitas Indonesia**

untuk variasi campuran mikroorganisme pada sampel tanah gambut yang paling tidak baik perubahannya. Namun khusus untuk pengukuran pH tanah tidak diberi pembobotan hanya untuk melihat perubahan pH antara sampel tanah gambut sebelum dan sesudah diinjeksi mikroorganisme. Karena pupuk hayati EM4 memiliki fungsi untuk menetralkan pH sedangkan pada mikroorganisme asli yang berasal dari tanah gambut, proses peningkatan pH adalah karena aktivitas mikroorganisme dalam proses degradasi tanah gambut. Sehingga pada penelitian ini uji pH dilakukan hanya untuk melihat bahwa proses degradasi pada tanah gambut berjalan.

Uji SEM (*Scanning Elektron Microscope*) dilakukan untuk mengetahui mikroskopik sampel tanah gambut baik yang belum diinjeksi mikroorganisme maupun yang telah diinjeksi mikroorganisme. Namun uji SEM hanya dilakukan pada sampel tanah gambut yang dilakukan pengujian konsolidasi dengan menggunakan oedometer modifikasi, tidak semua variasi campuran dilakukan uji SEM. Uji SEM dilakukan pada sampel tanah sebelum diinjeksi mikroorganisme, sampel tanah yang telah diinjeksi mikroorganisme dengan variasi campuran terbaik berdasarkan uji proses degradasi secara kimia dan biologi, serta untuk sampel tanah yang telah diinjeksi mikroorganisme dengan variasi campuran 2 (Tanah gambut + mikroorganisme asli sampel tanah gambut sebanyak 30% dari volume sampel tanah).

#### 3.4.3.1. Uji Kadar Serat

Metode pengujian kadar serat berdasarkan ASTM D1997-91. Pengertian serat pada metode ini adalah suatu fragmen atau bagian jaringan tumbuhan yang menahan susunan sel-sel yang mudah dikenal serta tertahan pada saringan No. 100 (150  $\mu$ m) dalam jumlah besar. Bahan tumbuhan dengan ukuran terkecil lebih besar dari 20  $\mu$ m tidak dianggap sebagai serat.

Peralatan yang digunakan dalam metode ini adalah oven yang dapat diatur dengan temperatur konstan pada suhu  $(105 \pm 5)^\circ \text{C}$ , saringan standar

ASTM No. 100, timbangan, alat pengaduk laboratorium standar, gelas ukur, corong besar, tangki atau panci, dan kertas saring.

Penyiapan bahan pereaksi terdiri dari larutan hexametaphosphat dengan konsentrasi 5%, dan larutan hydrochloric acid (HCl) dengan konsentrasi 2%. Prosedur pengujian dilakukan dengan mengikuti langkah berikut:

- a) memilih contoh gambut basah yang mewakili, kemudian hitung kadar airnya dan ambil 100 gram sebagai benda uji;
- b) Siapkan benda uji pada gelas ukur tambahkan bahan kimia, biarkan selama 15 jam dan aduk secara merata dengan kecepatan tertentu;
- c) Tuangkan benda uji ke dalam saringan No. 100, kemudian benda yang tersaring (tidak lolos) dicuci dengan menggunakan air kran sampai air yang lolos saringan tampak jernih;
- d) Letakkan saringan berikut serat gambut ke dalam wadah yang berisi larutan HCl selama 10 menit kemudian cuci dengan air sampai serat tersebut terbebas dari HCl;
- e) Keluarkan butir-butir mineral yang besar dari saringan, balikkan saringan pada corong besar yang diberi kertas saring, alirkan air melalui corong, keluarkan kertas saringan yang berisi serat-serat gambut dan keringkan dengan oven hingga beratnya konstan.
- f) Catat berat contoh tanah kering, setelah dikurangi berat kertas menjadi berat serat.

#### 3.4.3.2. Uji Rasio C/N

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang bermuatan negatif dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  dan positif dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$ . Selain sangat mutlak dibutuhkan, nitrogen dapat dengan mudah hilang atau menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Ketidaktersediaan nitrogen dari dalam tanah dapat melalui proses pencucian (leaching)  $\text{NO}_3^-$ , denitrifikasi  $\text{NO}_3^-$  menjadi  $\text{N}_2$ , volatilisasi  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NH}_3$  (Muhklis & Fauzi, 2003).

Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 30/1 hingga 40/1. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Pada rasio C/N di antara 30 sampai dengan 40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat (Simamora & Salundik, 2008).

Rasio C/N adalah salah satu parameter penting untuk mengetahui kualitas kompos. Rasio ini digunakan untuk mengetahui apakah kompos atau bahan organik sudah cukup 'matang' atau belum. Rasio C/N ini juga diatur di dalam SNI ataupun Keputusan Menteri Pertanian tentang kualitas kompos. Di dalam SNI rasio C/N kompos yang diijinkan adalah 10 – 20, sedangkan di dalam Keputusan Menteri Pertanian rasio C/N kompos yang diijinkan berkisar antara 20. Menurut Dipo Yuwono (2006), bahwa kualitas kompos yang baik dari bahan sampah segar apabila menunjukkan rasio C/N sebesar 25/1 sampai dengan 30/1. Nilai rasio C/N didapatkan dengan cara sebagai berikut:

- a) Penetapan Kadar Nitrogen Dengan Metode Kjeldahl
- Prinsip penetapan N pada tanah dapat dilakukan dalam destroat yang dilakukan dengan menggunakan Kjeldhal. N dalam larutan didesilasi dengan alat desilator, kemudian diubah menjadi  $\text{NH}_4$  melalui pendinginan dan diikat dengan asam borak. Besarnya N yang diikat oleh asam borak dititrasi dengan asam sulfat

Alat- alat:

1. Timbangan analitik/digital
2. Labu Kjeldhal
3. Destilator
4. Labu destruksi (atau labu volumetrik 50 ml)
5. Digestion block (atau hot plat Gelas ukur)
6. Baker glass
7. Pipet 10 ml

8. Erlenmeyer 125 ml

Bahan pereaksi:

1. Asam sulfat pekat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 96%)

2. Asam borat 1 %

3. Dilarutkan 10 gram H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> dalam 1 liter H<sub>2</sub>O.

4. Natrium hidroksida 25 %

Dilarutkan 250 g NaOH dalam gelas piala dengan air murni (H<sub>2</sub>O) 600 ml. Setelah dingin diencerkan menjadi 1 liter dalam labu takar.

5. Indikator Conway

Dilarutkan 0.100 g Metilen merah dan 0.150 Bromecressol green (BCG) dalam 200 ml Etanol 96%

6. Asam sulfat 0.05 N.

Diencerkan 1.4 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dengan H<sub>2</sub>O hingga menjadi 1 L, kemudian ditetapkan kenormalannya dengan boraks

Cara kerja:

1. Dipipet 10 ml cairan destruksi (destruat) dari larutan stock A dan dipindahkan ke dalam kjeldhal 100 ml, kemudian ditambahkan 20 ml aquadest.
2. Ditambahkan 50 ml NaOH 25 % dan segera dipasang pada alat penyulingan (destilator unit)
3. Disiapkan 25 ml H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 1 % beserta indikator Conway (4 tetes) dalam Erlenmeyer 125 ml untuk menampung hasil destilasi.
4. Destilasi dilakukan selama lebih kurang 10 menit sejak tetesan pertama jatuh (hasil destilasi menjadi sekitar 75 ml).
5. Hasil destilasi dititrasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.01 N sampai terjadi perubahan warna dari hijau menjadi merah anggur/ungu. Jika menggunakan titrator otomatis adalah set akhir pH pada 4.60.

Perhitungan:

$$\%N = \frac{(a-b)}{s} \times N \times 1.4 \times 10$$

Dimana:

a = Volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang terpakai untuk titrasi contoh

b = Volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang terpakai untuk titrasi blanko

$s$  = bobot contoh tanah kering oven  $105^{\circ}\text{C}$

$N$  = normalitas  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (misalnya : 0.01 )

$1.4 = 14$  (nomor atom N)  $\times 10^{-3} \times 100 \%$

$10 = 100 / 10$

b) Penetapan kadar karbon (C) dengan Metode Walkley dan Black

Sampel tanah terlebih dahulu dioksidasikan dengan kalium bikromat, kemudian didekstruksi dengan asam sulfat pekat dan asam fosfat. Besarnya C yang hilang karena teroksidasi merupakan kadar C dalam tanah.

Alat-alat:

1. Timbangan analitik/digital
2. Labu erlenmeyer 500 ml
3. Buret Pengaduk magnetik (magnetik stirer)
4. Pipet 10 ml
5. Gelas ukur
6. Labu volumetrik (labu takar) 1 L

Bahan pereaksi:

1. Asam sulfat pekat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  96 % )
2. Asam fosfat pekat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$  85 % )
3. Kalium bikromat 1 N

Ditimbang 49.04 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  kemudian dilarutkan dengan aquadest dalam baker glass 500 ml. Diaduk perlahan-lahan, kemudian dituangkan ke dalam labu volumetrik (labu takar) 1 L dan ditambahkan aquadest sampai tanda garis.

4. Indikator difenilamin

Ditimbang 0.5 g difenilamin (p.a.) dan dilarutkan dalam 20 ml aquadest, kemudian ditambahkan 100 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat.

5. Larutan ferrosulfat 0.5 N.

Dilarutkan 278 g  $\text{FeSO}_4$  dengan aquadest dalam gelas piala 500 ml. Ditambahkan 15 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan diaduk perlahan-lahan dengan pengaduk kaca, setelah itu di encerkan menjadi 1 L dalam labu volumetrik



Cara kerja:

1. Ditimbang 0.01 g contoh tanaman, dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 500 ml.
2. Dipipet 10 ml larutan  $K_2Cr_2O_7$  1 N dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer tersebut.
3. Ditambahkan 20 ml  $H_2SO_4$  pekat dengan menggunakan gelas ukur, digoyangkan perlahan-lahan dan hati-hati jangan sampai contoh tanah melekat di dinding gelas.
4. Dikerjakan prosedur nomor 1 sampai nomor 3 untuk blanko (tanpa contoh tanah).
5. Selanjutnya ditambah 200 ml aquadest dan ditambahkan 10 ml  $H_3PO_3$  pekat dan 30 tetes indikator dofenilamin.
6. Larutan ini selanjutnya dititrasi dengan  $FeSO_4$  0.5 N sampai terjadi perubahan warna mula-mula dari hijau gelap menjadi biru keruh, dan menjadi hijau terang pada titik akhir titrasi

Perhitungan:

$$\%C = \frac{(V1 - V2)}{s} \times N \times 0,39$$

Dimana:

V1 = Volume  $FeSO_4$  yang terpakai untuk titrasi contoh

V2 = Volume  $FeSO_4$  yang terpakai untuk titrasi blanko

s = bobot contoh tanah kering oven  $105^\circ C$ , dalam gram

N = normalitas  $FeSO_4$  (misalnya : 0.5 )

$$0.39 = 3 \times 10^{-3} \times 100\% \times 1.3 \quad (3 = \text{bobot ekuivalen karbon})$$

Catatan : Faktor 1.3 adalah faktor kompetensi untuk pembakaran bahan organik yang tidak sempurna

Menentukan C/N rasio:

$$C/N \text{ rasio} = \frac{\%C}{\%N}$$

### 3.4.3.3. Uji Gula Pereduksi

Pengujian gula pereduksi menggunakan metode DNS. Satu gram tanah gambut dimasukan kedalam tabung reaksi lalu diencerkan dengan aquades hingga pengenceran  $10^{-2}$ . Satu mililiter larutan sampel dengan tingkat pengenceran  $10^{-2}$  dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambah dengan 3 ml larutan DNS dan 1 ml akuades, dilakukan secara duplo. Sedangkan larutan blanko dibuat sesuai prosedur sebelumnya namun larutan sampel diganti dengan akuades. Larutan tersebut dihomogenisasi dengan vortex sampai merata. Kemudian diinkubasi dengan penangas air selama 15 menit pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Selama pemanasan akan terjadi perubahan warna menjadi kecoklatan yang menunjukkan adanya kandungan gula reduksi didalamnya. Larutan didinginkan dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 575 nm. Hasil pengukuran dicatat lalu dimasukkan ke dalam perhitungan rumus kurva standar.

Kadar gula pereduksi sampel diukur berdasarkan kurva standar absorbansi glukosa. Larutan glukosa standar yang digunakan adalah glukosa dengan kadar tertentu (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Pembuatan Larutan Glukosa Standar pada Berbagai Konsentrasi.

No. Tabung	1	2	3	4	5	6
Larutan glukosa (0,1 g/100ml)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Akuades (ml)	0	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Konsentrasi (%)	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1

### 3.4.3.4. Uji pH

Pengamatan pH kompos berfungsi sebagai indikator proses dekomposisi kompos. Mikroba kompos akan bekerja pada keadaan pH netral sampai sedikit masam, dengan kisaran pH antara 5.5 sampai 8. Selama tahap awal proses dekomposisi, akan terbentuk asam-asam

organik. Kondisi asam ini akan mendorong pertumbuhan jamur dan akan mendekomposisi lignin dan selulosa pada bahan kompos. Selama proses pembuatan kompos berlangsung, asam-asam organik tersebut akan menjadi netral dan kompos menjadi matang biasanya mencapai pH antara 6 – 8.

Pengukuran pH pada penelitian ini menggunakan metode standar dengan alat pH meter. Sebanyak 1 gr tanah gambut dilarutkan ke dalam akuades. Kemudian, divorteks hingga larutan menjadi homogen. Larutan ini diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasi. pH yang terukur dalam alat pH meter dicatat sebagai pH tanah gambut.

#### 3.4.3.5. Uji Total Jumlah Mikroorganisme

Penghitungan jumlah biomassa mikroorganisme dilakukan secara tidak langsung menggunakan metode *Standard Plate Count* melalui *serial dilution*. Diambil sebanyak 1 gr tanah gambut lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL larutan pengencer (akuades) steril untuk diencerkan. Kemudian divorteks hingga homogen, larutan ini sebagai  $10^{-1}$ . Dari larutan  $10^{-1}$  diambil 1 mL lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL larutan pengencer steril, sebagai  $10^{-2}$ . Langkah pengenceran ini dilakukan hingga tingkat pengenceran yang diinginkan. Lalu sebanyak 1 ml larutan dari tiap pengenceran yang dikehendaki dipipet ke dalam cawan petri steril, dan dilakukan secara duplo. Kemudian ke dalam cawan tersebut dituangkan medium *Plate Count Agar (PCA)* steril dengan komposisi (g/L) 1-glukosa; 2,5-ekstrak khamir; 5-*pancreatic digest of casein*, dan 9-agar. Segera setelah penuangan, isi cawan dihomogenkan dengan cara cawan petri digerakkan melingkar. Setelah medium memadat, cawan-cawan tersebut diinkubasi pada suhu kamar  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  selama 2 hari (48 jam). Pada hari ke-2, koloni mikroorganisme yang tumbuh dalam cawan dihitung. Syarat cawan yang digunakan dalam perhitungan ialah : cawan yang mengandung 30-300 koloni mikroorganisme, tidak ada koloni yang menutup lebih besar dari setengah luas cawan, jika dengan ulangan setelah memenuhi syarat hasilnya direrata, perbandingan jumlah

mikroorganisme dari hasil pengenceran yang berturut-turut antara pengenceran yang lebih besar dengan pengenceran sebelumnya, jika sama atau lebih kecil dari 2 hasilnya direrata, tetapi bila lebih besar dari 2, yang dipakai adalah jumlah mikroorganisme dari hasil pengenceran sebelumnya. Jumlah mikroorganisme per mililiter larutan, yaitu : jumlah koloni x 1/faktor pengenceran.

#### 3.4.3.6. Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

SEM merupakan salah satu instrumen yang digunakan untuk menganalisa *surface topography* suatu contoh uji dengan perbesaran ratusan ribu kali. SEM dikombinasikan dengan detektor jenis EDAX agar dapat menganalisa elemen yang terdapat pada contoh uji, baik secara general scanning ataupun mapping. Pengujian dengan instrumen ini meliputi: logam, mineral, *agriculture*, paper dan sebagainya (sumber: <http://bpibjakarta.com>)

SEM merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi nanomaterial. Beberapa hal yang dikarakterisasi yaitu permukaan material, setelah material diamati dengan SEM ini maka akan diperoleh bagaimana bentuk permukaan material tersebut.

Pada SEM, permukaan material ditembaki dengan berkas elektron berenergi tinggi. Elektron berenergi tinggi ini memiliki panjang gelombang yang sangat pendek yang bersesuaian dengan panjang gelombang de Broglie. Proses ini mengakibatkan adanya elektron yang dipantulkan atau dihasilkannya elektron sekunder. Elektron yang dipantulkan diterima oleh detektor. Lalu hasil yang diterima diolah oleh program dalam komputer.



Gambar 3.15 Alat SEM  
(sumber:<http://www.unm.edu/~cmem/nano/facilities/pics/SEM-5200.png>)

Ada beberapa syarat pada material yang dikarakterisasi dengan SEM ini. Detektor mendeteksi elektron yang dipantulkan atau elektron sekunder yang dihasilkan oleh material, maka sifat ini dimiliki oleh material yang berjenis logam. Jika material yang bersifat isolator dikarakterisasi dengan SEM, maka hasilnya akan kabur dan mungkin akan hitam. Untuk mengkarakterisasi material isolator dapat dilakukan dengan melapisi isolator tersebut dengan logam. Proses pelapisan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, misalnya dengan proses evaporasi atau proses sputtering.

Pada proses evaporasi, logam dipanaskan lalu menguap. uap logam ini menempel di atas material isolator. Tebal lapisan diatur dengan mengatur waktu evaporasi. Sedangkan pada proses sputtering, logam ditembak dengan ion gas. Hal ini menyebabkan atom-atom logam menjadi terlepas lalu menempel pada material isolator. Pengkarakterisasian dengan SEM ini tidak boleh terlalu lama. Karena berkas elektron energi tinggi yang digunakan akan menyebabkan atom-atom material menjadi terlepas sehingga material akan menjadi rusak

#### 3.4.4. Pengujian Konsolidasi

Pengujian Konsolidasi dilakukan dengan dua cara, yaitu:

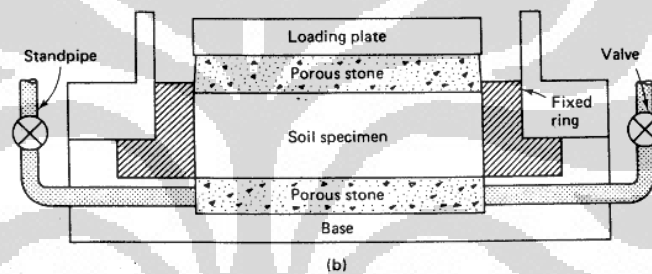
- a) Oedometer standar :
  - 1) Untuk sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme, setiap lokasi akan dilakukan uji oedometer standar sebanyak satu sampel. Sehingga ada 2 sampel yang dilakukan pengujian konsolidasi oedometer standar, 1 sampel lokasi A dan 1 sampel lokasi B
  - 2) Untuk sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme, setiap lokasi dengan 5 variasi campuran injeksi akan dilakukan uji oedometer standar sebanyak satu sampel. Sehingga ada 10 sampel yang dilakukan pengujian konsolidasi oedometer standar, 5 sampel dari lokasi A dan 5 sampel dari lokasi B
- b). Oedometer modifikasi (mold diameter besar) :
  - 1) Untuk sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme, setiap lokasi akan dilakukan pengujian sebanyak 2 sampel dengan tipe pembebanan yang berbeda-beda. Tipe pembebanan pertama, seperti uji oedometer standar. Tipe pembebanan kedua, beban diberikan secara langsung dengan besar beban melebihi nilai  $P_c$  tanah. Sehingga ada 4 sampel yang dilakukan pengujian konsolidasi oedometer modifikasi, 2 sampel lokasi A dan 2 sampel lokasi B
  - 2) Untuk sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme, setiap lokasi diambil 2 variasi campuran injeksi dan akan dilakukan pengujian sebanyak 2 sampel dengan tipe pembebanan yang berbeda-beda. Tipe pembebanan pertama, seperti uji oedometer standar. Tipe pembebanan kedua, beban diberikan secara langsung dengan besar beban melebihi nilai  $P_c$  tanah. Sehingga ada 8 sampel yang dilakukan pengujian konsolidasi oedometer modifikasi, 4 sampel dari lokasi A dan 4 sampel dari lokasi B

### 3.4.4.1 Test Konsolidasi Dengan Oedometer Standar

Oedometer test biasanya digunakan untuk menentukan karakteristik konsolidasi dari tanah yang memiliki permeabilitas rendah. Ada dua parameter yang biasanya didapat dari uji ini:

- a) Kompresibilitas dari tanah, yaitu nilai yang menunjukkan sejauh mana tanah akan terkompresi ketika dibebani. Biasanya dinyatakan dalam koefisien volume kompresibilitas.
- b) Parameter yang berhubungan dengan waktu, yaitu parameter yang memperkirakan waktu terjadinya *settlement*.

Oedometer yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe *fixed ring*.



Gambar 3.16 Oedometer Tipe Fixed Ring  
(Sumber: Robert D. Holtz & William D. Covacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering* New Jersey: Prentice Hall, 1981)

- a) Alat dan bahan :
  - 1) *Consolidation loading device*
  - 2) *Consolidation cell*
  - 3) Ring Konsolidasi
  - 4) Beban (1; 2; 4; 8; 16; 32 kg)
  - 5) Jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm
  - 6) Gergaji kawat dan spatula
  - 7) *Vaseline*, kertas pori, dan batu *Porous*,
  - 8) Oven pengering
  - 9) Dial dengan akurasi 0,002 mm
  - 10) Stopwatch

- 11) Extruder
  - 12) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr
  - 13) Can
- b) Prosedur pengujian:
- 1) Ring konsolidometer dibersihkan dan diolesi vaseline diseluruh permukaan bagian dalam, kemudian dimensi ( $D$  dan  $h_0$ ) dan massa-nya ( $W_{ring}$ ) diukur dengan jangka sorong dan timbangan.
  - 2) Sampel tanah dikeluarkan dengan menggunakan extruder dan dimasukkan ke dalam ring dan diratakan permukaannya dengan spatula. Kemudian ditimbang beratnya ( $W_{w0}$ ).
  - 3) Susun modul ke dalam sel konsolidasi dengan urutan dari bawah :
    - Batu porous
    - Kertas pori
    - Sampel tanah dalam ring
    - Kertas pori
    - Batu porous
    - Silinder tembaga yang berfungsi meratakan beban
  - 4) Penahan dengan 3 mur
  - 5) Diberikan pembebanan konstan sebesar 1 kg dengan interval waktu 0", 6", 15", 30", 60", 120", 240", 480", dan 24 jam. Dan masing-masing pembacaan pada dial dicatat.
  - 6) Percobaan diulangi untuk pembebanan 2; 4; 8; 16 dan 32 kg dengan interval waktu 24 jam. Dan masing-masing pembacaan pada dial dicatat.
  - 7) Dilakukan proses unloading yaitu menurunkan beban secara bertahap dari 32; 16; 8; 4; 2; dan 1 kg. Mencatat nilai unloading sebelum beban diturunkan.
  - 8) Tanah dikeluarkan dari sel konsolidometer dan ring berikut sampel tanah kemudian ditimbang dan dimasukkan ke dalam oven untuk mendapatkan berat kering sampel ( $W_d$ ) sehingga dapat ditentukan kadar airnya.



### 3.4.4.2 Test Konsolidasi Dengan Oedometer Modifikasi (Mold Diameter Besar)

Pada pengetesan ini, secara umum prosedur percobaan sama dengan test oedometer standar. Perbedaannya hanya terletak pada alat

a) Alat yang digunakan adalah:

Mold CBR digunakan sebagai ring oedometer

Diameter : 15,34 cm

Luas Alas : 184,72 cm

Tinggi : 11,61 mm

Berat : 2,488 kg

Piston digunakan sebagai alat pengkompresi

Diameter : 15,02 cm

Luas Alas : 177,09

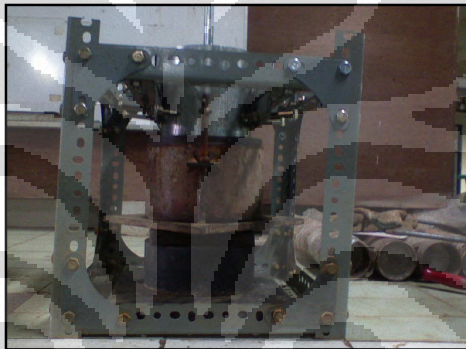
Berat : 4,254 kg

b) Prosedur pengujian

- 1) Mold konsolidometer dibersihkan dan diolesi vaseline diseluruh permukaan bagian dalam, kemudian dimensi ( $D$  dan  $h_0$ ) dan massa-nya ( $W_{ring}$ ) diukur dengan jangka sorong dan timbangan.
- 2) Sampel tanah dikeluarkan dengan menggunakan ekstruder dan dimasukkan ke dalam mold dan diratakan permukaannya. Kemudian ditimbang beratnya ( $W_{w0}$ ).
- 3) Susun modul mold konsolidasi dengan urutan sebagai berikut:
  - Alas besi berpori
  - Kertas pori
  - Sampel tanah dalam mold
  - Kertas pori
  - Alas besi berpori
- 4) Masukkan mold kedalam rak penyangga
- 5) Dilakukan pembebanan sesuai dengan rencana pembebanan.



Gambar 3.17 Alat Konsolidasi (Oedometer Standar)



Gambar 3.18 Susunan Tes Konsolidasi dengan Mold Diameter Besar (Oedometer Modifikasi) sebelum Dilakukan Pengujian Konsolidasi

**BAB IV**  
**ANALISA HASIL PENELITIAN**

**4.1. KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, DAN BIOLOGI TANAH GAMBUT OGAN KOMERING ILIR, SUMATERA SELATAN**

Secara visual, tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan berwarna kehitaman dan mengandung banyak sisa-sisa tumbuhan berupa dahan dan ranting. Dapat dikatakan bahwa proses dekomposisi pada tanah gambut tersebut belum sempurna dengan masih banyak ditemukannya sisa-sisa tumbuhan yang belum melapuk.

Pengamatan visual dari tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan ditunjang dengan hasil pengujian sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi di laboratorium. Hasil uji sifat-sifat fisik dan kimia tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1. Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan

Parameter	Lokasi	
	A	B
Kadar Air (%)	495.671	632.096
Kadar Abu (%)	23.632	8.307
Kadar Organik (%)	33.445	38.220
Kadar Serat (%)	32.60	29.645
Liquid Limit (LL)	383.228	395.800
Plastic Limit (PL)	217.67	260.38
Plastic Index (PI)	165.55	135.42
Specific Gravity (Gs)	1.798	1.807
pH tanah	4.79	4.86
Rasio C/N	42	63.67
Gula Pereduksi (g/L)	6.18	11.06
Total Mikroorganisme	$8.06 \times 10^6$	$1.46 \times 10^7$

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, berdasarkan kadar seratnya termasuk jenis *Sapric peat* (gambut saprik) menurut klasifikasi ASTM D4427-84 (1989) karena mengandung kadar serat < 33 % dan termasuk *fibrous peat* (gambut berserat) jika berdasarkan Klasifikasi *Mac Farlane (1969)* karena memiliki kandungan serat 20 % atau lebih.

Berdasarkan kadar abunya menurut klasifikasi ASTM D4427-84 (1989) pada lokasi A tanah gambut Ogan Komering Ilir termasuk tinggi (*high ash peat*) sedangkan pada lokasi B tanah gambut Ogan Komering Ilir termasuk sedang (*medium ash peat*). Sedangkan berdasarkan pengujian pH yang telah dilakukan menurut klasifikasi ASTM 4427-1992 tanah gambut Ogan Komering Ilir termasuk *moderately acidic*.

## **4.2. KARAKTERISTIK TANAH GAMBUT OGAN KOMERING ILIR, SUMATERA SELATAN**

### **4.2.1. Uji Proses Degradasi Secara Kimia dan Biologi**

Pada penelitian ini dilakukan uji proses degradasi secara kimia dan biologi yang bertujuan untuk melihat perubahan yang terjadi pada sampel tanah yang diinjeksi mikroorganisme secara kimia dan biologi. Uji proses degradasi secara kimia dan biologi yang dilakukan antarlain : uji kadar serat, uji pH, uji gula pereduksi, uji total mikroorganisme, dan uji rasio C/N.

Pada uji kadar serat, berkurangnya kadar serat pada sampel tanah gambut yang telah diberi mikroorganisme dibandingkan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme menunjukkan terjadinya proses dekomposisi pada sampel tanah gambut tersebut oleh aktivitas mikroorganisme. Sehingga skor tertinggi diberikan untuk sampel tanah gambut yang memiliki kadar serat paling kecil. Pada uji gula pereduksi, umumnya gula pereduksi yang dihasilkan berhubungan erat dengan aktifitas enzim, dimana semakin tinggi aktifitas enzim maka semakin tinggi pula gula pereduksi yang dihasilkan. Aktivitas enzim yang dihasilkan menggambarkan aktivitas dekomposisi senyawa selulolitik oleh mikroorganisme di dalam suatu sistem percobaan. Sehingga skor tertinggi pada uji gula pereduksi diberikan pada peningkatan jumlah gula pereduksi yang

tertinggi di antara 5 variasi campuran mikroorganisme yang diberikan. Begitupun pada uji total mikroorganisme skor tertinggi diberikan diberikan pada peningkatan jumlah mikroorganisme yang terbanyak pada sampel tanah gambut dari 5 variasi campuran mikroorganisme yang diberikan karena semakin banyak jumlah mikroorganisme menunjukkan mikroorganisme yang telah diinjeksi di dalam sampel tanah gambut hidup dan berkembangbiak sehingga dapat mempercepat proses dekomposisi pada sampel tanah gambut tersebut. Sedangkan pada uji rasio C/N, skor tertinggi diberikan pada sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme dengan nilai rasio C/N mendekati 10 – 20 karena di dalam SNI rasio C/N kompos yang diijinkan adalah 10 – 20, sedangkan di dalam Keputusan Menteri Pertanian rasio C/N kompos yang diijinkan berkisar antara 20.

Uji pH dilakukan untuk mengetahui perubahan pH yang terjadi dari asam menuju ke pH normal yang telah diinjeksi ke dalam sampel tanah gambut. Namun pada uji pH tidak dilakukan pembobotan hal ini dikarenakan pupuk hayati memiliki kegunaan untuk menormalkan pH. Selama proses pembuatan kompos berlangsung, asam-asam organik akan menjadi netral dan kompos menjadi matang biasanya mencapai pH antara 6 – 8.

Adapun hasil uji proses degradasi secara kimia dan biologi pembobotannya dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 untuk sampel tanah gambut Lokasi A. Sedangkan Tabel 4.4 menunjukkan Hasil uji pH sampel tanah gambut lokasi A.

Tabel 4.2 Hasil Uji Proses Degradasi Secara Kimia dan Biologi Sampel Tanah Gambut Ogan komering Ilir, Sumatera Selatan

No	Pengujian	sebelum ditambahkan mikroorganisme & pupuk hayati	setelah ditambahkan mikroorganisme & pupuk hayati				
			A1	A2	A3	A4	A5
1.	Kadar Serat	32.600	23.81	27.27	26.67	19.51	24.44
2.	Gula pereduksi	6.18	68.743	98.414	88.788	74.858	77.123
3.	Total Mikroorganisme	$8.0556 \times 10^6$	$3.800 \times 10^7$	$2.653 \times 10^7$	$1.120 \times 10^8$	$5.500 \times 10^8$	$3.800 \times 10^7$
4.	rasio C/N	42.00	41	26	21	17	15

Tabel 4.3 Hasil Pembobotan Uji Proses Degradasi Secara Kimia dan Biologi Sampel Tanah Gambut Ogan komering Ilir, Sumatera Selatan

No	Pengujian	Pembobotan				
		A1	A2	A3	A4	A5
1.	Kadar Serat	4	1	2	5	3
2.	Gula pereduksi	1	5	4	2	3
3.	Total Mikroorganisme	2	1	4	5	3
4.	rasio C/N	1	2	3	4	5
Total Bobot		8	9	13	16	14

Tabel 4.4 Hasil Uji pH Sampel Tanah Gambut Ogan komering Ilir, Sumatera Selatan

Pengujian	sebelum ditambahkan mikroorganisme & pupuk hayati	setelah ditambahkan mikroorganisme & pupuk hayati				
		A1	A2	A3	A4	A5
pH	4.79	5.37	5.66	5.89	6.7	7.2

Keterangan :

- A1 : Tanah gambut + mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut sebanyak 15% dari volume tanah gambut
- A2 : Tanah gambut + mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut sebanyak 30% dari volume tanah gambut
- A3 : Tanah gambut + mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut sebanyak 5% + pupuk hayati hayati 1 (EM4) sebanyak 5% + pupuk hayati hayati 2 (P2000z) sebanyak 5% dari volume tanah gambut
- A4 : Tanah gambut + mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut sebanyak 10% + pupuk hayati 1 (EM4) sebanyak 10% + pupuk hayati 2 (P2000z) sebanyak 10% dari volume tanah gambut
- A5 : Tanah gambut + pupuk hayati 1 (EM4) sebanyak 15% + pupuk hayati 2 (P2000Z) sebanyak 15% dari volume tanah gambut

Pada sampel tanah gambut Ogan Komerling Ilir, Sumatera Selatan, berdasarkan hasil pengujian kadar serat, menunjukkan bahwa semua sampel tanah gambut yang diinjeksi mikroorganisme mengalami penurunan kadar serat dan sampel tanah gambut yang diinjeksi mikroorganisme variasi 4 (A4) mempunyai nilai kadar serat yang paling rendah dibandingkan variasi injeksi mikroorganisme lainnya. Hal ini menunjukkan serat yang banyak termakan atau didegradasi oleh mikroorganisme adalah serat pada sampel tanah gambut A4.

Menurut hasil pengujian gula pereduksi pada sampel tanah gambut yang diuji menunjukkan peningkatan jumlah gula pereduksi setelah sampel tanah gambut diinjeksi mikroorganisme jika dibandingkan sebelum sampel tanah gambut diinjeksi mikroorganisme. Tetapi sampel tanah gambut yang diinjeksi mikroorganisme variasi 2 yang memiliki nilai gula pereduksi yang paling tinggi. Uji gula pereduksi digunakan untuk mengetahui aktivitas enzim dari mikroorganisme yang diinjeksi ke dalam sampel tanah gambut. Dengan mengetahui pembentukan gula pereduksi dari mikroorganisme maka nilainya dapat dikonversikan untuk mengetahui aktivitas enzim dari mikroorganisme tersebut. Aktivitas enzim yang dihasilkan menggambarkan aktivitas degradasi senyawa selulolitik, sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel tanah gambut A2 memiliki aktivitas degradasi yang tertinggi.

Hasil pengujian sampel tanah gambut berdasarkan total mikroorganisme, menunjukkan terjadi peningkatan total mikroorganisme pada semua sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme. Namun peningkatan total mikroorganisme yang tertinggi terjadi pada sampel tanah gambut variasi 4 (A4) kemudian sampel tanah gambut variasi 3 (A3). Hal ini menunjukkan mikroorganisme yang diinjeksi ke dalam sampel tanah gambut A4 dan A3 tumbuh dan berkembangbiak lebih baik dibandingkan sampel tanah gambut lainnya.

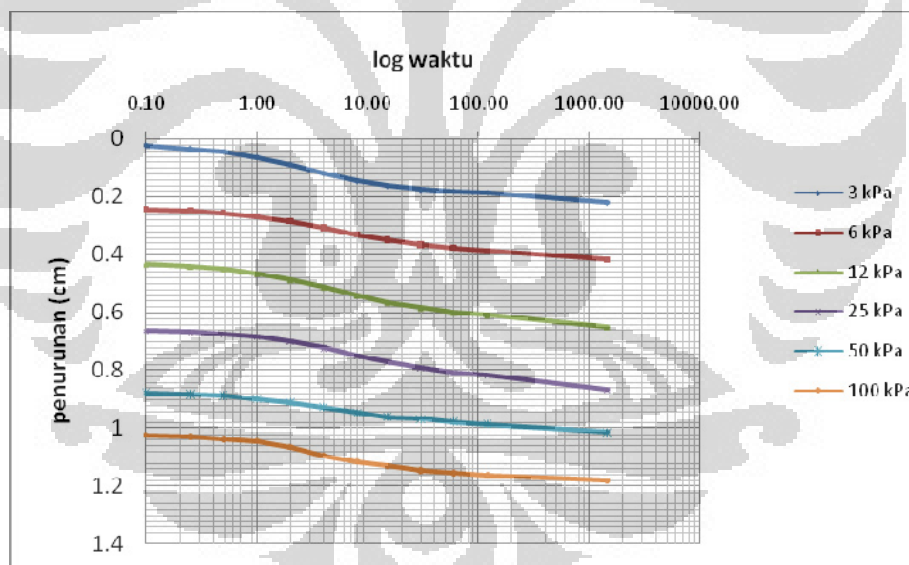
Menurut Murbandono (2002) dan SNI, rasio C/N yang terbaik untuk proses pengomposan adalah 10-20. Sehingga jika dilihat dari tabel hasil pengujian yang dilakukan pada sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan maka sampel tanah gambut A4 dan A5 memiliki nilai rasio C/N yang efektif untuk terjadinya proses pengomposan/degradasi.

Dari hasil uji proses degradasi secara kimia dan biologi dapat diketahui bahwa untuk sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, variasi campuran mikroorganisme yang terbaik adalah variasi 4 (A4) yaitu variasi campuran yang terdiri mikroorganisme asli tanah gambut sebanyak 10% + pupuk hayati 1 (EM4) sebanyak 10% + pupuk hayati 2 (P2000Z) sebanyak 10%. Sedangkan uji pH menunjukkan bahwa sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme asli tanah gambut tidak mengalami peningkatan pH yang signifikan sedangkan sampel tanah gambut yang diinjeksi pupuk hayati EM4 dan

P2000Z menunjukkan perubahan pH yang mendekati normal, dimana kematangan kompos/dekomposisi menunjukkan pH antara 6-8.

#### 4.2.2. Analisa Uji Konsolidasi dengan Alat Oedometer Standar

Pengujian konsolidasi dilakukan dengan menggunakan 2 jenis alat yaitu oedometer standar dan oedometer modifikasi. Untuk pengujian dengan oedometer standar dilakukan uji konsolidasi setelah 30 hari pemeraman sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme. Sampel tanah gambut yang diuji konsolidasi adalah sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme diberi kode A dan 5 sampel tanah gambut yang diinjeksi mikroorganisme diberi kode A1, A2, A3, A4, dan A5. Pembebanan yang diberikan adalah sesuai standar pembebanan atau pembebanan bertahap. Perilaku konsolidasi tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dapat dilihat dari Gambar 4.1 sampai dengan kurva 4.6.



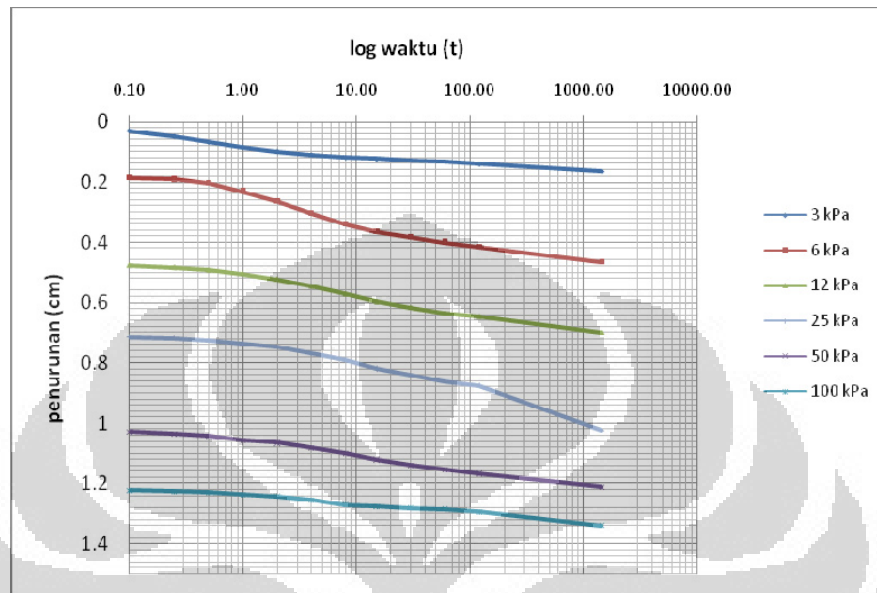
Gambar 4.1 Kurva Log Waktu vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A dengan Oedometer Standar

Gambar 4.1 menggambarkan perilaku penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme (A). Kurva sampel tanah gambut A menunjukkan setiap pembebanan mulai dari 3 kPa sampai 100 kPa bentuknya hampir sama dimana penurunan meningkat seiring waktu pembebanan, namun pada pembebanan awal sebesar 3 kPa terjadi penurunan yang signifikan

Universitas Indonesia

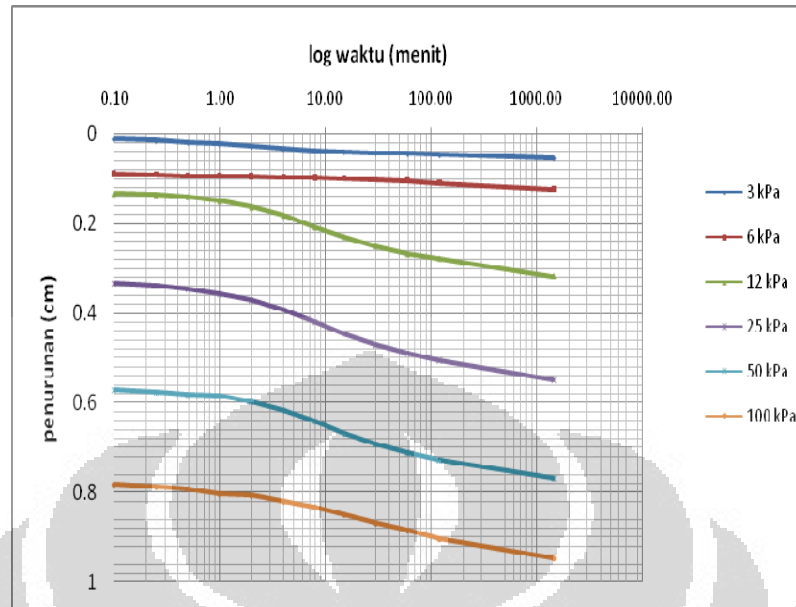


setelah menit ke dua. Besarnya penurunan sampel tanah gambut A adalah sebesar 70,850% dari tinggi sampel tanah yang diuji.



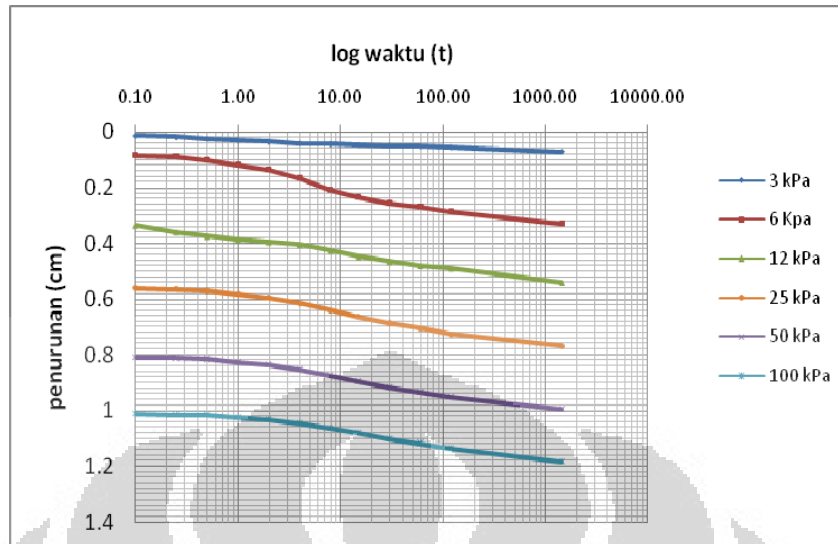
Gambar 4.2 Kurva Log Waktu vs Penurunan Untuk Sampel Tanah Gambut A1 dengan Oedometer Standar

Perilaku konsolidasi sampel tanah gambut A1 ditunjukkan pada Gambar 4.2. Bentuk kurva pada setiap pembebanan hampir sama, dimana penurunan meningkat seiring waktu pembebanan. Penurunan yang terbesar ketika sampel tanah gambut A1 diberi beban sebesar 6 kPa. Besarnya penurunan sampel tanah gambut A1 adalah 71,967% dari tinggi sampel tanah yang diuji atau lebih besar 1,12% dibandingkan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme.



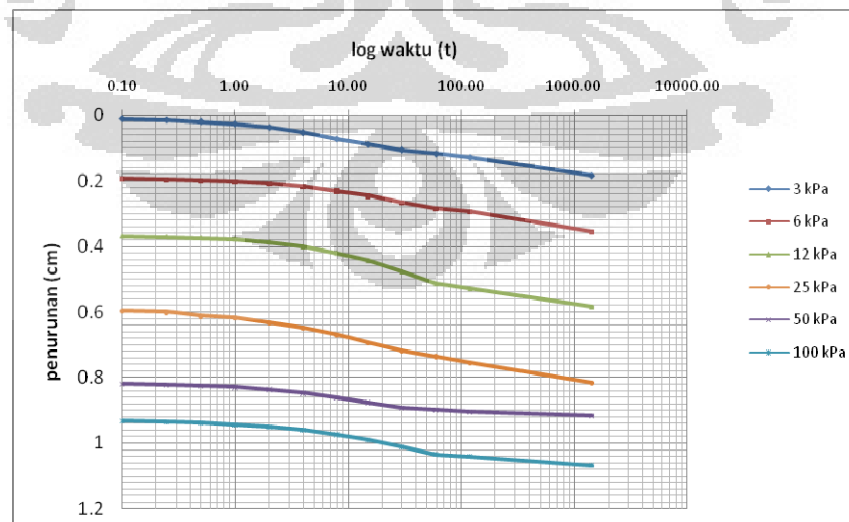
Gambar 4.3 Kurva Log Waktu vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A2 dengan Oedometer Standar

Gambar 4.3 menunjukkan Kurva konsolidasi sampel tanah gambut A2, dimana ketika diberi beban 3 kPa dan 6 kPa bentuk kurva mendekati lurus yang menunjukkan penurunan yang terjadi sangat kecil namun ketika dilakukan pembebanan 12 kPa sampai 100 kPa terjadi penurunan yang signifikan dan penurunan terbesar terjadi pada pembebanan 25 kPa. Besarnya penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut A2 lebih kecil dibandingkan penurunan sampel tanah gambut A. besarnya penurunan yang terjadi adalah 48,5674 % dari tinggi sampel tanah yang diuji.



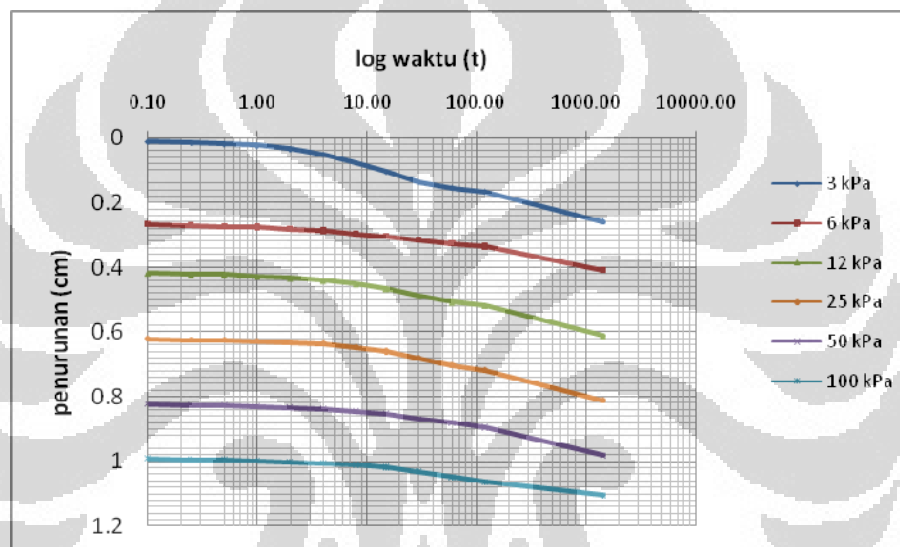
Gambar 4.4 Kurva Log Waktu vs Penurunan Untuk Sampel Tanah Gambut A3 dengan Oedometer Standar

Gambar 4.4 menunjukkan kurva konsolidasi untuk sampel tanah gambut A3. Ketika diberi beban 3 kPa terjadi penurunan yang kecil. Terjadi penurunan yang signifikan pada pemberian beban 6 kPa, 12 kPa, 50 kPa, dan 100 kPa dan penurunan tertinggi terjadi pada saat pembebanan 6 kPa. Besarnya penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut A3 adalah 61.995 % dari tinggi sampel tanah sebelum diuji konsolidasi, lebih kecil 8.86 % jika dibandingkan dengan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme.



Gambar 4.5. Kurva Log Waktu vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A4 dengan Oedometer Standar

Perilaku konsolidasi sampel tanah gambut A4 ditunjukkan pada Gambar 4.5, dimana penurunan terjadi secara signifikan sejak sampel tanah gambut dibebani sebesar 3 kPa atau penurunan terjadi seiring bertambahnya waktu pembebanan. Penurunan yang besar terjadi pada pembebanan 12 kPa dan 25 kPa. Penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut A4 lebih kecil 14,59% jika dibandingkan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Adapun besarnya penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut A4 adalah 56,257% dari tinggi sampel tanah yang diuji konsolidasi.



Gambar 4.6 Kurva Log Waktu vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A5 dengan Oedometer Standar

Gambar 4.6 menunjukkan perilaku konsolidasi sampel tanah gambut A5. Bentuk kurva pada setiap pembebanan hampir sama, dimana penurunan meningkat seiring waktu pembebanan. Penurunan yang signifikan terjadi pada pembebanan 3 kPa. Besarnya penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut A5 adalah 64,997% dari tinggi sampel tanah uji. Besarnya penurunan tersebut lebih kecil 5,87% jika dibandingkan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme.

Kesimpulan yang dapat diambil dari tabel kurva log waktu vs penurunan sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan antara sampel tanah gambut yang belum diinjeksi mikroorganisme (A) dengan sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme (A1, A2, A3, A4 dan A5) tidak terjadi

perbedaan yang signifikan hanya pada sampel tanah gambut A2 dan A3 pada pembebanan kecil 3 kPa tidak terjadi penurunan yang signifikan. Perilaku penurunan tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan tidak terlalu dipengaruhi oleh besarnya pembebanan karena semakin besar pembebanan yang diberikan tidak berbanding lurus dengan besarnya penurunan. Penurunan tertinggi terjadi pada pembebanan sedang yaitu antara 12 kPa – 25 kPa.

Besarnya persentasi penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme memiliki nilai yang bervariasi dan lebih kecil dibandingkan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Hanya pada sampel tanah gambut A1, persentasi penurunan lebih besar dari sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme, namun perbedaannya tidak terlalu signifikan. hanya meningkat 1.12%. persentasi penurunan sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Persentasi Penurunan Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Standar

Kode pengujian	keterangan	Tinggi sampel awal $H_0$ (cm)	Beda Tinggi $\Delta H$ (cm)	(%) penurunan $\Delta H/H_0$
A	Tanah gambut	2.000	1.417	70.850
A1	tanah gambut + mikroorganisme asli (15%)	1.942	1.398	71.967
A2	tanah gambut + mikroorganisme asli (30%)	2.020	0.981	48.574
A3	tanah gambut + mikroorganisme asli (5%) + EM4 (5%) + P2000z (5%)	1.930	1.197	61.995
A4	tanah gambut + mikroorganisme asli (10%) + EM4 (10%) + P2000z (10%)	2.025	1.139	56.257
A5	tanah gambut + EM4 (15%) + P2000z (15%)	1.955	1.270	64.977

Untuk nilai koefisien konsolidasi ( $c_v$ ) pada sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dapat dilihat pada Tabel 4.6. Nilai  $C_v$  yang ada menunjukkan nilai yang bervariasi. Belum dapat menunjukkan perbandingan proses degradasi yang terjadi pada sampel tanah gambut sebelum diinjeksi

mikroorganisme dengan sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme.

Tabel 4.6 Nilai Koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Standar

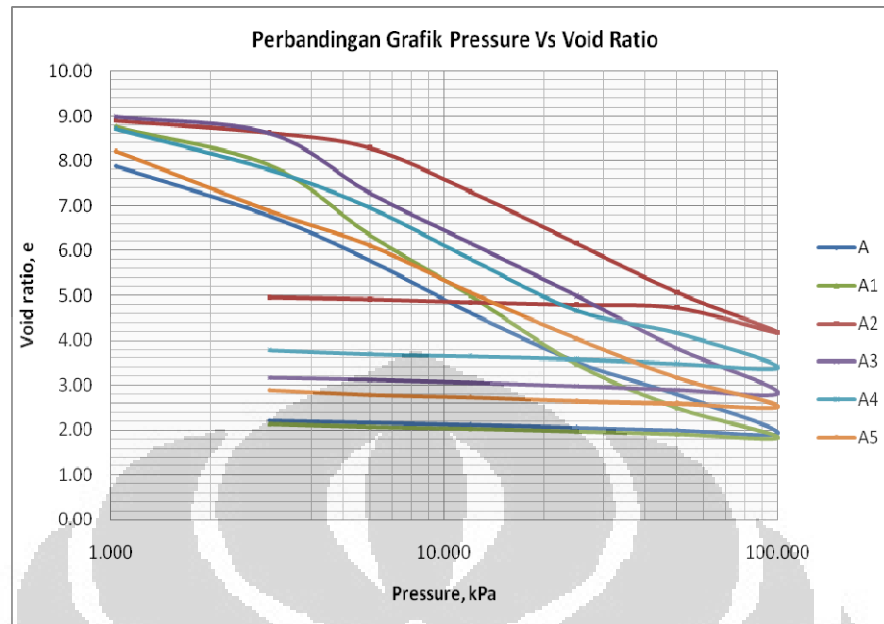
Pressure (kPa)	Coeff. of consol. ( $C_v$ ) ( $m^2/thn$ )					
	A	A1	A2	A3	A4	A5
3 kPa	3.886	6.824	6.839	20.111	2.418	0.626
6 kPa	2.040	3.359	6.837	2.142	0.677	1.379
12 kPa	0.905	1.424	1.671	3.382	0.270	0.168
25 kPa	0.085	0.241	1.322	0.719	0.600	0.027
50 kPa	0.088	0.001	0.390	0.140	0.076	0.001
100 kPa	1.424	0.582	0.209	0.001	0.007	0.081

Besarnya indeks kompresi ( $C_c$ ) berhubungan dengan sifat kemampumampatan tanah (kompresibilitas), dimana semakin besar nilai  $C_c$  menunjukkan bahwa tanah tersebut semakin kompresibel. Pada sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan nilai indeks kompresi ( $C_c$ ) sampel tanah gambut yang telah diinjeksi dengan mikroorganisme meningkat dibandingkan dengan Nilai  $C_c$  sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme, hanya sampel tanah gambut A5 yang memiliki nilai  $C_c$  yang lebih kecil daripada sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Sampel tanah gambut A1 memiliki nilai  $C_c$  terbesar sedangkan nilai  $C_c$  terkecil terdapat pada sampel tanah gambut A5. Meningkatnya nilai  $C_c$  tersebut menunjukkan terjadinya proses degradasi pada sampel tanah gambut yang diinjeksi mikroorganisme. Jika tanah gambut terdegradasi maka serat-serat yang ada terdefraksi menjadi lebih kecil sehingga kompresibilitas tanah menjadi lebih tinggi karena beban yang diberikan kepada tanah tidak tertahan oleh serat-serat yang ada melainkan langsung diterima tanah. Besarnya Nilai indeks kompresi ( $C_c$ ) sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan setelah diinjeksi mikroorganisme dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai Indeks Kompresi (Cc) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Menggunakan Oedometer Standar

lokasi	keterangan	Cc
A	Tanah gambut	3.44
A1	tanah gambut + mikroorganisme asli (15%)	4.81
A2	tanah gambut + mikroorganisme asli (30%)	3.62
A3	tanah gambut + mikroorganisme asli (5%) + EM4 (5%) + P2000z (5%)	3.71
A4	tanah gambut + mikroorganisme asli (10%) + EM4 (10%) + P2000z (10%)	3.62
A5	tanah gambut + EM4 (15%) + P2000z (15%)	3.23

Gambar 4.7 memperlihatkan kurva angka pori ( $e$ ) vs tegangan untuk sampel tanah Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Dari kurva tersebut terlihat hampir semua sampel tanah gambut memiliki bentuk kurva kompresi dengan kemiringan yang mendekati linier, ini menunjukkan terjadi penurunan angka pori yang tidak terlalu jauh berbeda pada setiap penambahan tegangan setelah 24 jam pembebanan. Hanya sampel tanah gambut A2 dan A3 yang memperlihatkan bentuk kurva kompresi yang memiliki lengkungan pada pembebanan kecil sehingga mendekati bentuk kurva kompresi yang terjadi pada tanah anorganik. Bentuk kurva ketika dilakukan pengurangan beban (unloading) mendekati garis lurus yang menunjukkan bahwa rekompresi yang terjadi sangat kecil. Secara umum bentuk kurva angka pori ( $e$ ) vs tegangan tidak berbeda antara sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme dengan sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme.



Gambar 4.7 Void ratio vs Pressure Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Standar

#### 4.2.3. Analisa Uji Konsolidasi dengan Alat Oedometer Modifikasi

Pengujian dengan oedometer modifikasi hanya dilakukan untuk sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme, sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme asli gambut sebesar 30% (A2) dan sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme asli 10% + pupuk hayati EM4 10% + pupuk hayati P2000Z 10% (A4), penentuan ini merupakan hasil terbaik dari uji proses degradasi secara kimia dan biologi (Tabel 4.3). Hal ini dilakukan untuk menunjukkan perbedaan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme dengan sampel tanah gambut sesudah diinjeksi mikroorganisme serta untuk melihat efektifitas pemberian mikroorganisme asli gambut jika dibandingkan dengan menggunakan kombinasi antara mikroorganisme yang berasal dari tanah gambut dan pupuk hayati.

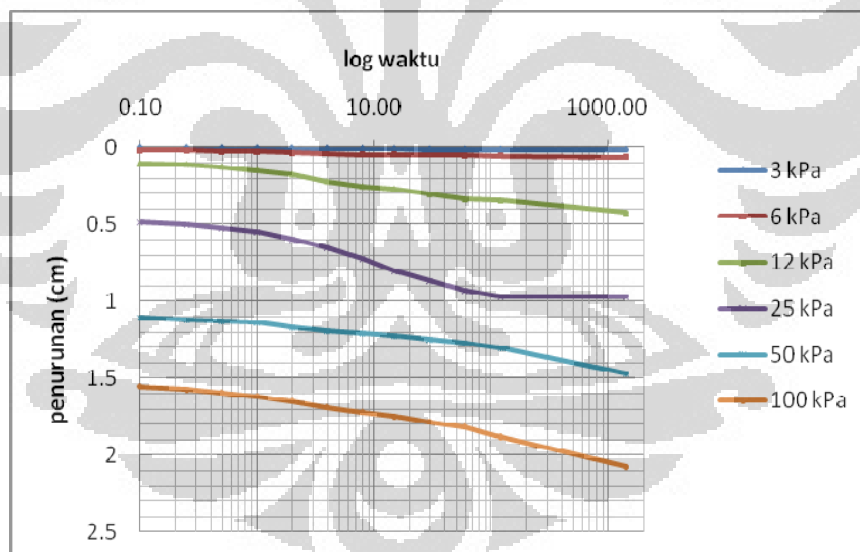
Untuk pembebanan dilakukan dengan 2 cara yaitu pembebanan standar atau pembebanan bertahap dan pembebanan konstan diatas  $P_c$  (tegangan prakonsolidasi). Nilai tegangan prakonsolidasi yang diperoleh dari pengujian sampel uji menunjukkan sejarah tegangan yang pernah dialami oleh contoh tanah



yang diuji. Nilai tegangan prakonsolidasi nantinya digunakan untuk menentukan besarnya beban preloading pada sampel tanah.

Perilaku konsolidasi sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan alat oedometer modifikasi untuk sampel tanah gambut A, A2, dan A4 dapat dilihat pada Gambar 4.8 sampai Gambar 4.10 dan persentasi penurunan sampel tanah gambut A, A2, dan A4 ditunjukkan pada Tabel 4.8.

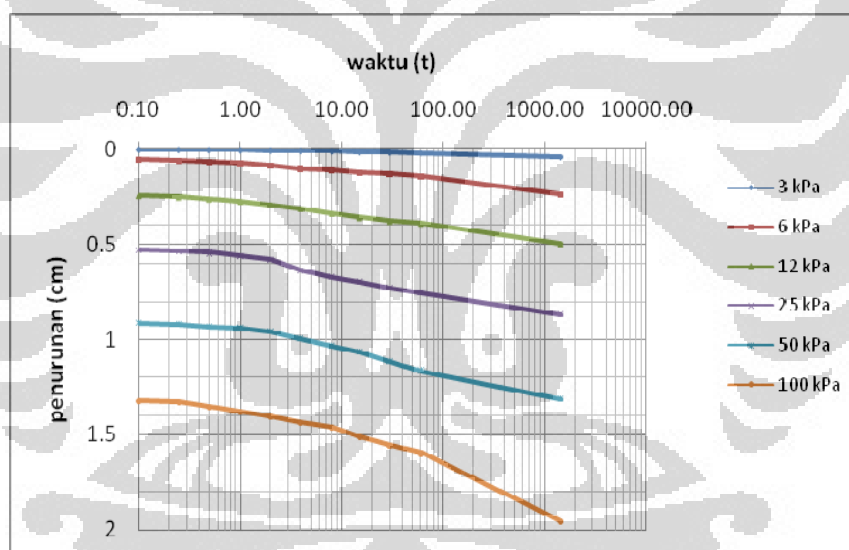
Gambar 4.8 menunjukkan perilaku penurunan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme (A) dengan menggunakan alat oedometer modifikasi. Pada pembebanan kecil 3 kPa sampai 6 kPa bentuk kurva menyerupai garis lurus yang menunjukkan tidak terjadi penurunan yang signifikan. Pada pemberian beban 12 kPa, 25 kPa, 50 kPa, dan 100 kPa bentuk kurva menunjukkan terjadinya penurunan yang signifikan seiring bertambahnya waktu pembebanan. Besarnya penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut A dengan alat oedometer modifikasi adalah 41,868% dari tinggi sampel awal.



Gambar 4.8 Kurva Log Waktu vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A dengan Oedometer Modifikasi

Pada sampel tanah gambut A2 dilakukan pengujian konsolidasi menggunakan oedometer modifikasi dengan pembebanan bertahap setelah dilakukan pemeraman selama 30 hari. Perilaku penurunan sampel tanah gambut A2 dengan menggunakan alat oedometer modifikasi dapat dilihat pada Gambar

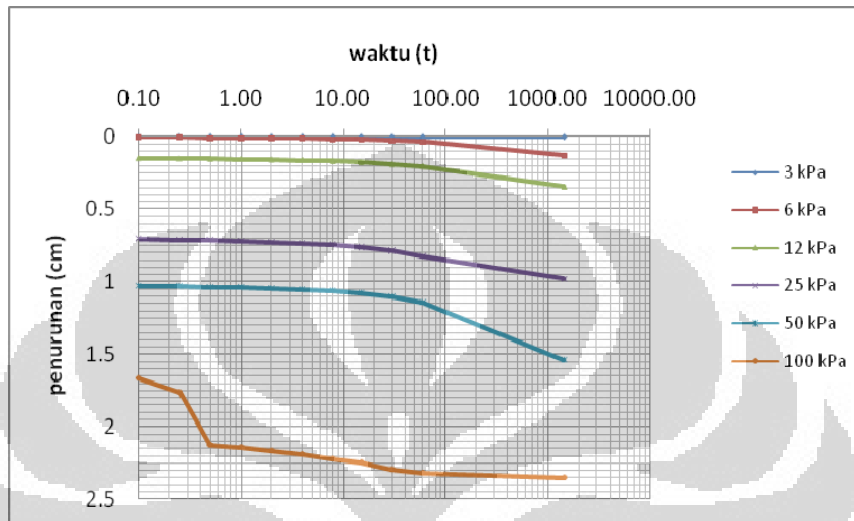
4.9. Bentuk kurva log waktu vs penurunan pada sampel tanah gambut A2 tidak terlalu berbeda dengan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Pada pembebanan 3 kPa tidak terjadi penurunan yang signifikan, penurunan mulai terlihat ketika sampel tanah gambut diberi beban sebesar 6 kPa dan pada penurunan paling tinggi ketika sampel tanah gambut A2 diberi beban 100 kPa. Perilaku penurunan sampel tanah gambut A2 menunjukkan besarnya penurunan berbanding lurus dengan besarnya penambahan beban. Hal ini menunjukkan perilaku kompresibilitas sampel tanah gambut A2 dipengaruhi oleh pembebanan. Besarnya penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut A2 dengan alat oedometer modifikasi adalah 39,54% dari tinggi awal sampel. Penurunan tersebut lebih kecil 2,33% dibandingkan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme.



Gambar 4.9 Kurva Log Waktu vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A2 dengan Oedometer Modifikasi

Perilaku penurunan sampel tanah gambut A4 setelah diperami selama 71 hari dapat dilihat pada Gambar 4.10. Pada pembebanan sebesar 3 kPa tidak terlihat penurunan yang signifikan. Penurunan secara signifikan terjadi mulai pembebanan 6 kPa. Bentuk kurva penurunan sedikit berbeda ketika dilakukan pembebanan 100 kPa, dimana terjadi penurunan yang tajam diawal waktu pembebanan. Kemungkinan pada waktu pelaksanaan pengujian ada yang tertahan sehingga ketika tanah dibebani tidak langsung terjadi penurunan dan ketika

gangguan tersebut berlalu benda uji langsung mengalami penurunan yang tajam. Besarnya penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut A4 dengan alat oedometer modifikasi adalah 47,284% dari tinggi awal sampel.



Gambar 4.10 Kurva Log Waktu vs Penurunan Sampel Tanah Gambut A4 dengan Oedometer Modifikasi

Besarnya persentasi penurunan yang terjadi pada sampel tanah gambut dapat dilihat pada Tabel 4.8, dimana sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme asli tanah gambut (A2) dengan waktu pemeraman 30 hari mengalami penurunan yang lebih kecil dibandingkan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Sedangkan sampel tanah gambut yang diinjeksi dengan kombinasi mikroorganisme asli gambut dan pupuk hayati EM4 dan P200Z (A4) dengan waktu pemeraman 71 hari mengalami peningkatan persentasi penurunan meskipun tidak terlalu signifikan, sebesar 5.96%. Hal ini menunjukkan sampel tanah gambut yang diperam 30 hari belum menunjukkan terjadinya proses degradasi sedangkan untuk waktu pemeraman 71 hari telah menunjukkan adanya peningkatan proses degradasi oleh penambahan mikroorganisme walaupun hasilnya belum terlalu signifikan.

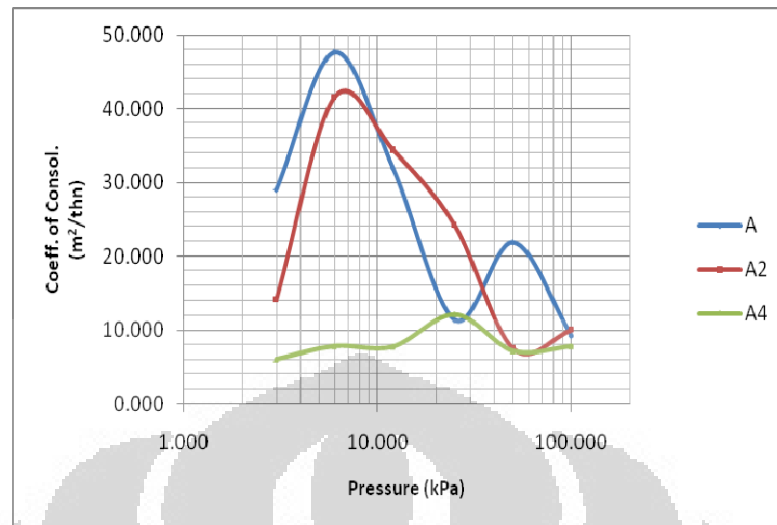
Tabel 4.8 Persentasi Penurunan Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi

Kode pengujian	Keterangan	Waktu Pemeraman (hari)	Tinggi sampel awal $H_0$ (cm)	Beda Tinggi $\Delta H$ (cm)	(%) penurunan $\Delta H/H_0$
A	Tanah gambut	0	5.000	2.093	41.868
A2	tanah gambut + mikroorganisme asli (30 %)	30	5.000	1.977	39.540
A4	tanah gambut + mikroorganisme asli gambut 10 % + EM4 10% + P2000Z 10%	71	5.000	2.391	47.824

Besarnya nilai koefisien konsolidasi (cv) dapat dilihat pada Tabel 4.9, nilai cv untuk sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme sebesar 9.244 m<sup>2</sup>/thn–47,682 m<sup>2</sup>/th, nilai cv untuk sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme variasi 2 (A2) sebesar 7,548 m<sup>2</sup>/thn–41,553 m<sup>2</sup>/thn dan nilai cv untuk sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme variasi 4 (A4) sebesar 6,1099 m<sup>2</sup>/thn–12,093 m<sup>2</sup>/thn.

Tabel 4.9 Nilai Koefisien Konsolidasi (cv) sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi

Pressure (kPa)	Coeff. of consol. (cv) (m <sup>2</sup> /thn)		
	A	A2	A4
3	29.044	14.148	6.099
6	47.682	41.553	7.858
12	31.994	34.406	7.778
25	11.407	24.172	12.093
50	21.914	7.548	7.202
100	9.244	10.042	7.841



Gambar 4.11 Kurva Pressure vs Cv Sampel Tanah Gambut Ogan Komerling Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi

Kurva tekanan vs cv dapat dilihat pada Gambar 4.11. Bentuk kurva koefisien konsolidasi (cv) sampel tanah gambut A dan sampel tanah gambut A2 tidak terlalu berbeda, nilai Cv tertinggi terjadi ketika pada pembebanan 6 kPa. Terjadi variasi nilai Cv yang signifikan pada pembebanan yang berbeda dari 3 kPa-100 kPa. Bentuk kurva koefisien konsolidasi (cv) sampel tanah gambut A4 berbeda dari sampel tanah gambut A dan A1. Bentuk kurva Cv sampel tanah gambut A4 menunjukkan tidak terlalu signifikan perubahan nilai Cv pada pembebanan 3kPa, 6kPa, 12 kPa, 50 kPa, dan 100 kPa dan nilai Cv tertinggi terjadi pada pembebanan 25 kPa. Hal tersebut menunjukkan pada sampel tanah gambut A4 besarnya penurunan yang terjadi lebih konstan dibandingkan sampel tanah gambut A dan A2.

Kompresibilitas tanah gambut Ogan Komerling Ilir dapat ditinjau dari kadar serat dan perubahan angka pori ( $e$ ). Jika ditinjau dari kadar serat, sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme mengalami penurunan kadar serat dibandingkan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme, baik sampel tanah gambut A2 maupun sampel tanah gambut A4. Kadar serat yang paling kecil terdapat pada sampel tanah gambut A4, terjadi penurunan sebesar 13.09% dari kadar serat awal sebelum sampel tanah gambut diinjeksi mikroorganisme. penurunan kadar serat menunjukkan terjadinya degradasi,

dimana serat-serat tanah gambut telah termakan atau terdefraksi oleh mikroorganisme-mikroorganisme yang diinjeksikan ke dalam sampel tanah gambut.

Jika ditinjau dari perubahan angka pori, maka sampel tanah gambut A4 memiliki perubahan angka pori yang paling besar dibandingkan sampel tanah gambut A dan A2. Antara sampel tanah gambut A dan A2, besarnya perubahan angka pori tidak berbeda secara signifikan, sehingga pada sampel tanah gambut A2 proses degradasi belum dapat terlihat. Sedangkan pada sampel tanah gambut A4, terjadi perubahan angka pori yang lebih besar daripada sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Perubahan angka pori yang besar menunjukkan bahwa perilaku pemampatannya juga lebih besar.

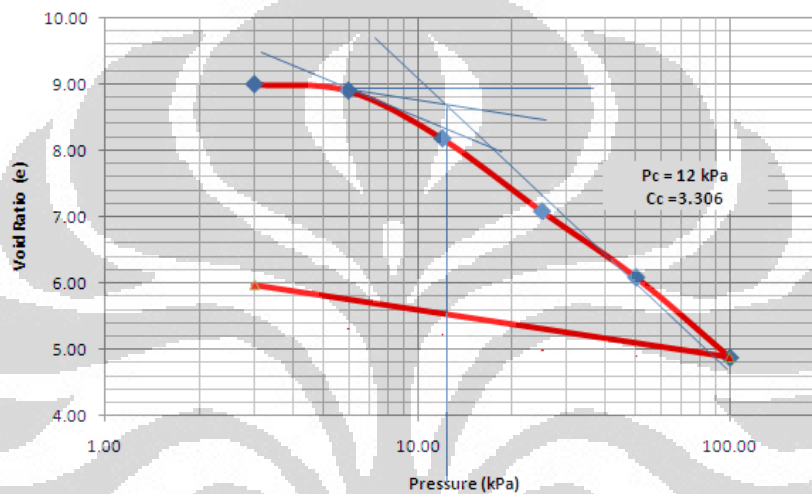
Tabel 4.10 Nilai Kadar Serat dan Perubahan Angka Pori ( $\Delta e$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi

Kode pengujian	Keterangan	Kadar Serat	Perubahan Angka Pori $\Delta e$
A	Tanah gambut	32.6	4.191
A2	tanah gambut + mikroorganisme asli (30 %)	27.27	3.982
A4	tanah gambut + mikroorganisme asli gambut 10 % + EM4 10% + P2000Z 10%	19.51	4.816

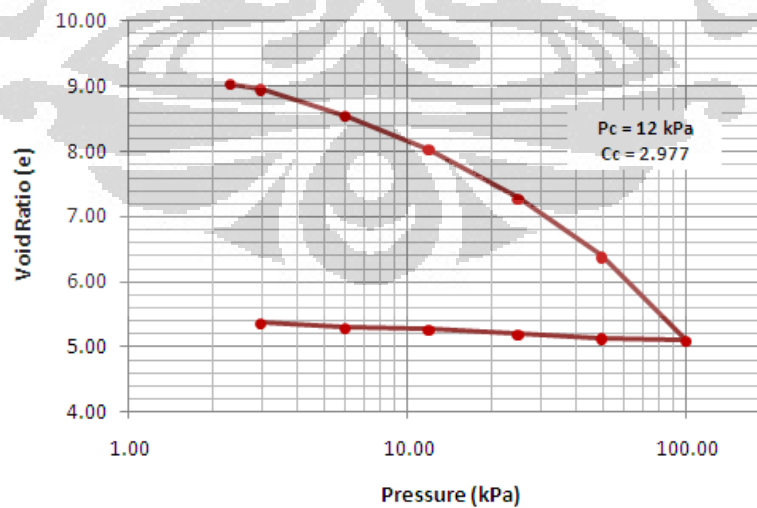
Nilai indeks kompresi ( $C_c$ ) pada sampel tanah gambut dengan menggunakan oedometer modifikasi ditunjukkan pada Gambar 4.12, sampai dengan Gambar 4.14 dan tabel 4.11. Terjadi penurunan nilai  $C_c$  pada sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme variasi 2 (A2) dengan lama waktu pemeraman 30 hari, dibandingkan dengan nilai  $C_c$  sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Sedangkan pada sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme variasi 4 (A4) dengan lama waktu pemeraman 71 hari terjadi kenaikan nilai  $C_c$  dibandingkan sampel tanah gambut sebelum diinjeksi

mikroorganisme.

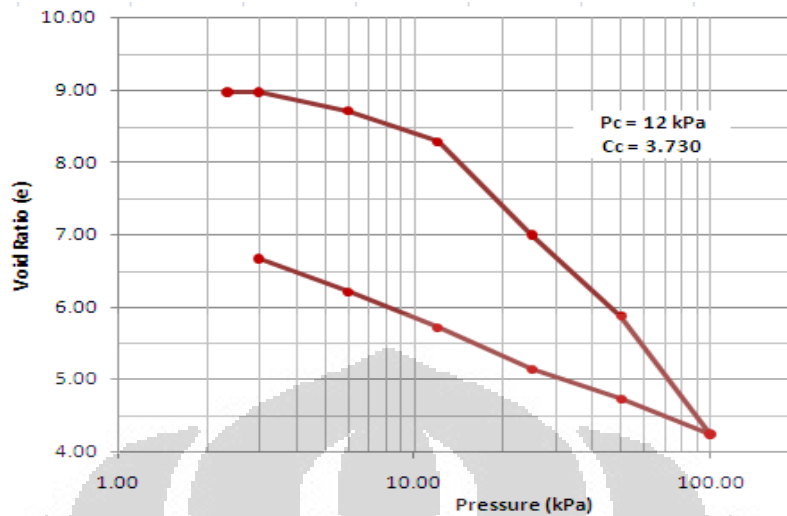
Nilai  $C_c$  yang meningkat terjadi pada sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme yang diperam selama 71 hari, sedangkan untuk sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme dengan waktu pemeraman 30 hari tidak terjadi kenaikan nilai  $C_c$ . Hal tersebut menunjukkan untuk sampel tanah gambut yang menggunakan diameter besar diperlukan waktu pemeraman yang lebih dari 30 hari untuk melihat terjadinya proses degradasi.



Gambar 4.12 Kurva Void ratio vs Pressure Sampel Tanah Gambut A dengan Oedometer Modifikasi



Gambar 4.13 Kurva Void ratio vs Pressure Sampel Tanah Gambut A2 dengan Oedometer Modifikasi



Gambar 4.14 Kurva Void ratio vs Pressure Sampel Tanah Gambut A4 dengan Oedometer Modifikasi

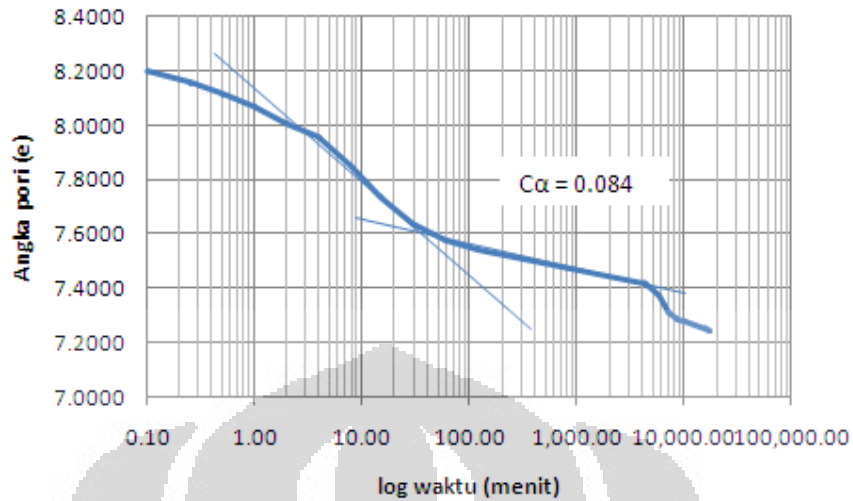
Tabel 4.11 Nilai Indeks Kompresi ( $C_c$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Menggunakan Oedometer Modifikasi

lokasi	keterangan	$C_c$
A	Tanah gambut	3.31
A2	tanah gambut + mikroorganisme asli (30%)	2.98
A4	tanah gambut + mikroorganisme asli (10%) + EM4 (10%) + P2000z (10%)	3.73

Besarnya  $P_c$  (Tegangan Prakonsolidasi) pada sampel tanah gambut asli Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan adalah 12 kPa sehingga pembebanan konstan di atas  $P_c$  yang diberikan untuk pengujian konsolidasi dengan alat oedometer modifikasi sebesar 25 kPa. Gambar 4.15 sampai dengan Gambar 4.17 menunjukkan kurva konsolidasi sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan pembebanan konstan 25 kPa.

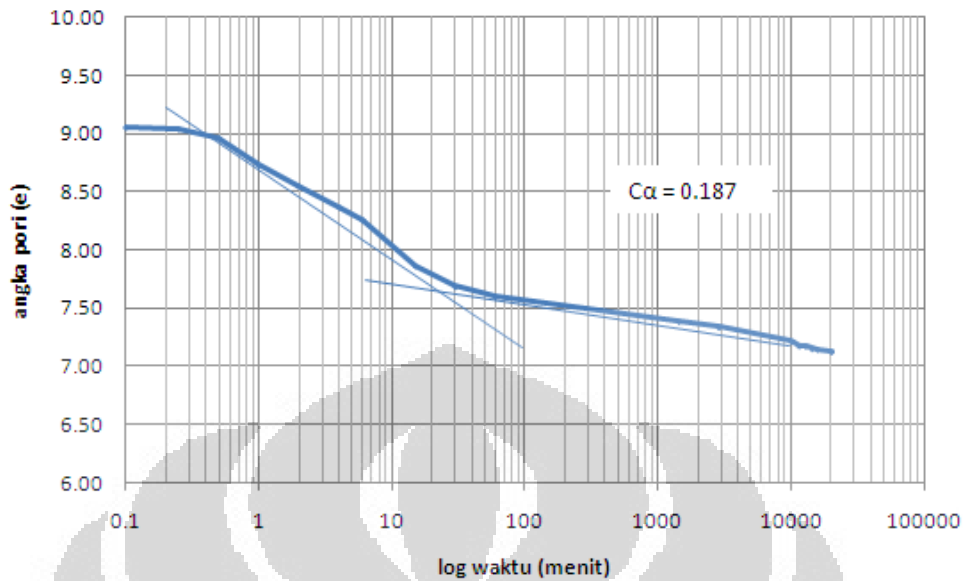
Pada kurva konsolidasi sampel tanah gambut A dengan oedometer modifikasi dan pembebanan konstan di atas  $P_c$  menunjukkan kurva pemampatan primer sekunder dan tersier dapat terlihat. Nilai  $C_\alpha$  untuk sampel tanah gambut asli adalah 0,084.



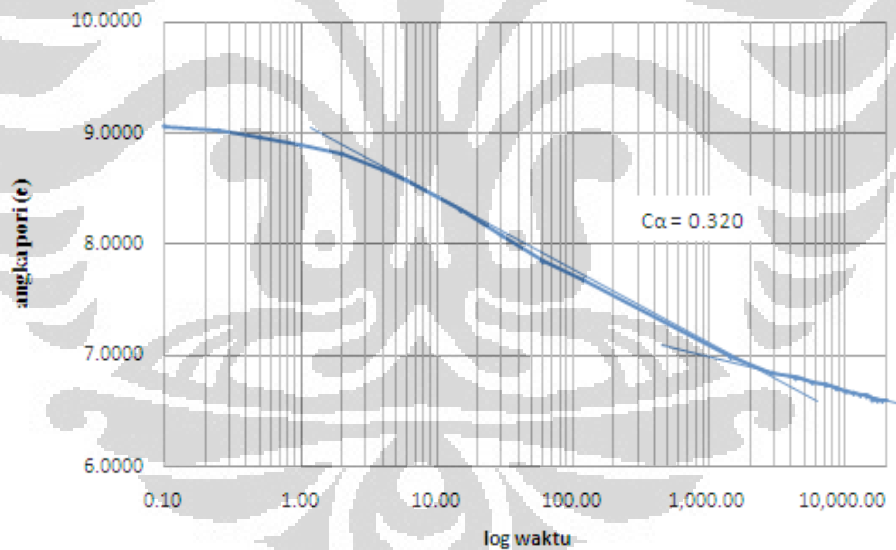


Gambar 4.15 Kurva Angka Pori vs Log Waktu Sampel Tanah Gambut A

Besarnya pembebanan konstan diatas  $P_c$  (tekanan prakonsolidasi) yang diberikan pada sampel tanah gambut A2 sebesar 25 kPa, sama seperti yang diberikan pada sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Gambar 4.16 menunjukkan kurva konsolidasi sampel tanah gambut dengan pembebanan konstan 25 kPa setelah diinjeksi mikroorganisme variasi 2 (A2). Pada kurva konsolidasi tersebut pemampatan primer dan sekunder dapat terlihat namun untuk pemampatan tersier belum terlihat jelas. Diperlukan waktu pembebanan yang lebih lama lagi untuk melihat kurva pemampatan tersier. Begitupun dengan kurva konsolidasi sampel tanah gambut A4 dengan pembebanan konstan 25 kPa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.17 belum menunjukkan pemampatan tersier secara jelas sedangkan bentuk kurva pemampatan primer dan tersier dapat dilihat.



Gambar 4.16 Kurva Angka Pori vs Log waktu Sampel Tanah Gambut A2



Gambar 4.17 Kurva Angka Pori vs Log waktu Sampel Tanah Gambut A4

Besarnya nilai koefisien konsolidasi sekunder ( $C\alpha$ ) untuk sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan baik sebelum diinjeksi mikroorganisme (A) maupun setelah diinjeksi mikroorganisme (A2) dapat dilihat pada Tabel 4.10. Dari hasil pengujian konsolidasi nilai koefisien kompresi

sekunder ( $C\alpha$ ) sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme lebih besar daripada nilai koefisien kompresi sekunder ( $C\alpha$ ) sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Hal ini berarti kompresi sekunder yang besarnya nilai koefisien konsolidasi sekunder ( $C\alpha$ ) untuk sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan baik sebelum diinjeksi mikroorganisme (A) maupun setelah diinjeksi mikroorganisme (A2) dapat dilihat pada Tabel 4.10. Dari hasil pengujian konsolidasi nilai koefisien kompresi sekunder ( $C\alpha$ ) sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme lebih besar daripada nilai koefisien kompresi sekunder ( $C\alpha$ ) sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Hal ini berarti kompresi sekunder yang terjadi setelah sampel tanah gambut diinjeksi mikroorganisme lebih besar dibandingkan kompresi sekunder yang terjadi pada sampel tanah gambut yang tidak diinjeksi mikroorganisme.

Tabel 4.12 Nilai Koefisien Konsolidasi Sekunder ( $C\alpha$ ) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi

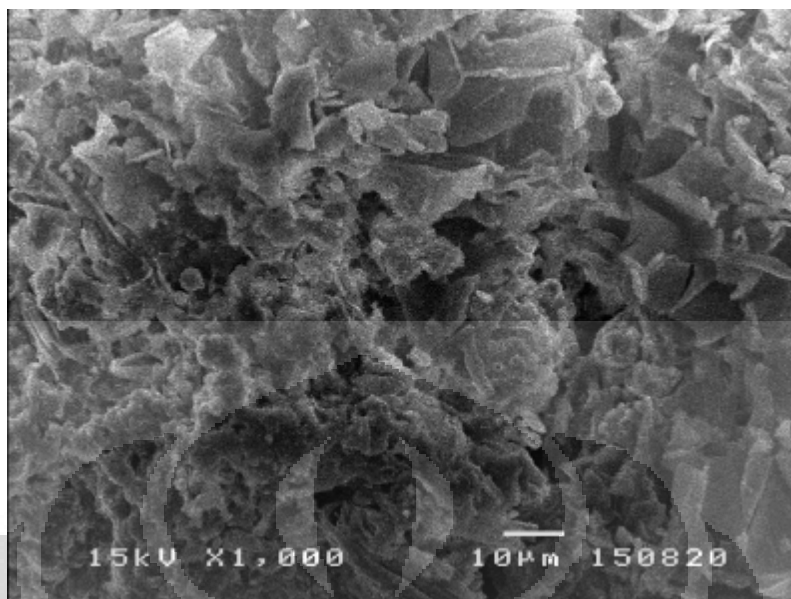
Kode	Keterangan	Nilai $C\alpha$
A	Tanah gambut	0.084
A2	tanah gambut + mikroorganisme asli gambut 30 %	0.187
A4	tanah gambut + mikroorganisme asli gambut 10 % + EM4 10% + P2000Z 10%	0.320

### 4.3. HASIL PENGUJIAN SEM

Dari hasil uji SEM sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan sebelum diinjeksi mikroorganisme dengan pembesaran 1500x, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.18 menunjukkan adanya serat-serat pada sampel tanah gambut yang berupa lignin dan selulosa. Hal ini menunjukkan bahwa sampel tanah gambut masih mengandung serat-serat gambut yang belum terdegradasi. Sedangkan pembacaan hasil SEM untuk sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme dengan pembesaran 1000x, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.19 menunjukkan butiran-butiran tanah gambut dan belum terlihat aktivitas mikroorganisme, hal ini disebabkan pembesaran yang dilakukan hanya 1000x, diperlukan hasil uji SEM dengan pembesaran sampai 10000x agar dapat melihat aktivitas mikroorganisme yang ada serta melihat adanya proses degradasi yang terjadi pada sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme. Karena itu hasil uji SEM yang ada belum dapat digunakan untuk melihat terjadinya proses degradasi pada sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan.



Gambar 4.18. Sampel Tanah Gambut Sebelum Diinjeksi Mikroorganisme (A) Dengan Pembesaran 1500 X



Gambar 4.19 Sampel Tanah Gambut Setelah Diinjeksi Mikroorganisme (A2) Dengan Pembesaran 1000 X



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

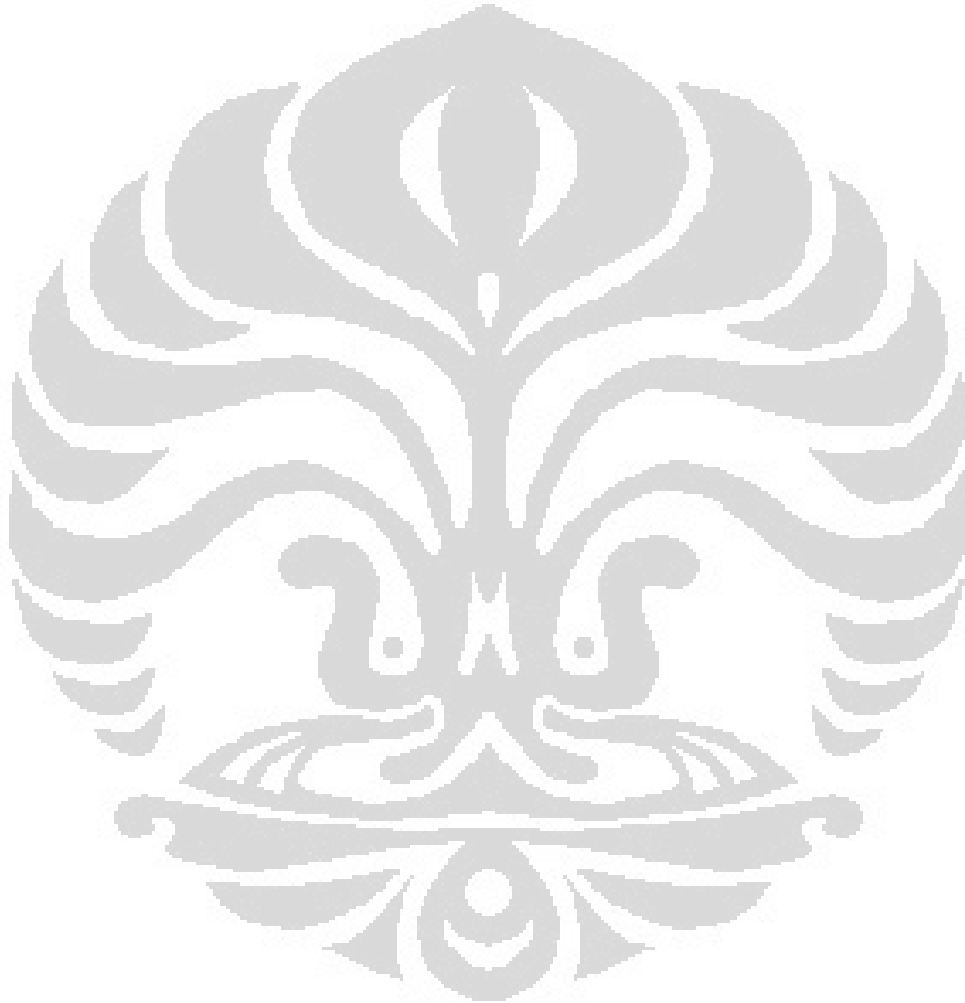
1. Tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan termasuk tanah gambut berserat (*fibrous peat*) berdasarkan uji kadar serat dan termasuk tingkat keasaman sedang (*moderately acidic*) berdasarkan uji pH.
2. Pemampatan sampel tanah gambut yang diinjeksi dengan kombinasi mikroorganisme asli (10%) dan pupuk hayati EM4 (10%) + P2000z (10%) atau sampel tanah gambut A4 lebih besar dari sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme jika ditinjau dari kadar serat dan perubahan angka pori.
3. Nilai koefisien konsolidasi sekunder ( $C\alpha$ ) sampel tanah gambut setelah diinjeksi mikroorganisme lebih besar daripada nilai  $C\alpha$  sampel tanah gambut sebelum diinjeksi mikroorganisme. Hal ini menunjukkan kompresi sekunder yang terjadi pada tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan semakin besar dengan penambahan mikroorganisme.
4. Pada penelitian ini berdasarkan hasil pengujian kadar serat, uji gula pereduksi, uji total mikroorganisme, uji rasio C/N pada sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, menunjukkan bahwa pada sampel tanah gambut yang diinjeksi dengan kombinasi mikroorganisme asli (10%) dan pupuk hayati EM4 (10%) + P2000z (10%) atau sampel tanah gambut variasi 4 (A4) memiliki tingkat degradasi yang lebih baik dibandingkan sampel tanah gambut variasi injeksi mikroorganisme lainnya.
5. Sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme yang diperam selama 30 hari belum menunjukkan terjadinya proses degradasi ditinjau dari perilaku konsolidasi, sedangkan untuk waktu pemeraman 71 hari telah menunjukkan adanya peningkatan proses degradasi oleh penambahan mikroorganisme walaupun hasilnya belum terlalu signifikan.

6. Nilai pH sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme pupuk hayati EM4 dan P2000Z meningkat secara signifikan (mendekati pH normal) dibandingkan nilai pH sampel tanah gambut yang diinjeksi mikroorganisme asli tanah gambut. Hal ini disebabkan karena pupuk hayati EM4 dan P2000Z memang memiliki fungsi menormalkan pH. Sehingga tanah gambut yang bersifat asam dapat dinormalkan dengan pupuk hayati EM4 dan P2000Z.

## 5.2. SARAN

1. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat karena dapat munculnya kesalahan-kesalahan yang terjadi, maka diperlukan penggunaan sampel tanah gambut yang lebih banyak serta perlu dilakukan pengujian dengan variasi campuran yang lebih banyak
2. Untuk mendapatkan perbandingan hasil injeksi mikroorganisme ke dalam sampel tanah gambut perlu dilakukan pengujian konsolidasi diameter besar (oedometer modifikasi) untuk semua variasi campuran mikroorganisme.
3. Perlu dilakukan pemeraman yang lebih lama (lebih dari 30 hari) untuk melihat efek penambahan mikroorganisme pada sampel tanah gambut dengan diameter besar (diameter = 5 cm)
4. Perlu dilakukan penyempurnaan alat pengujian konsolidasi oedometer modifikasi dan diperlukan kondisi pengujian yang terhindar dari gangguan getaran di sekitar pengujian konsolidasi tersebut. Hendaknya pengujian dilakukan di tempat tersendiri, dimana alat oedometer modifikasi diletakkan di dalam sebuah pan/ember besar yang diletakkan di lantai untuk memudahkan pemberian beban dan menghindari gangguan dari pengujian-pengujian lain.
5. Cawan sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme sebaiknya diletakkan di dalam sebuah tempat yang berisi air sehingga pada waktu pemeraman sampel tanah gambut tersebut dalam kondisi tergenangi air, hal tersebut untuk mendekati kondisi yang di lapangan.
6. Pembacaan hasil uji SEM untuk melihat proses degradasi yang terjadi pada sampel tanah gambut perlu dilakukan pembesaran sampai 10000x agar

dapat melihat perbedaan aktivitas mikroorganisme pada sampel tanah gambut sebelum dan sesudah diinjeksi mikroorganisme dan dilakukan pembesaran yang sama antara sampel tanah gambut yang belum diinjeksi mikroorganisme dengan sampel tanah gambut yang telah diinjeksi mikroorganisme.





## DAFTAR REFERENSI

- Adha, Aidil (2009). *Pengaruh Penambahan Abu Batubara (Fly Ash) Pada Tanah Gambut Terhadap Kapasitas Dukung Tanah*, Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Annual Book of ASTM Standars. (1989): *Soil and Rock; Building Stones; Geotwxtiles*, American Society o Testing and Material, Volume 04.08
- Arief Rakhman, Yunan. (2002). *Stabilisasi Gambut Rawa Pening dengan Semen dan Gypsum Sintesis (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O)*, Universitas Dipenogoro, Semarang.
- Buckman, H.O. dan Nyle, C.B. (1982.). *Ilmu Tanah*. Penerjemah Soegiman. Jakarta : Bhratara Karya Aksara.
- Dany Kurniawan, Alivia Adila (2004). *Stabilisasi Tanah Gambut dengan Clean Set Cement dan Perkuatan Tanah dengan Geotekstil*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Das Braja M. (1988), *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I*, Jakarta : Erlangga.
- Das Braja M. (1994). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid II*, Jakarta : Erlangga.
- Djarwadi, Didiek. (2006). *Konstruksi Jalan Di Atas Tanah Lunak Dengan Perkuatan Geotextile*, International Civil Engineering Conference "Towards Sustainable Civil Engineering Practice" Surabaya.
- Edil, T.B. dan Dhowian, A.W. (1979), *Analysis of long-Term Compression of Peats, Consolidation Behavior of Peats*, Geotechnical Engineering. Southeast Asian Society of soil Engineering, Vol. 10, hal. 159 – 178
- Edil, T.B. dan Dhowian, A.W. (1980). *Consolidation Behavior of Peats*, Geotechnical Testing Journal. Americal Society for Tersting and Materials, Vol. 3, No. 3, hal. 105 – 144.
- Epriliana, Selva. (2002). *Pengaruh Waktu Pembebanan Terhadap Penurunan Konsolidasi Tanah Gambut Kalimantan*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- Foth, H.D., (1991). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, Edisi Ketujuh. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Fauzia, Zulfa. (2001). *Test Rowe pada Stabilisasi Tanah Gambut dengan Menggunakan peat Solid*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia
- Hardjowigeno, S. (1993). *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta: Akademika Pressindo.

- Hendry. (1998), *Perbaikan Tanah Gambut Pulau Padang Dengan Campuran Semen-Renolith Dalam Kaitannya Sebagai Lapisan Dasar Konstruksi Jalan*, Intsitut Teknologi Bandung.
- Isroi. (2008). *Bioteknologi Mikroba untuk Pertanian Organik*, Biogen Online,
- Joleha. (2001). *Analisa Drainase Vertikal Untuk Mempercepat Konsolidasi Pada Tanah Lunak*, Fakultas Teknik Universitas Riau
- Landva, A.O., Korpijaakko, E.O., dan Pheeney, P.E. (1983), *Geotechnical Classification of Peat and Organic Soil*, ASTM STP 820, Americal Society for Testing and Materials, hal. 37-51
- Leong Sing, Wong. (2005, November). *Laboratory Evaluation of Horizontal Coefficient of Consolidation  $C_h$  of Fibrous Peat Soil*, Faculty of Civil Engineering, Universiti of Teknologi Malaysia
- Madjid, A. R. (2009). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Bahan Ajar Online untuk mata kuliah: (1) Dasar-Dasar Ilmu Tanah, (2) Kesuburan Tanah, dan (3) Pengelolaan Kesuburan Tanah Lanjut*, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Palembang
- Maulana AR. (2010). *Studi Analisis Dan Eksperimental Sifat Teknis Tanah Gambut Sumatera Selatan*, Institut Teknologi Bandung, Bandung,
- Mubekti. (2010). *Pola penurunan tanah di lahan gambut pada berbagai karakteristik tanah gambut (konsolidasi, kompaksi, dekomposisi) dan pengaruhnya terhadap emisi karbon*, BPPT
- M.Siagian, Rena, dkk (2003) *Studi Peranan Fungi Pelapuk Putih Dalam Proses Bidelignifikasi Kayu Sengon (Paraserianthes falcataria (L) Nielsen)*, Jurnal Ilmu & Teknologi Kayu Tropis
- Octriyana, Rico. (2010). *Perilaku Kompresibilitas Tanah Gambut Yang Dipadatkan Dengan Metode Modified Proctor*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- Olivia. (1997). *Studi karakteristik pemampatan tanah gambut Pontianak akibat pembebanan dengan pengaliran vertical dengan menggunakan sel rowe*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia
- Pandita. (1996). *Studi Karakteristik Konsolidasi Gambut dengan Drainase Horizontal Menggunakan Alat Sel Rowe*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia,
- Pusat Litbang Prasarana Transportasi. (2001). *Panduan Geoteknik 1: Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Dasar Tanah Lunak*. Bandung.
- Pusat Litbang Prasarana Transportasi. (2001). *Panduan Geoteknik 2: Penyelidikan Tanah Lunak, Desain & Pekerjaan Lapangan*. Bandung.

Pusat Litbang Prasarana Transportasi. (2001). *Panduan Geoteknik 3: Penyelidikan Tanah Lunak, Pengujian Laboratorium*. Bandung.

R.F Craig, (1991) *Mekanika Tanah*, Penerjemah Budi Susilo S. Jakarta: Erlangga  
Rahaju, Bharata. (1996). *Studi Karakteristik Konsolidasi Gambut Palembang dan Riau Menggunakan Sel Rowe*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.

Rinaldo, Vicky. (1995). *Karakteristik Fisik dari Tanah Gambut di Desa Tampan, Riau dan Kota Gambut Banjarmasin*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.

Riwandi. (2002). *Sifat Kimia Gambut dan Derivat Asam Fenolat : Komposisi Unsur Vs Spektra UV-Vis Ekstrak Gambut dengan Natrium Pirofosfat*, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

Rustamaji RM. (2005). *Studi Analisis Dan Eksperimentasi Perbaikan Tanah Gambut Dengan Cleanset Cement Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Dasar Untuk Konstruksi Timbunan Badan Jalan*, Intsitut Teknologi Bandung, Bandung.

Sandhyavitri, Ari, Wibisono, Gunawan, Dan Rioputra, M. Dian. (2009). *Aplikasi Metode Vertical Drain Untuk Stabilisasi Tanah Dasar Landasan Pacu Lapangan Terbang*, Simposium Xii Fstpt, Universitas Kristen Petra Surabaya.

Sitep, Irnayuli R., Santoso, Erdy, *Pemanfaatan Konsorsium Mikroba Tanah Untuk Rehabilitasi Hutan Rawa Gambut Terdegradasi*, Litbang Pembangunan Dan Pengelolaan Hutan Tanaman.

Soepandji, B.S. dan Rinaldo, V (1994). *Metode Pengambilan Contoh Tanah Tak Terganggu dengan Tabung Berdiameter Besar untuk Tanah Gambut*. Proceeding Seminar Nasional Tanah Gambut, BPP Teknologi, Jakarta.

Soepandji, B.S. (1996, September) *Konsolidasi Monodimensi Tanah Gambut Sumatera*, Jurnal Teknologi, Edisi No 3 Thn X.

Soepandji, B.S. A. Prakoso, Widjojo, Andia, Eriska. (1996, Juni). *Interpretasi Uji Konsolidasi Sebuah Pendekatan Alternatif*, Jurnal Teknologi, Edisi No 2 Thn X.

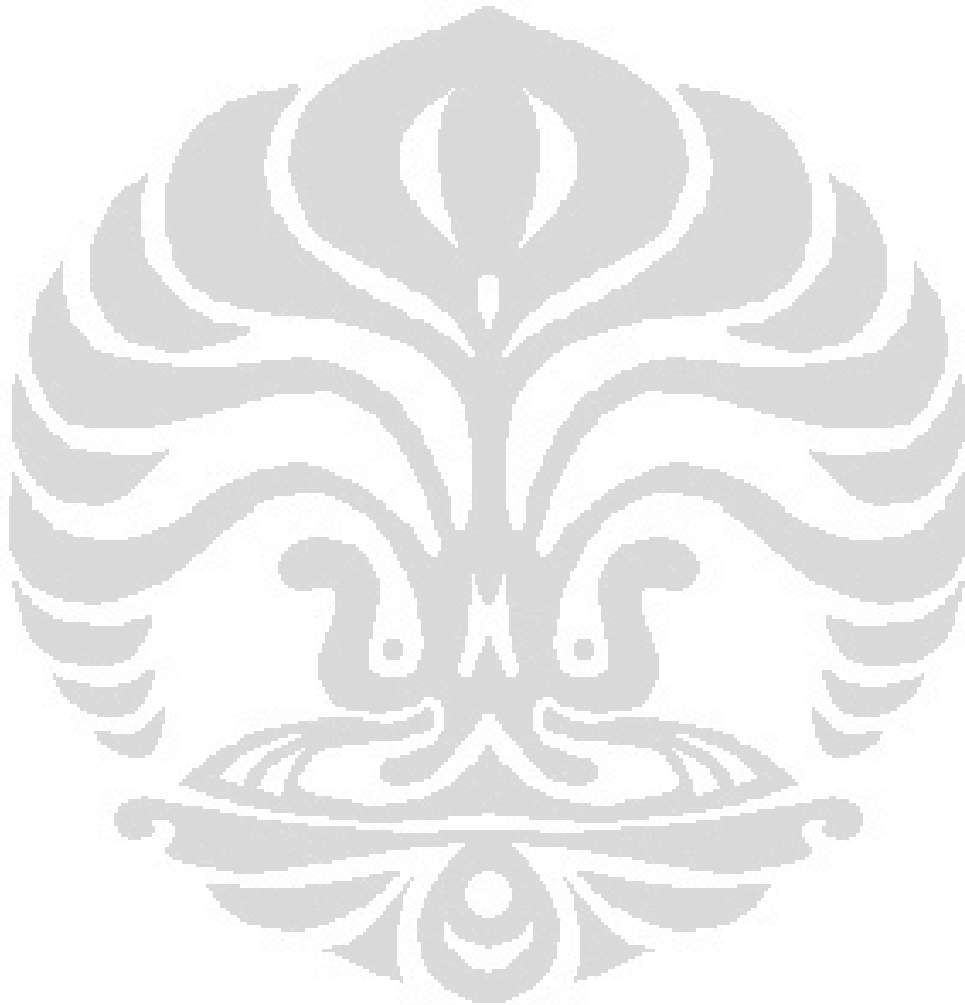
Sofyan, Nelwida (1999). *Konsolidasi Dengan dan Tanpa Drainase Vertikal (Sand Drain) pada Tanah Gambut Menggunakan Sel Rowe*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.

S. Soetopo, Rina, Rcc, Endang (2008), *Efektivitas Proses Pengomposan Limbah Sludge Ipal Industri Kertas Dengan Jamur*, Balai Besar Pulp Dan Kertas, Bandung.

Sugiharto, Diyan (2006), *Kecepatan Dekomposisi Sampah Organik Pasar Kota Batu Serta Tingkat Kandungan NPK Kompos Dengan Metode Vermikompos Dan EM4*, Berita Selulosa Vol. 43 (2).

Wongso Atmojo, Suntoro (2007), *Pupuk Organik dan Masa Depan Stok Pangan*, Solo Pos.

Yenni, Febri. (2008). *Perilaku Kompresibilitas Tanah Gambut Akibat Siklus Pembasahan dan Pengeringan Setelah Dipadatkan*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.



**Universitas Indonesia**

Lampiran 1 Hasil Uji Kadar Air Tanah Gambut Asli



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028

**Kadar Air**

Project : tesis  
 Location : Lab Mektan FTUI Sample No. : A  
 Description of Soil : Peat (gambut) Depth of Sample : 0.5 m  
 Tested By : Siti Muslikah Date of Testing : 28-10-2010

No. Container		A1	A2	A3	A
Wt. of cup + wet soil	$W_1$	38.09	31.28	36.51	34.42
Wt. of cup + dry soil	$W_2$	13.19	12.42	14.51	9.18
Wt. of cup	$W_3$	8.64	8.75	9.04	4.32
Wt. of dry soil	$W_2 - W_3$	4.55	3.67	5.47	4.86
Wt. of water	$W_1 - W_2$	24.90	18.86	22.00	25.24
water content, w %	$W$	547.25	513.90	402.19	519.34
<b>kadar air rata2</b>		<b>495.6711</b>			

## Lampiran 2 Hasil Uji Atterberg Limit Tanah Gambut Asli



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

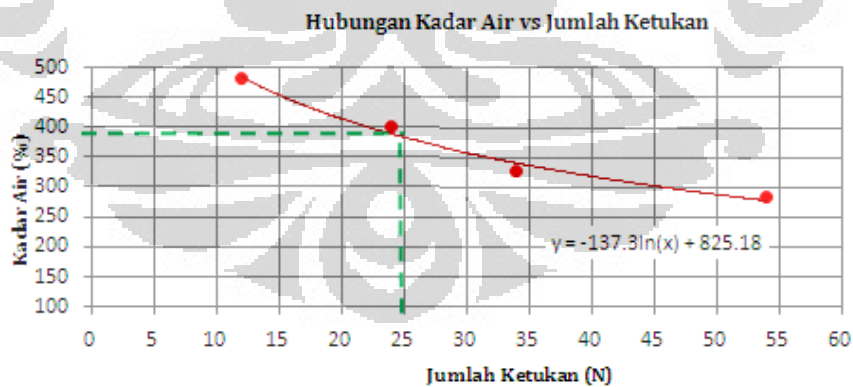
Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028

### ATTERBERG LIMIT DETERMINATION

Project : tesis  
Location : Lab Mektan FTUI Sample No. : A  
Description of Soil : Peat (gambut) Depth of Sample : 0.5 m  
Tested By : Siti Muslikah Date of Testing : 22-10-2010

### LIQUID LIMIT DETERMINATION (LL)

No. can	I	II	III	IV
Berat tanah basah + can (gr)	28.36	32.05	27.71	27.2
Berat tanah kering + can (gr)	12.58	12.91	13.09	13.3
Berat can (gr)	8.64	8.94	8.62	8.37
Berat air (gr)	15.78	19.14	14.62	13.90
Berat tanah kering (gr)	3.94	3.97	4.47	4.93
Kadar air (%)	400.51	482.12	327.07	281.95
Jumlah ketukan	24	12	34	54



#### Keterangan :

Batas cair didapat dengan menarik garis vertikal pada  $N = 25$  sampai memotong grafik

Liquid Limit (LL) =  $-137.3 \ln(25) + 825.18$

Liquid Limit (LL) = 383.23 %



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028

### ATTERBERG LIMIT DETERMINATION

Project : tesis  
Location : Lab Mektan FTUI  
Description of Soil : Peat (gambut)  
Tested By : Siti Muslikah  
Sample No. : A  
Depth of Sample : 0.5 m  
Date of Testing : 22-10-2010

### PLASTIC LIMIT DETERMINATION (PL)

No. can	I	II
Berat tanah basah + can (gr)	40.48	37.72
Berat tanah kering + can (gr)	29.72	26.28
Berat can (gr)	24.88	20.91
Berat air (gr)	10.76	11.44
Berat tanah kering (gr)	4.84	5.37
Kadar air (%)	222.31	213.04
Kadar air rata-rata atau PL (%)	217.67	

Keterangan :

Plastic Index (PI) = LL - PL

Plastic Index (PI) = 165.55 %

Lampiran 3 Hasil Uji Kadar AbuTanah Gambut Asli



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax.  
(021) 7270028

**Kadar Abu**

Project : tesis  
 Location : Lab Mektan FTUI      Sample No. : A  
 Description of Soil : Peat (gambut)      Depth of Sample : 0.5 m  
 Tested By : Siti Muslikah      Date of Testing : 29-10-2010

a). mencari kadar air kering oven 60° C

No. Container		A1	A2	A3
Wt. of cup + wet soil	(w <sub>1</sub> )	173.30	170.51	169.51
Wt. of cup + dry soil	(w <sub>2</sub> )	76.46	83.84	84.95
Wt. of cup	(w <sub>3</sub> )	53.09	61.05	60.85
Wt. of dry soil	(w <sub>2</sub> -w <sub>3</sub> )	23.37	22.79	24.10
Wt. of water	(w <sub>1</sub> -w <sub>2</sub> )	96.84	86.67	84.56
water content, w %		414.38	380.30	350.87

w rata2 oven 60°C      381.85

w rata2 oven 105°C      495.67

kadar air pada oven 60° C

b). mencari kadar abu

No. Container		A1	A2	A3
Wt. of cup + dry soil (oven 60°C)	(w <sub>1</sub> )	76.46	83.84	84.95
Wt. of cup + dry soil (oven 60°c)	(w <sub>2</sub> )	57.08	67.21	67.30
Wt. of cup	(w <sub>3</sub> )	53.09	61.05	60.85
Wt. of dry soil	(w <sub>2</sub> -w <sub>3</sub> )	3.99	6.16	6.45
Wt. of water	(w <sub>1</sub> -w <sub>2</sub> )	19.38	16.63	17.65

massa abu	3.99	6.16	6.45
massa benda uji kering oven	23.37	22.79	24.10



$$\text{kadar abu (\%)} = \frac{(\text{massa abu, gr}) \times 100}{\text{massa benda uji kering oven, gram}}$$

	A1	A2	A3
kadar abu (%) =	17.07	27.04	26.78
kadar abu rata-rata =	23.63		

$$\text{kadar bahan organik (\%)} = 100 - \text{kadar abu (\%)}$$

	A1	A2	A3
kadar organik =	82.93	72.96	73.22
kadar organik rata-rata =	76.37		

## Lampiran 4 Hasil Uji Kadar Organik Tanah Gambut Asli



UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK - DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
**LABORATORIUM TEKNIK PENYEHATAN & LINGKUNGAN**  
Kampus Baru UI Telp : (021) 7875031, 7270029 Fax. (021) 7270028 Depok 16424 Indonesia

### HASIL ANALISA KIMIA

Nomor Laboratorium : PM. 01.04-/XI/2010  
Nama Pengirim / Instansi : Siti Muslikah  
Nama Contoh : Tanah Gambut  
Tanggal Penerimaan Sampel : 28 Oktober 2010

NO	PARAMETER	KODE SAMPEL	HASIL ANALISA (%)
1.	C-Organik	A1	30.53
		A2	36.36
		B1	35.52
		B2	40.92

#### Catatan :

- Sampel yang diperiksa telah dihilangkan kandungan airnya oleh konsumen, dan tidak menjadi tanggung jawab laboratorium.

Depok, 08 November 2010  
Kepala Laboratorium Teknik Penyehatan dan Lingkungan



Dr. Irma Gusniani, MSc.  
NIP. 195501031985032001

Tembusan : Arsip

## Lampiran 5 Hasil Uji Kadar Serat Tanah Gambut Asli



**BALAI PENELITIAN TANAH**

Jl. Ir. H. Juanda no. 98 Bogor

Telepon: (0251) 8323012

Fax: (0251) 8322933

E-mail: SOIL-RI@Indosat.net.id

### HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

**Nomor** : 3106/2010  
**Permintaan** : Siti Muslikah  
**Asal/Lokasi** : Ds. Kayu Agung,  
 Kec. Kayu Agung, Kab. Oki, Sulsel.  
**Objek** : -  
**Tgl.Penerimaan** : 8 Nopember 2010  
**Tgl.Pengujian** : 10 - 12 Nopember 2010  
**Jumlah** : 6 Contoh

1 dari 1

Nomor Contoh			Seri No.	Serat		Abu	Air
Urut	Laboratorium	Pengirim		tidak digerus	digerus		
			L	----- % -----		%	%
1	10.09939	A1	1	35,90	2,56	-	80,99
2	10.09940	A2	2	30,95	4,76	-	85,07
3	10.09941	A3	3	30,95	4,76	-	80,94
4	10.09942	B1	4	34,29	2,86	-	87,21
5	10.09943	B2	5	17,14	2,86	-	83,40
6	10.09944	B3	6	25,00	2,50	-	86,11

*Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak untuk diperbanyak*

Bogor, 15 Nopember 2010

Manajer Teknis,



Eviati SSi

Lampiran 6 Hasil Uji Rasio C/N Tanah Gambut Asli



DEPARTEMEN PERTANIAN  
 BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
 BALAI BESAR SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN  
 BALAI PENELITIAN TANAH  
**LABORATORIUM TANAH**  
 Jl. Ir. H. Juanda No. 98, Bogor 16123. Telp: (0251) 8322933 Fax: (0251) 8322933



**SERTIFIKAT PENGUJIAN**  
*CERTIFICATE OF ANALYSIS*

**HASIL ANALISIS CONTOH TANAH**

Nomor : 582/2011  
 Permintaan : Siti Muslikah  
 Asal/Lokasi : Ds. Kayuayung, Kec. Kayu Agung, Kab. OKI, Sumsel  
 O b j e k : -  
 Tgl.Penerimaan : 6 April 2011  
 Tgl.Pengujian : 7 - 13 April 2011  
 J u m l a h : 6 Contoh

1 dari 1

Urut	Nomor Contoh		Batas Horison Atas-bawah cm	Seri No. 55	Terhadap contoh kering 105°C							
	Laboratorium	Pengirim			Bahan organik		HCl 25%			Olsen P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Bray 1 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Morgan K <sub>2</sub> O
					Walkley & Black C	Kjeldahl N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
				%		mg/100 g			ppm			
1	11.03686	A1		33	41,23	1,08	38	-	-	-	-	
2	11.03687	A2		34	45,23	0,99	46	-	-	-	-	
3	11.03688	A3		35	48,71	1,16	42	-	-	-	-	
4	11.03689	B1		36	53,97	0,85	63	-	-	-	-	
5	11.03690	B2		37	49,51	0,76	65	-	-	-	-	
6	11.03691	B3		38	43,33	0,69	63	-	-	-	-	

Bogor, 15 April 2011

Manajer Teknis,  
  
 Ewati SSI



Lampiran 7 Hasil Uji pH tanah, Gula Reduksi, dan Total Mikroorganisme Tanah Gambut Asli



**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA**

Indonesian Institute of Sciences

**PUSAT PENELITIAN BIOTEKNOLOGI**

Research Center for Biotechnology

Jln. Raya Bogor km. 46, Cibinong 16911, Kabupaten Bogor - Indonesia  
Telp : (021) 8754587 (sentral), 8754625, 8754626, 8754627, 8753650  
Fax : (021) 8754588

e-mail : p2biotek@indo.net.id  
website : http://www.lipi.go.id/biotek  
PO Box : Bogor 422

Hal : Laporan uji sampel tanah kerjasama riset Cibinong, 13 April 2011

Kepada  
Yth **Ibu Siti**  
Mahasiswa Pascasarjana Magister Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Di tempat

*Assalamualaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh*

Dengan hormat,

Telah dilakukan pengujian sampel tanah gambut H-0 berdasarkan beberapa parameter yang diminta. Berikut saya sampaikan hasil pengujian tersebut.

*Tabel 1.* Hasil pengujian sampel tanah gambut H-0.

No	Kode Sampel	Parameter		
		pH tanah	gula reduksi (g/L)	Total mikroba (CFU/mL)
1	A1	4.81	6.2174	$2.7675 \times 10^5$
2	A2	4.5	5.4926	$2.27 \times 10^7$
3	A3	5.07	6.8177	$1.19 \times 10^6$
4	B1	5.41	8.5277	$6.55 \times 10^6$
5	B2	5.06	8.8901	$3.5275 \times 10^7$
6	B3	4.12	15.7531	$2.02 \times 10^6$

Demikian laporan hasil pengujian yang bisa diberikan. Atas kerjasamanya diucapkan terimakasih.

*Wassalamualaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh*

Penguji,

Eko Suyanto,S.Si

Lampiran 8 Hasil Uji Kadar Serat dan Rasio C/N Tanah Gambut Setelah Diinjeksi Mikroorganisme dengan Waktu Pemeraman 30 hari



DEPARTEMEN PERTANIAN  
 BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
 BALAI BESAR SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN  
 BALAI PENELITIAN TANAH  
**LABORATORIUM TANAH**  
 Jl. Ir. H. Juanda No. 98, Bogor 16123. Telp: (0251) 8322933 Fax: (0251) 8322933



**SERTIFIKAT PENGUJIAN**

CERTIFICATE OF ANALYSIS

**HASIL ANALISIS CONTOH TANAH**

Nomor : 0895/2011  
 Permintaan : Siti Muslikhah  
 Asal/Lokasi : Ds. Kayu Agung, Kec. Kayu Agung,  
 Kab. Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan  
 O b j e k : -  
 Tgl.Penerimaan : 11 Mei 2011  
 Tgl.Pengujian : 16 - 20 Mei 2011  
 J u m l a h : 5 Contoh

1 dari 1

Nomor Contoh			Batas Horison Atas -bawah cm	Seri No. 80	Terhadap contoh kering 105 °C						
Urut	Laboratorium	Pengirim			Bahan organik			HCl 25%		Serat	
					Walkley &Black C	Kjeldahl N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	tidak digerus	digerus
1	11.04606	A1	20	39,03	0,96	41	-	-	23,81	2,38	
2	11.04607	A2	21	40,68	1,54	26	-	-	27,27	4,55	
3	11.04608	A3	22	36,53	1,70	21	-	-	26,67	4,44	
4	11.04609	A4	23	36,68	2,13	17	-	-	19,51	2,44	
5	11.04610	A5	24	39,40	2,57	15	-	-	24,44	2,22	

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak untuk diperbanyak

Bogor, 23 Mei 2011  
 Manajer Teknis,  
 Balai Penelitian Tanah  
 Eviati SSi

Lampiran 9 Hasil Uji pH tanah, Gula Reduksi, dan Total Mikroorganisme Tanah Gambut Seelah Diinjeksi Mikroorganisme dengan Waktu Pemeraman 30 hari



**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA**  
Indonesian Institute of Sciences  
**PUSAT PENELITIAN BIOTEKNOLOGI**  
Research Center for Biotechnology

Jln. Raya Bogor km. 46, Cibinong 16911, Kabupaten Bogor - Indonesia  
Telp : (021) 8754587 (sentral), 8754625, 8754626, 8754627, 8753650  
Fax : (021) 8754588

e-mail : p2biotek@indo.net.id  
website : http://www.lipi.go.id/biotek  
PO Box : Bogor 422

Hal : Laporan uji sampel tanah kerjasama riset

Cibinong, 14 Mei 2011

Kepada  
Yth **Ibu Siti**  
Mahasiswa Pascasarjana Magister Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Di tempat

*Assalamualaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh*

Dengan hormat,

Telah dilakukan pengujian sampel tanah gambut berdasarkan beberapa parameter yang diminta. Berikut saya sampaikan hasil pengujian tersebut.

*Tabel 1.* Hasil pengujian sampel tanah gambut.

No	Kode Sampel	Parameter		
		pH tanah	gula reduksi (g/L)	Total mikroba (CFU/mL)
1	A1	5,37	6,8743	$3,8 \times 10^7$
2	A2	5,66	9,8414	$2,653 \times 10^7$
3	A3	5,89	8,8788	$1,12 \times 10^8$
4	A4	6,70	7,4858	$5,5 \times 10^8$
5	A5	7,20	7,7123	$3,8 \times 10^7$

Demikian laporan hasil pengujian yang bisa diberikan. Atas kerjasamanya diucapkan terimakasih.

*Wassalamualaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh*

Penguji,

Eko Suyanto,S.Si

Lampiran 10. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A dengan Alat Oedometer Standar

**CONSOLIDATION TEST (Time Compression)**

**Project** : Tesis  
 Lab Mektan  
**Location** : FTUI  
**Sample No.** : A  
**Description of Soil** : peat  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Date of Testing** : 8/10/2010

**Ring dimension**

Diameter (cm) : 6.37  
 Height (cm) : 2.00  
 Area (cm<sup>2</sup>) : 31.85  
 Volume (cm<sup>3</sup>) : 63.71  
 Wt of ring (gr) : 58.02

**Water Content Determination**

Wt wet soil + ring (gr) : 125.78  
 Wt dry soil +ring (gr) :  
 Wt of moisture (gr) :  
 Wt of dry soil (gr) :  
 Initial water content(%) : 495.67

**Settlement Data**

	Date	8/10	9/10	10/10	11/10	12/10	13/10	14/10
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kPa	1.040	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	57	293	514	711	943	1161	1305
	0.10		315	538	727	957	1172	1318
	0.25		326	544	734	963	1177	1324
	0.50		338	551	742	969	1182	1332
	1.00		356	562	759	979	1191	1338
	2.00		381	579	781	995	1204	1360
	4.00		413	602	806	1017	1220	1388
	8.00		439	625	834	1044	1240	1409
	15.00		456	643	858	1066	1254	1425
	30.00		469	660	878	1087	1261	1439
	60.00		474	671	894	1102	1270	1448
	120.00		479	683	903	1112	1278	1456
	1440		514	711	943	1161	1305	1474
<b>Unloading</b>			1420	1429	1439	1451	1463	1474

**Calculation**

Initial height of soils (Hi) : 2.00 cm  
 Specific gravity (Gs) : 1.80  
 Wt ring + speciment : 125.78 gr  
 Wt of ring : 58.02 gr  
 Wt wet soil (Wt) : 67.76 gr  
 Computed dry wt of soil (Ws') : 11.38 gr  
 Oven dry wt of soil (Ws) : 11.38 gr  
 Computed Ht of solids (Ho) : 0.199 cm  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.80 cm  
 Initial degree saturation (Si) : 98.27 %



Initial void ratio (eo) : 9.07

**Final Test Data**

Initial Dial Reading : 57

Final Dial Reading : 1474

Change in Sampel Ht : 1.417 cm

Final Ht of voids (Hvf) : 0.384 cm

Final Void Ratio (ef) : 1.935 cm

Po : 79.773 gr/cm<sup>2</sup>      0.080 kg/cm<sup>2</sup>



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028



## CONSOLIDATION TEST (Computation Sheet for e and cv)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** : 8/10/2010

### Sample Data

Sample Volume (V) : 63.71 Dry Wt of Soils (Ws) : 11.38  
 Ht of Soils (Hi) : 2.00 Ht of Solid (Ho) : 0.20  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.80 Initial Void Ratio (eo) : 9.07

Pressure (kPa)	Def. dial reading at end of load <sup>a</sup> (cm)	Change sample ht ( $\Delta h$ ) (cm)	Change in void ratio $\Delta e = \Delta h / H_o$	Inst void ratio e	Average <sup>b</sup> ht. for load (cm)	Length of drainage path, (H <sup>c</sup> ) (cm)	Time for 90% consol. <sup>d</sup> (min)	Coeff. of consol. (cv) (cm <sup>2</sup> /min)
0.000	0.057	0.000	0.000	9.07	2.000	1.000		
1.040	0.2930	0.236	1.188	7.88	1.882	0.941		
3.000	0.5140	0.457	2.301	6.77	1.654	0.827	7.84	0.074
6.000	0.7110	0.654	3.293	5.78	1.327	0.663	9.61	0.039
12.000	0.9430	0.886	4.461	4.61	0.884	0.442	9.61	0.017
25.000	1.1610	1.104	5.558	3.51	0.332	0.166	14.44	0.002
50.000	1.3050	1.248	6.283	2.79	-0.293	-0.146	10.89	0.002
100.000	1.4740	1.417	7.134	1.94	-1.001	-0.501	7.84	0.027
50.000	1.4630	-0.011	-0.055	1.99	-0.996	-0.4978		
25.000	1.4510	-0.023	-0.116	2.05	-0.984	-0.4920		
12.000	1.4390	-0.035	-0.176	2.11	-0.967	-0.4833		
6.000	1.4290	-0.045	-0.227	2.16	-0.944	-0.4720		
3.000	1.4200	-0.054	-0.272	2.21	-0.917	-0.4585		

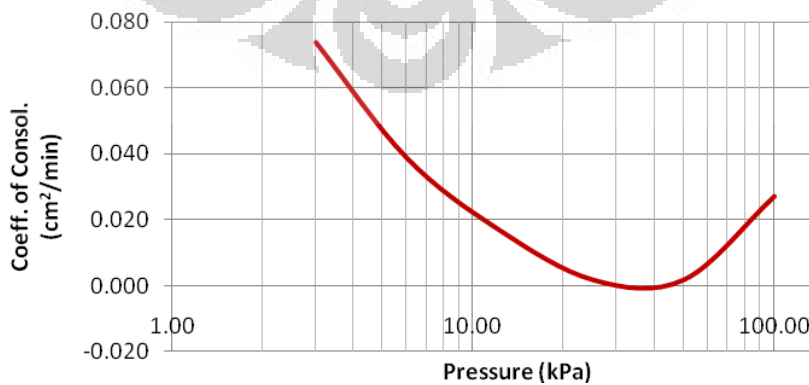
<sup>a</sup>Final dial reading of preceding load = initial dial reading of following load

<sup>b</sup>Average ht. for load increment = Ht. at beginning of load -  $\frac{1}{2}\Delta H$

<sup>c</sup>H = length of longest drainage path; for floating ring consolidation =  $\frac{1}{2}$  average ht. for given load increment

<sup>d</sup>From the dial reading vs log t curves

### Grafik Hubungan Tekanan vs Cv



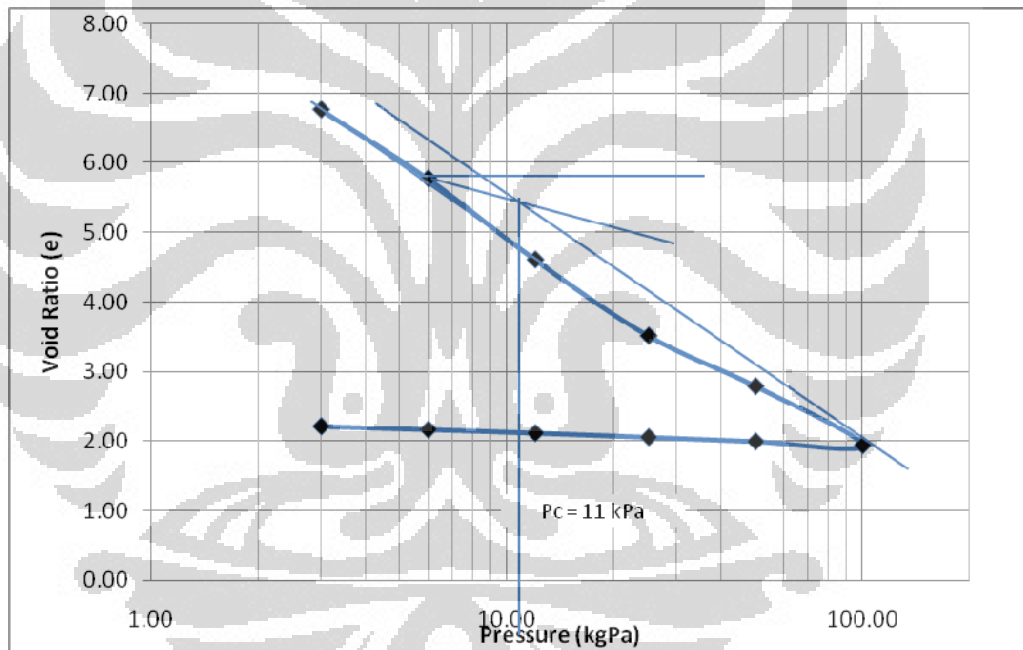
## CONSOLIDATION TEST (Determination of Pra-consolidation Pressure)


**Project** : Tesis  
Lab Mektan  
**Location** : FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Sample No.** : A  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 8/10/2010

### Result

w : 495.67 %      Cc : 3.44  
Gs : 1.798      Cr :  
Sr : 98.27 %      Po : 0.80 kPa  
e<sub>o</sub> : 9.07      Pc : 11.00 kPa

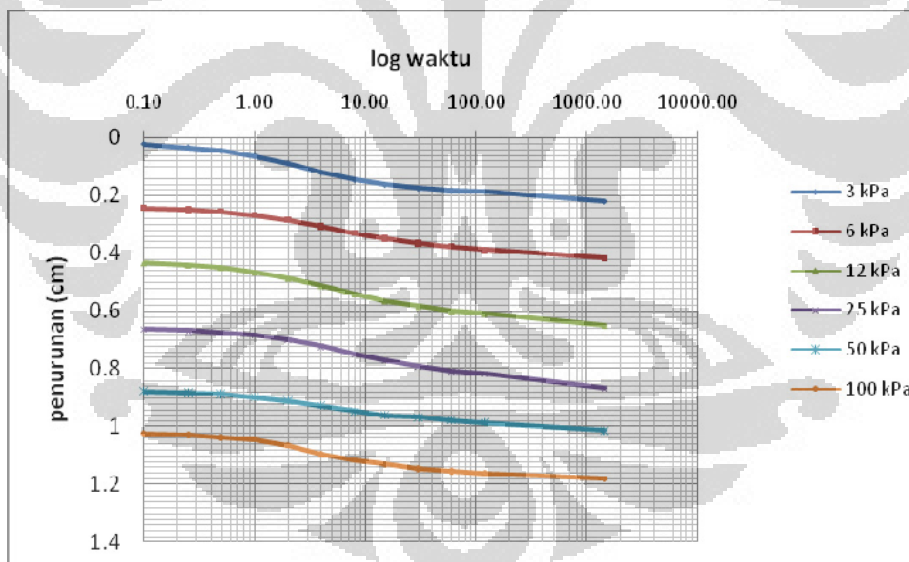
**Grafik Penentuan Tekanan Prakonsolidasi (Pc)**



	<p>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</p> <p>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</p> <p>Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028</p>	
---	---	--

### Penurunan

	Date	8/10	9/10	10/10	11/10	12/10	13/10	14/10
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kPa	1.040	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	0	0	0.221	0.418	0.65	0.868	1.012
	0.10		0.022	0.245	0.434	0.664	0.879	1.025
	0.25		0.033	0.251	0.441	0.67	0.884	1.031
	0.50		0.045	0.258	0.449	0.676	0.889	1.039
	1.00		0.063	0.269	0.466	0.686	0.898	1.045
	2.00		0.088	0.286	0.488	0.702	0.911	1.067
	4.00		0.12	0.309	0.513	0.724	0.927	1.095
	8.00		0.146	0.332	0.541	0.751	0.947	1.116
	15.00		0.163	0.35	0.565	0.773	0.961	1.132
	30.00		0.176	0.367	0.585	0.794	0.968	1.146
	60.00		0.181	0.378	0.601	0.809	0.977	1.155
	120.00		0.186	0.39	0.61	0.819	0.985	1.163
	1440		0.221	0.418	0.65	0.868	1.012	1.181



Lampiran 11. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A1 dengan Alat Oedometer Standar

**CONSOLIDATION TEST (Time Compression)**

**Project** : Tesis  
 Lab Mektan  
**Location** : FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Sample No.** : A1  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 04/05/2011

**Ring dimension**

Diameter (cm) : 6.33  
 Height (cm) : 1.94  
 Area (cm<sup>2</sup>) : 31.40  
 Volume (cm<sup>3</sup>) : 60.99  
 Wt of ring (gr) : 54.46

**Water Content Determination**

Wt wet soil + ring (gr) : 119.3  
 Wt dry soil +ring (gr) : 67.65  
 Wt of moisture (gr) : 51.65  
 Wt of dry soil (gr) : 13.19  
 Initial water content(%) : 391.58

**Settlement Data**

	Date	05/05	06/05	09/05	10/05	11/05	12/05	13/05
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kPa	1.040	3.000	6.000	12.000	25.000	50.000	100.000
Loading	0.00	15.2	74.5	240	540.5	802	1098	1285.5
	0.10		105	260	550	817	1103	1297
	0.25		124	265	557	820	1111	1300.5
	0.50		143	279	566	828	1116	1304.5
	1.00		159	305	578	837	1130.5	1310
	2.00		173	338	596	850	1140.5	1316.5
	4.00		184	379	620	872	1156	1330
	8.00		193	416	645.5	893	1175	1345
	15.00		198	440.5	671	922	1194.5	1350
	30.00		202.5	457.5	690.5	944	1213.5	1355
	60.00		206.5	474	709	963	1229.5	1360
	120.00		215	489	721	978	1241	1368
	1440.00		240	540.5	802	1098	1285.5	1412.8
<b>Unloading</b>			1354	1367	1375	1387.2	1399.2	1412.8

**Calculation**

Initial height of soils (Hi) : 1.94 cm  
 Specific gravity (Gs) : 1.80  
 Wt ring + speciment : 119.3 gr  
 Wt of ring : 54.46 gr  
 Wt wet soil (Wt) : 64.84 gr  
 Computed dry wt of soil (Ws') : 13.19 gr  
 Oven dry wt of soil (Ws) : 13.19 gr  
 Computed Ht of solids (Ho) : 0.234 cm  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.71 cm  
 Initial degree saturation (Si) : 96.27 %

Initial void ratio (eo) : 9.07

**Final Test Data**

Initial Dial Reading : 15.2

Final Dial Reading : 1412.8

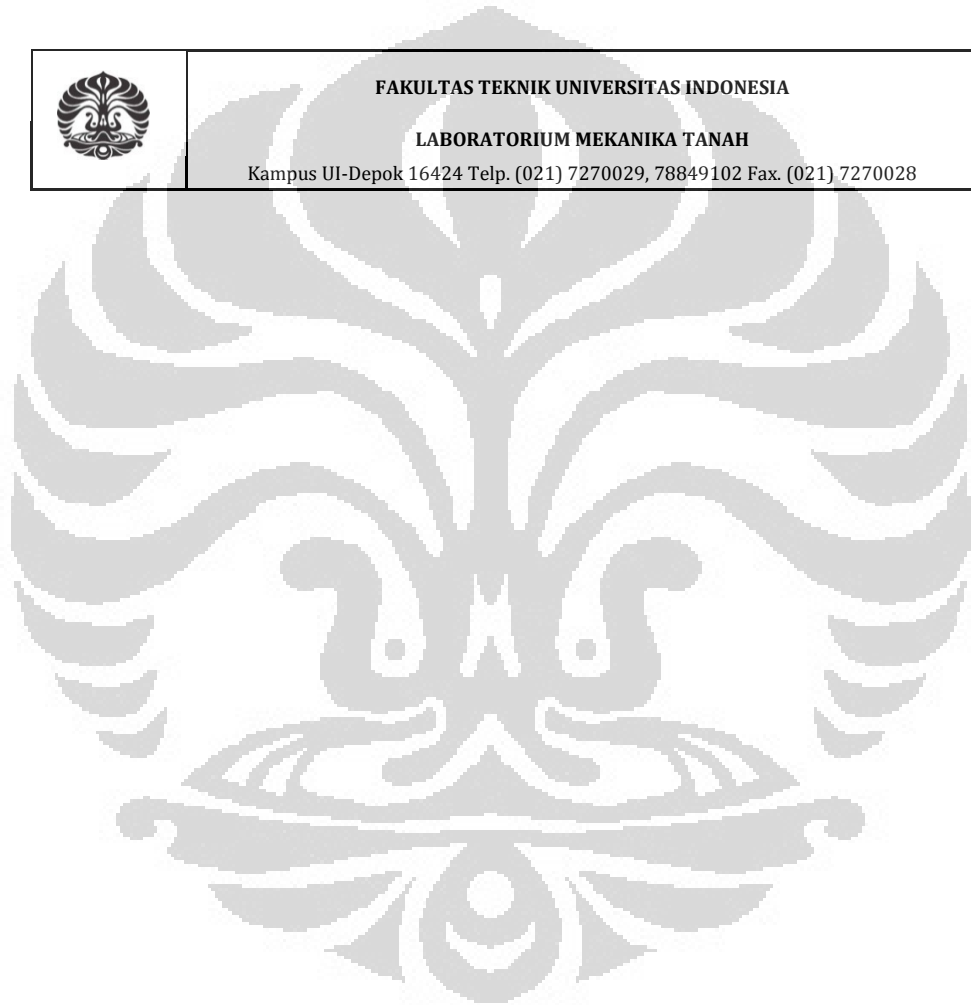
Change in Sampel Ht : 1.398 cm

Final Ht of voids (Hvf) : 0.311 cm

Final Void Ratio (ef) : 1.331 cm

Po : 79.738 gr/cm<sup>2</sup>      0.080 kg/cm<sup>2</sup>

	<p><b>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</b></p> <p><b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b></p> <p>Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028</p>	
---	---	--



## CONSOLIDATION TEST (Computation Sheet for e and cv)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A1  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** : 04/05/2011

### Sample Data

Sample Volume (V) : 60.99 Dry Wt of Soils (Ws) : 13.19  
 Ht of Soils (Hi) : 1.94 Ht of Solid (Ho) : 0.23  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.71 Initial Void Ratio (eo) : 9.07

Pressure (kPa)	Def. dial reading at end of load <sup>a</sup> (cm)	Change sample ht ( $\Delta h$ ) (cm)	Change in void ratio $\Delta e = \Delta h / H_o$	Inst void ratio e	Average <sup>b</sup> ht. for load (cm)	Length of drainage path, (H <sup>c</sup> ) (cm)	Time for 90% consol. <sup>d</sup> (min)	Coeff. of consol. (cv) (cm <sup>2</sup> /min)
0.000	0.0152	0.000	0.000	9.07	1.942	0.971		
1.040	0.0745	0.059	0.307	8.76	1.912	0.956		
3.000	0.2400	0.225	1.166	7.90	1.800	0.900	5.29	0.130
6.000	0.5405	0.525	2.724	6.35	1.537	0.769	7.84	0.064
12.000	0.8020	0.787	4.080	4.99	1.144	0.572	10.24	0.027
25.000	1.0980	1.083	5.614	3.45	0.603	0.301	16.81	0.005
50.000	1.2855	1.270	6.587	2.48	-0.033	-0.016	10.89	0.000
100.000	1.4128	1.398	7.247	1.82	-0.731	-0.366	10.24	0.011
50.000	1.3992	-0.014	-0.071	1.89	-0.725	-0.3623		
25.000	1.3872	-0.026	-0.133	1.96	-0.712	-0.3559		
12.000	1.3750	-0.038	-0.196	2.02	-0.693	-0.3465		
6.000	1.3670	-0.046	-0.237	2.06	-0.670	-0.3350		
3.000	1.3540	-0.059	-0.305	2.13	-0.641	-0.3203		

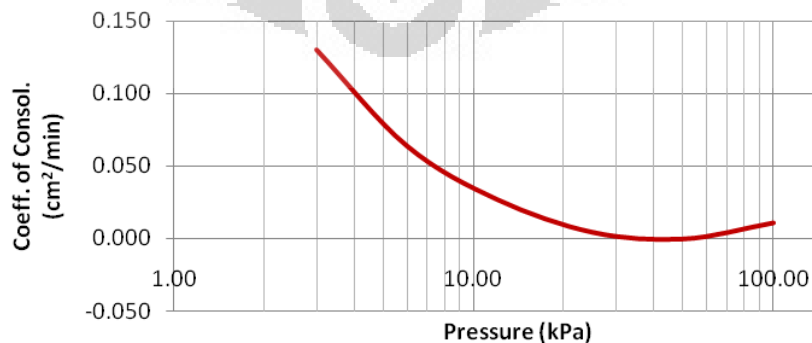
<sup>a</sup>Final dial reading of preceding load = initial dial reading of following load

<sup>b</sup>Average ht. for load increment = Ht. at beginning of load -  $\frac{1}{2}\Delta H$

<sup>c</sup>H = length of longest drainage path; for floating ring consolidation =  $\frac{1}{2}$  average ht. for given load increment

<sup>d</sup>From the dial reading vs log t curves

### Grafik Hubungan Tekanan vs Cv



### CONSOLIDATION TEST (Determination of Pra-consolidation Pressure)

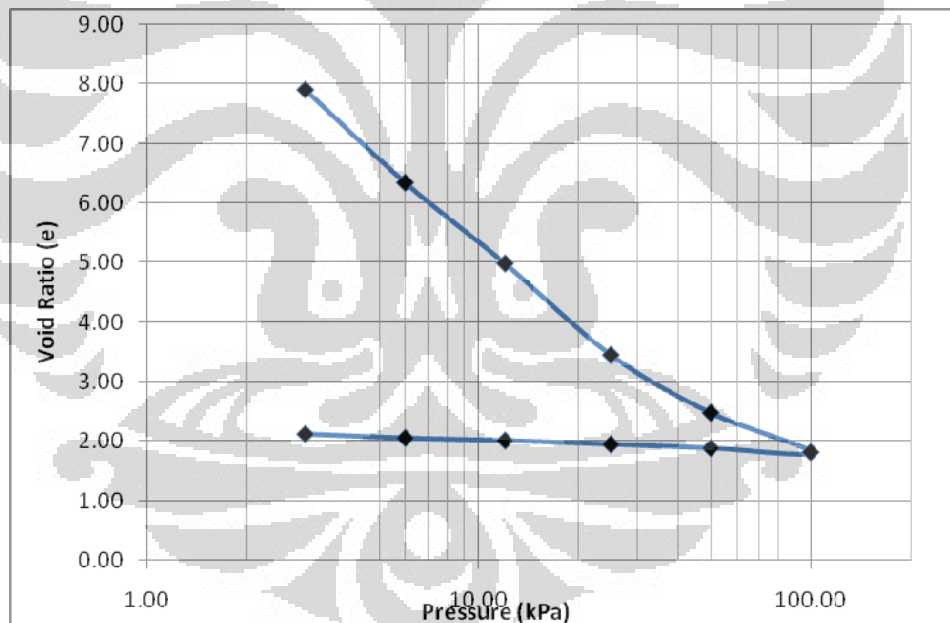
**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah

**Sample No.** : A1  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 04/05/2011

#### Result

w	: 391.58 %	Cc	: 4.81
Gs	: 1.798	Cr	:
Sr	: 96.27 %	Po	: 0.80 kPa
e <sub>o</sub>	: 9.07	Pc	: 11.00 kPa

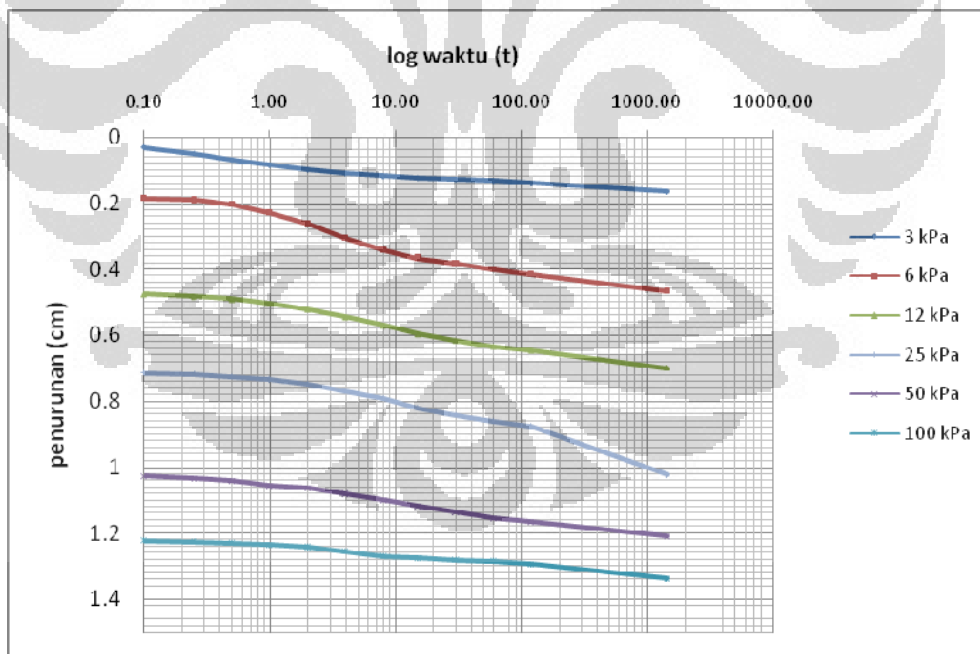
**Grafik Penentuan Tekanan Prakonsolidasi (Pc)**





Penurunan

	Date	8/10	9/10	10/10	11/10	12/10	13/10	14/10
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kPa	1.040	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	0	0	0.1655	0.466	0.6995	1.0235	1.211
	0.10		0.0305	0.1855	0.4755	0.7145	1.0285	1.2225
	0.25		0.0495	0.1905	0.4825	0.7175	1.0365	1.226
	0.50		0.0685	0.2045	0.4915	0.7255	1.0415	1.23
	1.00		0.0845	0.2305	0.5035	0.7345	1.056	1.2355
	2.00		0.0985	0.2635	0.5215	0.7475	1.066	1.242
	4.00		0.1095	0.3045	0.5455	0.7695	1.0815	1.2555
	8.00		0.1185	0.3415	0.571	0.7905	1.1005	1.2705
	15.00		0.1235	0.366	0.5965	0.8195	1.12	1.2755
	30.00		0.128	0.383	0.616	0.8415	1.139	1.2805
	60.00		0.132	0.3995	0.6345	0.8605	1.155	1.2855
	120.00		0.1405	0.4145	0.6465	0.8755	1.1665	1.2935
	1440		0.1655	0.466	0.6995	1.0235	1.211	1.3383



Lampiran 12. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A2 dengan Alat Oedometer Standar

**CONSOLIDATION TEST (Time Compression)**

**Project** : Tesis  
 Lab Mektan  
**Location** : FTUI  
**Sample No.** : A2  
**Description of Soil** : peat  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Date of Testing** : 04/05/2011

**Ring dimension**

Diameter (cm) : 6.34  
 Height (cm) : 2.02  
 Area (cm<sup>2</sup>) : 31.57  
 Volume (cm<sup>3</sup>) : 63.78  
 Wt of ring (gr) : 60.64

**Water Content Determination**

Wt wet soil + ring (gr) : 131.21  
 Wt dry soil +ring (gr) : 85.15  
 Wt of moisture (gr) : 46.06  
 Wt of dry soil (gr) : 24.51  
 Initial water content(%) : 187.92

**Settlement Data**

	Date	05/05	06/05	09/05	10/05	11/05	12/05	13/05
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kg/cm <sup>2</sup>	1.050	3.000	6.000	12.000	25.000	50.000	100.000
Loading	0.00	41.8	76.5	130	199	394	625.5	844.5
	0.10		87.5	165	209	409	648	859
	0.25		90.8	168	213	414	653	865
	0.50		94.5	170	216	423	659	870
	1.00		99	171	226	433	662	879.5
	2.00		104	171.5	239.5	446	674.5	883
	4.00		109	172.5	258	469	693.5	896
	8.00		113.2	174	284	496	719	910
	15.00		116	175.5	305	523	744.5	927
	30.00		118.2	178	327	547.5	769	945.5
	60.00		120.5	180.5	344	566.5	789	961
	120.00		123	185	354	581	804	979
	1440.00		130	199	394	625.5	844.5	1023
<b>Unloading</b>			865.5	874.2	887.2	899.4	913	1023

**Calculation**

Initial height of soils (Hi) : 2.02 cm  
 Specific gravity (Gs) : 1.80  
 Wt ring + speciment : 131.21 gr  
 Wt of ring : 60.64 gr  
 Wt wet soil (Wt) : 70.57 gr  
 Computed dry wt of soil (Ws') : 24.51 gr  
 Oven dry wt of soil (Ws) : 24.51 gr  
 Computed Ht of solids (Ho) : 0.432 cm  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.59 cm  
 Initial degree saturation (Si) : 91.85 %

Initial void ratio (eo) : 9.07

**Final Test Data**

Initial Dial Reading : 41.8

Final Dial Reading : 1023

Change in Sampel Ht : 0.981 cm

Final Ht of voids (Hvf) : 0.607 cm

Final Void Ratio (ef) : 1.406 cm

Po : 82.987 gr/cm<sup>2</sup>      0.083 kg/cm<sup>2</sup>

	<p><b>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</b></p> <p><b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b></p> <p>Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028</p>	
---	---	--



## CONSOLIDATION TEST (Computation Sheet for e and cv)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A2  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** : 04/05/2011

### Sample Data

Sample Volume (V) : 63.78 Dry Wt of Soils (Ws) : 24.51  
 Ht of Soils (Hi) : 2.02 Ht of Solid (Ho) : 0.43  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.59 Initial Void Ratio (eo) : 9.07

Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	Def. dial reading at end of load <sup>a</sup> (cm)	Change sample ht ( $\Delta h$ ) (cm)	Change in void ratio $\Delta e = \Delta h / H_o$	Inst void ratio e	Average <sup>b</sup> ht. for load (cm)	Length of drainage path, (H <sup>c</sup> ) (cm)	Time for 90% consol. <sup>d</sup> (min)	Coeff. of consol. (cv) (cm <sup>2</sup> /min)
0.000	0.0418	0.000	0.000	9.07	2.020	1.010		
1.050	0.0765	0.035	0.173	8.90	2.003	1.001		
3.000	0.1300	0.088	0.440	8.63	1.959	0.979	6.25	0.130
6.000	0.1990	0.157	0.784	8.29	1.880	0.940	5.76	0.130
12.000	0.3940	0.352	1.756	7.31	1.704	0.852	19.36	0.032
25.000	0.6255	0.584	2.910	6.16	1.412	0.706	16.81	0.025
50.000	0.8445	0.803	4.001	5.07	1.011	0.505	29.16	0.007
100.000	1.0230	0.981	4.891	4.18	0.520	0.260	14.44	0.004
50.000	0.9130	-0.110	-0.548	4.73	0.575	0.2875		
25.000	0.8994	-0.124	-0.616	4.79	0.637	0.3184		
12.000	0.8872	-0.136	-0.677	4.86	0.705	0.3524		
6.000	0.8742	-0.149	-0.742	4.92	0.779	0.3896		
3.000	0.8655	-0.158	-0.785	4.96	0.858	0.4290		

<sup>a</sup>Final dial reading of preceding load = initial dial reading of following load

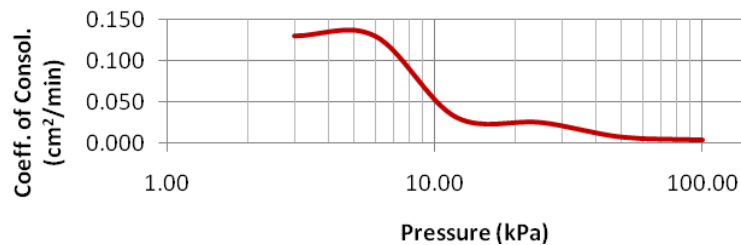
<sup>b</sup>Average ht. for load increment = Ht. at beginning of load -  $\frac{1}{2}\Delta H$

<sup>c</sup>H = length of longest drainage path; for floating ring consolidation =  $\frac{1}{2}$  average ht. for given load increment

<sup>d</sup>From the dial reading vs log t curves

### Grafik Hubungan Tekanan vs Cv

A2



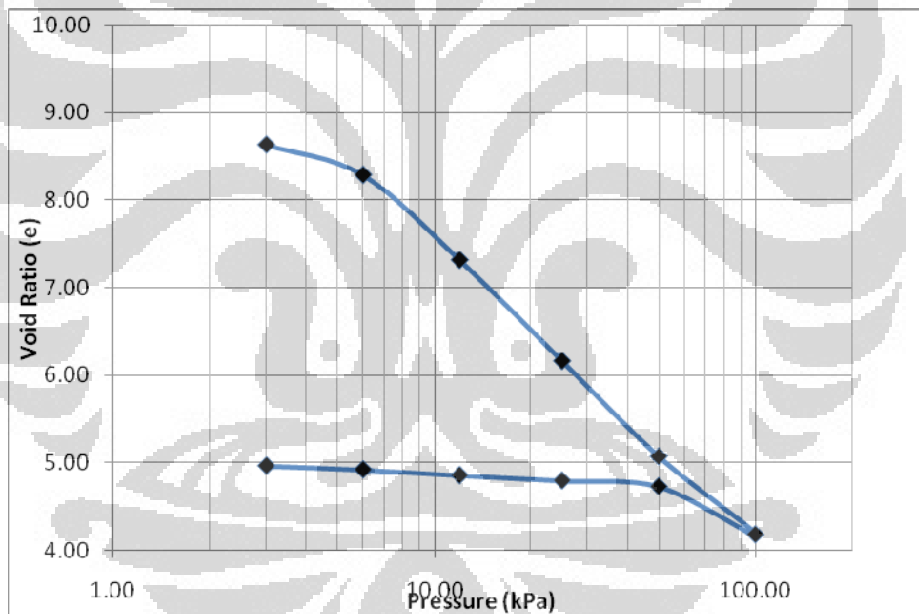
## CONSOLIDATION TEST (Determination of Pra-consolidation Pressure)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Sample No.** : A2  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 04/05/2011

### Result

w	:	187.92 %	Cc	:	3.62
Gs	:	1.798	Cr	:	
Sr	:	91.85 %	Po	:	0.80 kPa
e <sub>o</sub>	:	9.07	Pc	:	11.00 kPa

**Grafik Penentuan Tekanan Prakonsolidasi (Pc)**

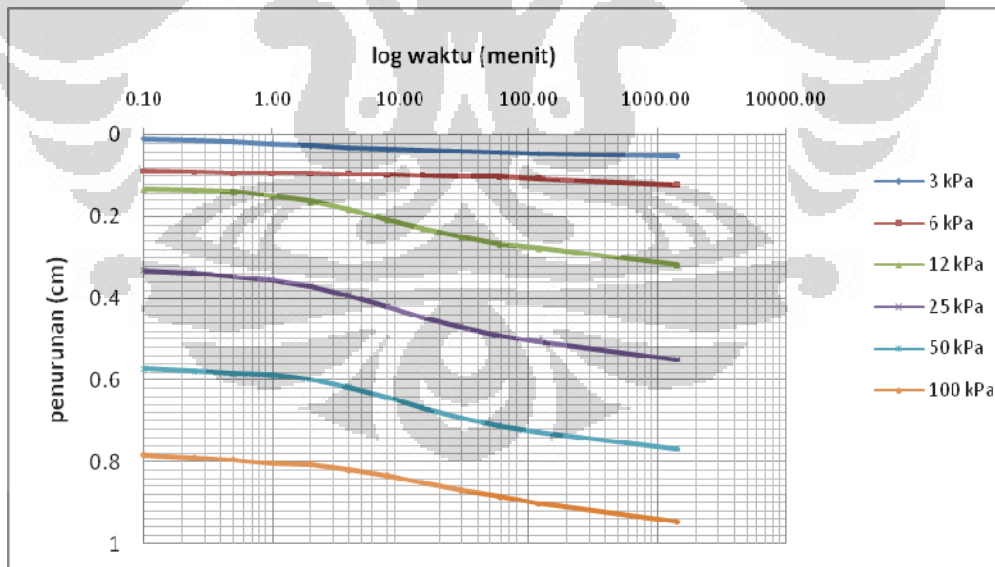


	<b>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</b>	
	<b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b> Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028	

**Penurunan**

	Date	05/05	06/05	09/05	10/05	11/05	12/05	13/05
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kPa	1.040	3.000	6.000	12.000	25.000	50.000	100.000
Loading	0.00	0	0	0.0535	0.1225	0.3175	0.549	0.768
	0.10		0.011	0.0885	0.1325	0.3325	0.5715	0.7825
	0.25		0.0143	0.0915	0.1365	0.3375	0.5765	0.7885
	0.50		0.018	0.0935	0.1395	0.3465	0.5825	0.7935
	1.00		0.0225	0.0945	0.1495	0.3565	0.5855	0.803
	2.00		0.0275	0.095	0.163	0.3695	0.598	0.8065
	4.00		0.0325	0.096	0.1815	0.3925	0.617	0.8195
	8.00		0.0367	0.0975	0.2075	0.4195	0.6425	0.8335
	15.00		0.0395	0.099	0.2285	0.4465	0.668	0.8505
	30.00		0.0417	0.1015	0.2505	0.471	0.6925	0.869
	60.00		0.044	0.104	0.2675	0.49	0.7125	0.8845
	120.00		0.0465	0.1085	0.2775	0.5045	0.7275	0.9025
	1440		0.0535	0.1225	0.3175	0.549	0.768	0.9465

Grafik log waktu Vs Penurunan



Lampiran 13. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A3 dengan Alat Oedometer Standar

**CONSOLIDATION TEST (Time Compression)**

**Project** : Tesis  
 Lab Mektan  
**Location** : FTUI  
**Sample No.** : A3  
**Description of Soil** : peat  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Date of Testing** : 04/05/2011

**Ring dimension**

Diameter (cm) : 6.35  
 Height (cm) : 1.93  
 Area (cm<sup>2</sup>) : 31.65  
 Volume (cm<sup>3</sup>) : 61.09  
 Wt of ring (gr) : 53.3

**Water Content Determination**

Wt wet soil + ring (gr) : 119.52  
 Wt dry soil +ring (gr) : 71.96  
 Wt of moisture (gr) : 47.56  
 Wt of dry soil (gr) : 18.66  
 Initial water content(%) : 254.88

**Settlement Data**

	Date	05/05	06/05	09/05	10/05	11/05	12/05	13/05
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kPa	1.040	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	21	35	105.3	362.5	576.5	822	1,028.5
	0.10		49	118	370	595	845	1,045.0
	0.25		54.5	122	394	600	847	1048
	0.50		59.5	136	410	605	851	1050
	1.00		65	152	422	614.5	860	1057
	2.00		71	170	430	629	871	1066
	4.00		76	199	440	649	887.5	1079
	8.00		79	243.5	462	674	909	1097.5
	15.00		81.5	269.5	483.5	697.5	930.5	1115.5
	30.00		83.8	289.5	501	720	952.5	1135
	60.00		86.5	304	516	738.5	970.5	1151
	120.00		90	320	525	760	985	1170
	1,440.0		105.3	362.5	576.5	803.0	1028.5	1217.5
<b>Unloading</b>			1154	1162	1175	1189.5	1205.8	1217.5

**Calculation**

Initial height of soils (Hi) : 1.93 cm  
 Specific gravity (Gs) : 1.80  
 Wt ring + speciment : 119.52 gr  
 Wt of ring : 53.3 gr  
 Wt wet soil (Wt) : 66.22 gr  
 Computed dry wt of soil (Ws') : 18.66 gr  
 Oven dry wt of soil (Ws) : 18.66 gr  
 Computed Ht of solids (Ho) : 0.328 cm  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.60 cm  
 Initial degree saturation (Si) : 93.78 %

Initial void ratio (eo) : 9.07

**Final Test Data**

Initial Dial Reading : 21

Final Dial Reading : 1217.5

Change in Sampel Ht : 1.197 cm

Final Ht of voids (Hvf) : 0.406 cm

Final Void Ratio (ef) : 1.237 cm

Po : 81.297 gr/cm<sup>2</sup>      0.081 kg/cm<sup>2</sup>

	<p><b>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</b></p> <p><b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b></p> <p>Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028</p>	
---	---	--





## CONSOLIDATION TEST (Computation Sheet for e and cv)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A3  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** : 04/05/2011

### Sample Data

Sample Volume (V) : 61.09      Dry Wt of Soils (Ws) : 18.66  
 Ht of Soils (Hi) : 1.93      Ht of Solid (Ho) : 0.33  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.60      Initial Void Ratio (eo) : 9.07

Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	Def. dial reading at end of load <sup>a</sup> (cm)	Change sample ht (Δh) (cm)	Change in void ratio Δe=Δh/Ho	Inst void ratio e	Average <sup>b</sup> ht. for load (cm)	Length of drainage path, (H <sup>c</sup> ) (cm)	Time for 90% consol. <sup>d</sup> (min)	Coeff. of consol. (cv) (cm <sup>2</sup> /min)
0.000	0.021	0.000	0.000	9.07	1.930	0.965		
1.040	0.0350	0.014	0.073	9.00	1.923	0.962		
3.000	0.1053	0.084	0.440	8.63	1.881	0.940	1.96	0.383
6.000	0.3625	0.342	1.782	7.29	1.710	0.855	15.21	0.041
12.000	0.5765	0.556	2.898	6.17	1.432	0.716	6.76	0.064
25.000	0.8030	0.782	4.080	4.99	1.041	0.521	16.81	0.014
50.000	1.0285	1.008	5.256	3.81	0.538	0.269	23.04	0.003
100.000	1.2175	1.197	6.242	2.83	-0.061	-0.030	29.16	0.000
50.000	1.2058	-0.012	-0.061	2.89	-0.055	-0.0274		
25.000	1.1895	-0.028	-0.146	2.97	-0.041	-0.0204		
12.000	1.1750	-0.043	-0.222	3.05	-0.020	-0.0098		
6.000	1.1620	-0.056	-0.290	3.12	0.008	0.0041		
3.000	1.1540	-0.064	-0.331	3.16	0.040	0.0200		

<sup>a</sup>Final dial reading of preceding load = initial dial reading of following load

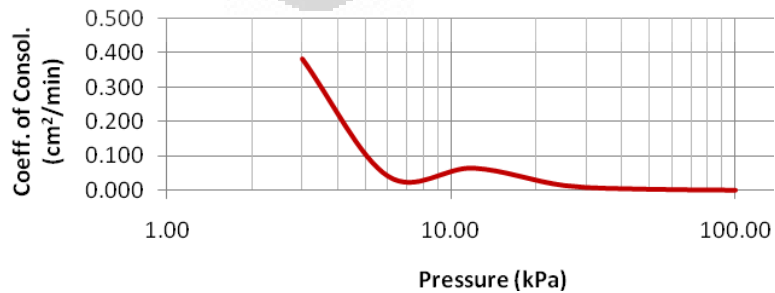
<sup>b</sup>Average ht. for load increment = Ht. at beginning of load - ½ΔH

<sup>c</sup>H = length of longest drainage path; for floating ring consolidation = ½ average ht. for given load increment

<sup>d</sup>From the dial reading vs log t curves

### Grafik Hubungan Tekanan vs Cv

A3



## CONSOLIDATION TEST (Determination of Pra-consolidation Pressure)

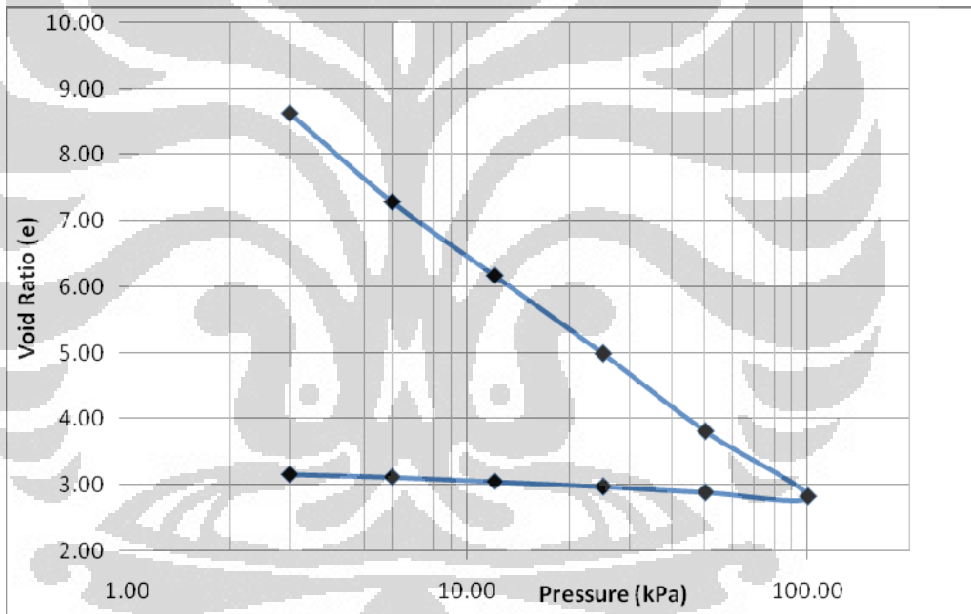
**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah

**Sample No.** : A3  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 04/05/2011

### Result

w : 254.88 %      Cc : 3.71  
Gs : 1.798      Cr :  
Sr : 93.78 %      Po : 0.80 kPa  
e<sub>o</sub> : 9.07      Pc : 11.00 kPa

**Grafik Penentuan Tekanan Prakonsolidasi (Pc)**



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

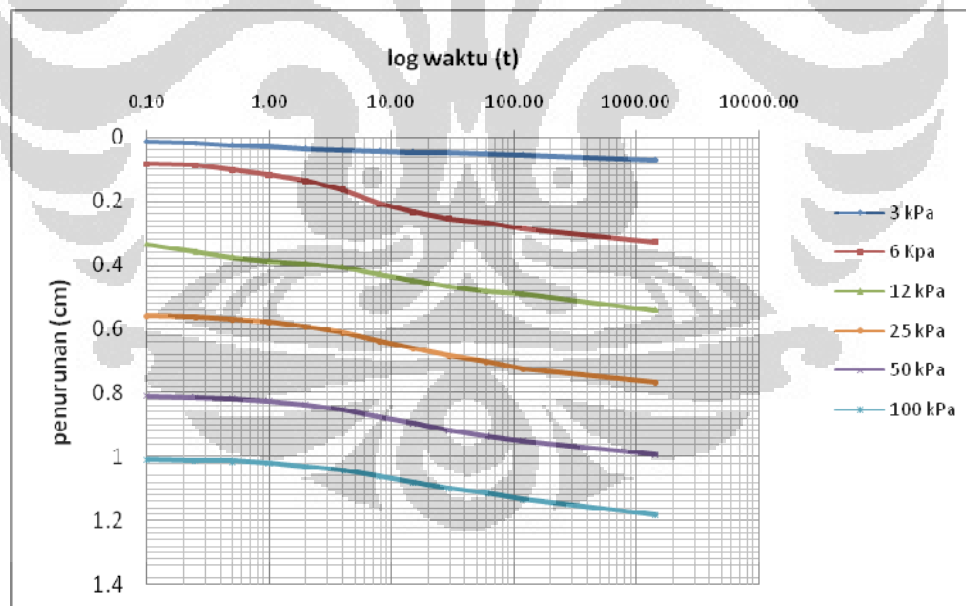
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028

**Penurunan**

	Date	05/05	06/05	09/05	10/05	11/05	12/05	13/05
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kPa	0.104	0.316	0.632	1.264	2.527	5.055	10.110
Loading	0.00	0	0	0.0703	0.3275	0.5415	0.787	0.9935
	0.10		0.014	0.083	0.335	0.56	0.81	1.01
	0.25		0.0195	0.087	0.359	0.565	0.812	1.013
	0.50		0.0245	0.101	0.375	0.57	0.816	1.015
	1.00		0.03	0.117	0.387	0.5795	0.825	1.022
	2.00		0.036	0.135	0.395	0.594	0.836	1.031
	4.00		0.041	0.164	0.405	0.614	0.8525	1.044
	8.00		0.044	0.2085	0.427	0.639	0.874	1.0625
	15.00		0.0465	0.2345	0.4485	0.6625	0.8955	1.0805
	30.00		0.0488	0.2545	0.466	0.685	0.9175	1.1
	60.00		0.0515	0.269	0.481	0.7035	0.9355	1.116
	120.00		0.055	0.285	0.49	0.725	0.95	1.135
	1440		0.0703	0.3275	0.5415	0.768	0.9935	1.1825

Grafik log waktu Vs Penurunan



Lampiran 14. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A4 dengan Alat Oedometer Standar

**CONSOLIDATION TEST (Time Compression)**

**Project** : Tesis  
 Lab Mektan  
**Location** : FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Sample No.** : A4  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 04/05/2011

**Ring dimension**

Diameter (cm) : 6.35  
 Height (cm) : 2.03  
 Area (cm<sup>2</sup>) : 31.60  
 Volume (cm<sup>3</sup>) : 64.00  
 Wt of ring (gr) : 58.08

**Water Content Determination**

Wt wet soil + ring (gr) : 125.47  
 Wt dry soil +ring (gr) : 75.21  
 Wt of moisture (gr) : 50.26  
 Wt of dry soil (gr) : 17.13  
 Initial water content(%) : 293.40

**Settlement Data**

	Date	05/05	06/05	09/05	10/05	11/05	12/05	13/05
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kg/cm <sup>2</sup>	1.040	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	741	1439	3280	4980	7278	9596	10606
	0.10		1544	3372	5130	7404	9644	10770
	0.25		1582	3398	5148	7448	9682	10802
	0.50		1628	3422	5180	7570	9702	10836
	1.00		1698	3459	5220	7620	9746	10882
	2.00		1805	3522	5310	7766	9810	10944
	4.00		1962	3618	5452	7931	9926	11044
	8.00		2162	3752	5642	8126	10070	11188
	15.00		2332	3902	5870	8370.5	10203	11360
	30.00		2490	4090	6210	8612	10362	11570
	60.00		2612	4275	6570	8792	10435	11786
	120.00		2720	4380	6730	8994	10500	11860
	1440.00		3280	4980	7278	9596	10606	12133
<b>Unloading</b>			11373	11554	11652	11779	11976	12133

**Calculation**

Initial height of soils (Hi) : 2.03 cm  
 Specific gravity (Gs) : 1.80  
 Wt ring + speciment : 125.47 gr  
 Wt of ring : 58.08 gr  
 Wt wet soil (Wt) : 67.39 gr  
 Computed dry wt of soil (Ws') : 17.13 gr  
 Oven dry wt of soil (Ws) : 17.13 gr  
 Computed Ht of solids (Ho) : 0.301 cm  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.72 cm  
 Initial degree saturation (Si) : 92.27 %

Initial void ratio (eo) : 9.07

**Final Test Data**

Initial Dial Reading : 741

Final Dial Reading : 12133

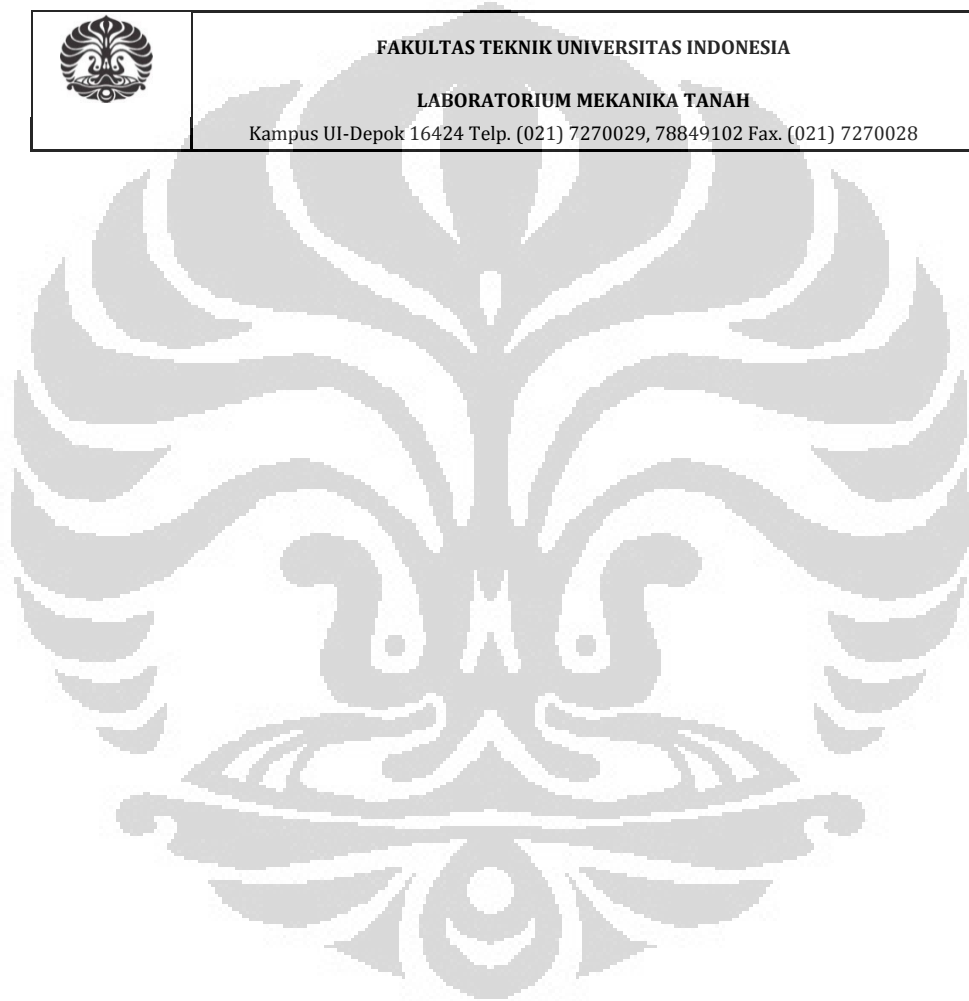
Change in Sampel Ht : 1.139 cm

Final Ht of voids (Hvf) : 0.584 cm

Final Void Ratio (ef) : 1.938 cm

Po : 78.977 gr/cm<sup>2</sup>      0.079 kg/cm<sup>2</sup>

	<p><b>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</b></p> <p><b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b></p> <p>Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028</p>	
---	---	--



## CONSOLIDATION TEST (Computation Sheet for e and cv)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A4  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** : 04/05/2011

### Sample Data

Sample Volume (V) : 64.00 Dry Wt of Soils (Ws) : 17.13  
 Ht of Soils (Hi) : 2.03 Ht of Solid (Ho) : 0.30  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.72 Initial Void Ratio (eo) : 9.07

Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	Def. dial reading at end of load <sup>a</sup> (cm)	Change sample ht ( $\Delta h$ ) (cm)	Change in void ratio $\Delta e = \Delta h / H_o$	Inst void ratio e	Average <sup>b</sup> ht. for load (cm)	Length of drainage path, (H <sup>c</sup> ) (cm)	Time for 90% consol. <sup>d</sup> (min)	Coeff. of consol. (cv) (cm <sup>2</sup> /min)
0.000	0.0741	0.000	0.000	9.07	2.025	1.013		
1.040	0.1439	0.070	0.347	8.72	1.990	0.995		
3.000	0.3280	0.254	1.263	7.81	1.863	0.932	16.00	0.046
6.000	0.4980	0.424	2.108	6.96	1.651	0.826	44.89	0.013
12.000	0.7278	0.654	3.251	5.82	1.324	0.662	72.25	0.005
25.000	0.9596	0.886	4.403	4.67	0.882	0.441	14.44	0.011
50.000	1.0606	0.987	4.905	4.16	0.388	0.194	22.09	0.001
100.000	1.2133	1.139	5.665	3.40	-0.181	-0.091	49.00	0.000
50.000	1.1976	-0.016	-0.078	3.48	-0.173	-0.0867		
25.000	1.1779	-0.035	-0.176	3.58	-0.156	-0.0779		
12.000	1.1652	-0.048	-0.239	3.64	-0.132	-0.0658		
6.000	1.1554	-0.058	-0.288	3.69	-0.103	-0.0514		
3.000	1.1373	-0.076	-0.378	3.78	-0.065	-0.0323		

<sup>a</sup>Final dial reading of preceding load = initial dial reading of following load

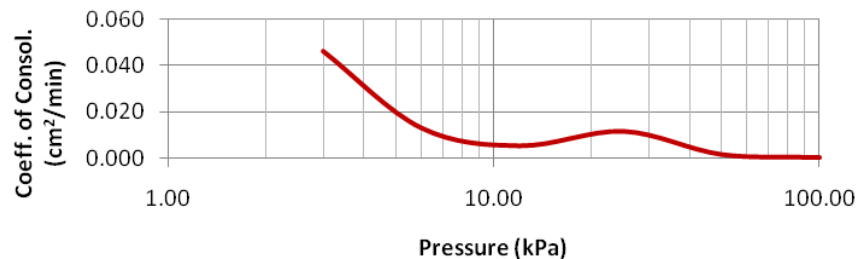
<sup>b</sup>Average ht. for load increment = Ht. at beginning of load -  $\frac{1}{2}\Delta H$

<sup>c</sup>H = length of longest drainage path; for floating ring consolidation =  $\frac{1}{2}$  average ht. for given load increment

<sup>d</sup>From the dial reading vs log t curves

### Grafik Hubungan Tekanan vs Cv

A4



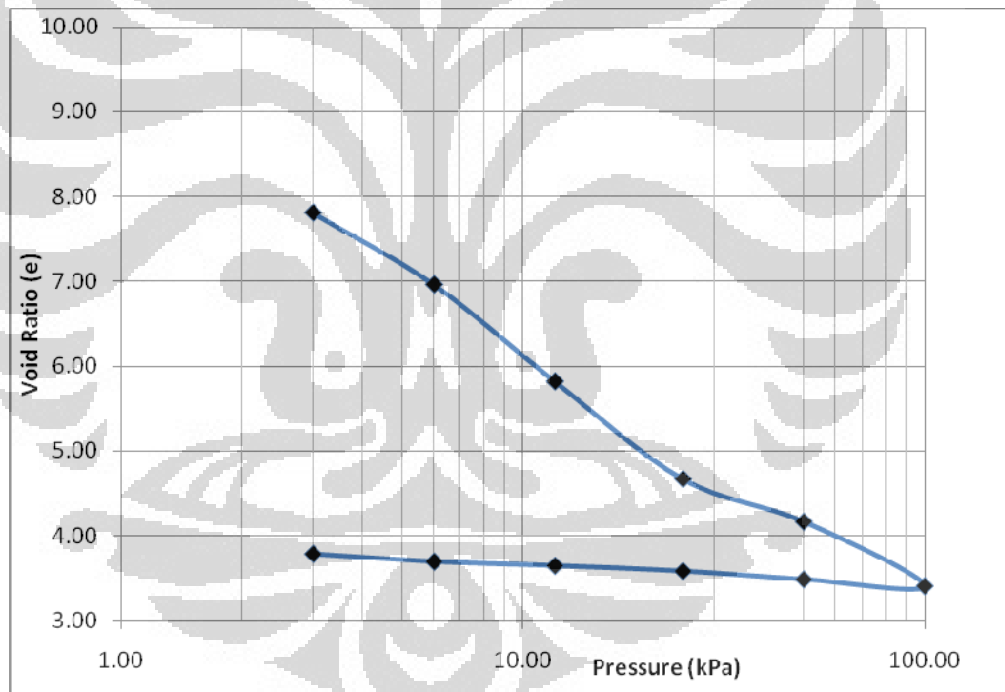
## CONSOLIDATION TEST (Determination of Pra-consolidation Pressure)


**Project** : Tesis  
Lab Mektan  
**Location** : FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Sample No.** : A4  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 04/05/2011

### Result

w : 293.40 %      Cc : 3.62  
Gs : 1.798      Cr :  
Sr : 92.27 %      Po : 0.80 kPa  
e<sub>o</sub> : 9.07      Pc : 11.00 kPa

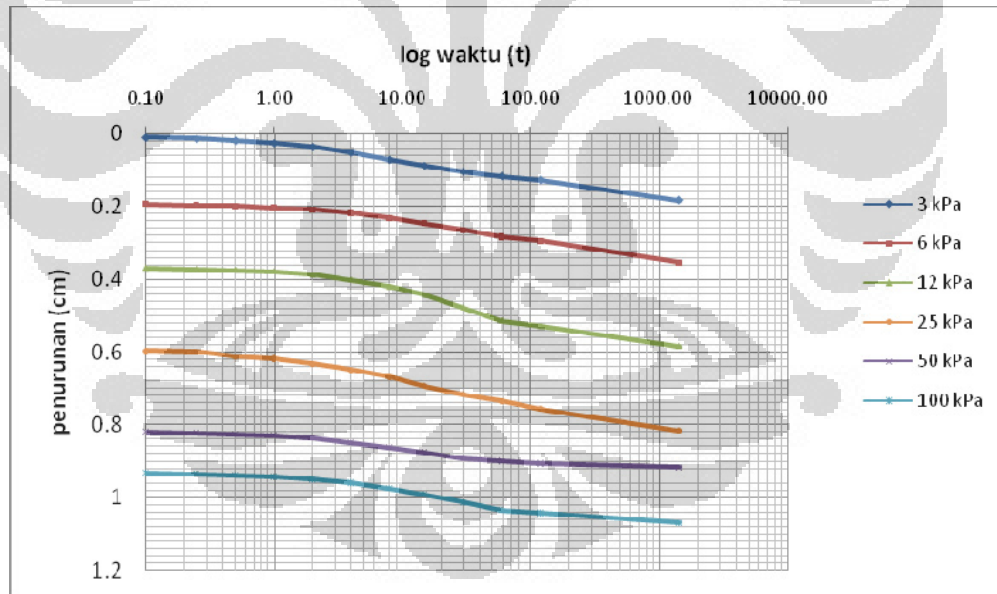
**Grafik Penentuan Tekanan Prakonsolidasi (Pc)**



	<p>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</p> <p>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</p> <p>Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028</p>	
---	---	--

**Penurunan**

	Date	05/05	06/05	09/05	10/05	11/05	12/05	13/05
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kPa	1.040	3.000	6.000	12.000	25.000	50.000	100.000
Loading	0.00	0	0	0.1841	0.3541	0.5839	0.8157	0.9167
	0.10		0.0105	0.1933	0.3691	0.5965	0.8205	0.9331
	0.25		0.0143	0.1959	0.3709	0.6009	0.8243	0.9363
	0.50		0.0189	0.1983	0.3741	0.6131	0.8263	0.9397
	1.00		0.0259	0.202	0.3781	0.6181	0.8307	0.9443
	2.00		0.0366	0.2083	0.3871	0.6327	0.8371	0.9505
	4.00		0.0523	0.2179	0.4013	0.6492	0.8487	0.9605
	8.00		0.0723	0.2313	0.4203	0.6687	0.8631	0.9749
	15.00		0.0893	0.2463	0.4431	0.69315	0.8764	0.9921
	30.00		0.1051	0.2651	0.4771	0.7173	0.8923	1.0131
	60.00		0.1173	0.2836	0.5131	0.7353	0.8996	1.0347
	120.00		0.1281	0.2941	0.5291	0.7555	0.9061	1.0421
	1440		0.1841	0.3541	0.5839	0.8157	0.9167	1.0694





Lampiran 15. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A5 dengan Alat Oedometer Standar

**CONSOLIDATION TEST (Time Compression)**

**Project** : Tesis  
 Lab Mektan  
**Location** : FTUI  
**Sample No.** : A5  
**Description of Soil** : peat  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Date of Testing** : 04/05/2011

**Ring dimension**

Diameter (cm) : 6.31  
 Height (cm) : 1.96  
 Area (cm<sup>2</sup>) : 31.26  
 Volume (cm<sup>3</sup>) : 61.10  
 Wt of ring (gr) : 62.72

**Water Content Determination**

Wt wet soil + ring (gr) : 130.77  
 Wt dry soil +ring (gr) : 80.93  
 Wt of moisture (gr) : 49.84  
 Wt of dry soil (gr) : 18.21  
 Initial water content(%) : 273.70

**Settlement Data**

	Date	05/05	06/05	09/05	10/05	11/05	12/05	13/05
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kg/cm <sup>2</sup>	1.040	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	194	1858	4449	5940	7975	9975	11668
	0.10		1968	4518	6040	8082	10090	11774
	0.25		1998	4540	6062	8105	10116	11808
	0.50		2037	4580	6090	8125	10136	11826
	1.00		2097	4610	6140	8150	10160	11848
	2.00		2200	4678	6200	8187	10188	11876
	4.00		2368	4722	6270	8240	10232	11918
	8.00		2618	4810	6376	8342	10302	11972
	15.00		2895	4900	6526	8470	10394	12044
	30.00		3220	5004	6745	8678	10558	12174
	60.00		3402	5114	6946	8910	10666	12346
	120.00		3520	5210	7040	9050	10802	12496
	1440.00		4449	5940	7975	9975	11668	12897
<b>Unloading</b>			12196	12410	12520	12676	12782	12897

**Calculation**

Initial height of soils (Hi) : 1.96 cm  
 Specific gravity (Gs) : 1.80  
 Wt ring + speciment : 130.77 gr  
 Wt of ring : 62.72 gr  
 Wt wet soil (Wt) : 68.05 gr  
 Computed dry wt of soil (Ws') : 18.21 gr  
 Oven dry wt of soil (Ws) : 18.21 gr  
 Computed Ht of solids (Ho) : 0.324 cm  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.63 cm

Initial degree saturation (Si) : 97.77 %  
Initial void ratio (eo) : 9.07

**Final Test Data**

Initial Dial Reading : 194  
Final Dial Reading : 12897  
Change in Sampel Ht : 1.270 cm  
Final Ht of voids (Hvf) : 0.361 cm  
Final Void Ratio (ef) : 1.113 cm  
Po : 83.525 gr/cm<sup>2</sup>      0.084 kg/cm<sup>2</sup>

	<p><b>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</b></p> <p><b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b></p> <p>Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028</p>	
---	---	--



## CONSOLIDATION TEST (Computation Sheet for e and cv)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A5  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** : 04/05/2011

### Sample Data

Sample Volume (V) : 61.10 Dry Wt of Soils (Ws) : 18.21  
 Ht of Soils (Hi) : 1.96 Ht of Solid (Ho) : 0.32  
 Initial Ht of voids (Hv) : 1.63 Initial Void Ratio (eo) : 9.07

Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	Def. dial reading at end of load <sup>a</sup> (cm)	Change sample ht ( $\Delta h$ ) (cm)	Change in void ratio $\Delta e = \Delta h / H_o$	Inst void ratio e	Average <sup>b</sup> ht. for load (cm)	Length of drainage path, (H <sup>c</sup> ) (cm)	Time for 90% consol. <sup>d</sup> (min)	Coeff. of consol. (cv) (cm <sup>2</sup> /min)
0.000	0.0194	0.000	0.000	9.07	1.955	0.978		
1.040	0.1858	0.166	0.857	8.21	1.872	0.936		
3.000	0.4449	0.426	2.192	6.88	1.659	0.830	49.00	0.012
6.000	0.5940	0.575	2.960	6.11	1.372	0.686	15.21	0.026
12.000	0.7975	0.778	4.008	5.06	0.983	0.491	64.00	0.003
25.000	0.9975	0.978	5.038	4.03	0.494	0.247	100.00	0.001
50.000	1.1668	1.147	5.910	3.16	-0.080	-0.040	60.84	0.000
100.000	1.2897	1.270	6.543	2.53	-0.715	-0.358	70.56	0.002
50.000	1.2782	-0.012	-0.059	2.59	-0.709	-0.3547		
25.000	1.2676	-0.022	-0.114	2.64	-0.698	-0.3492		
12.000	1.2520	-0.038	-0.194	2.72	-0.680	-0.3398		
6.000	1.2410	-0.049	-0.251	2.78	-0.655	-0.3276		
3.000	1.2196	-0.070	-0.361	2.89	-0.620	-0.3101		

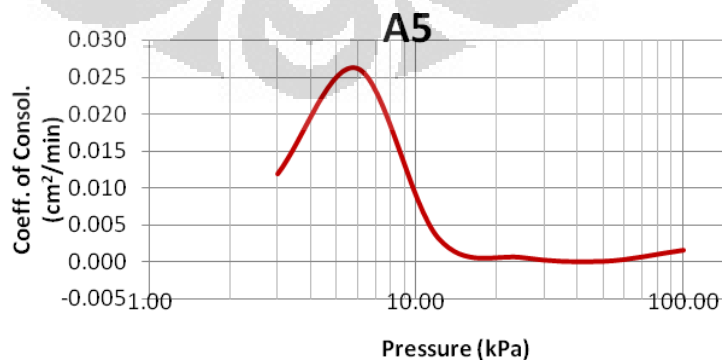
<sup>a</sup>Final dial reading of preceding load = initial dial reading of following load

<sup>b</sup>Average ht. for load increment = Ht. at beginning of load -  $\frac{1}{2}\Delta H$

<sup>c</sup>H = length of longest drainage path; for floating ring consolidation =  $\frac{1}{2}$  average ht. for given load increment

<sup>d</sup>From the dial reading vs log t curves

### Grafik Hubungan Tekanan vs Cv



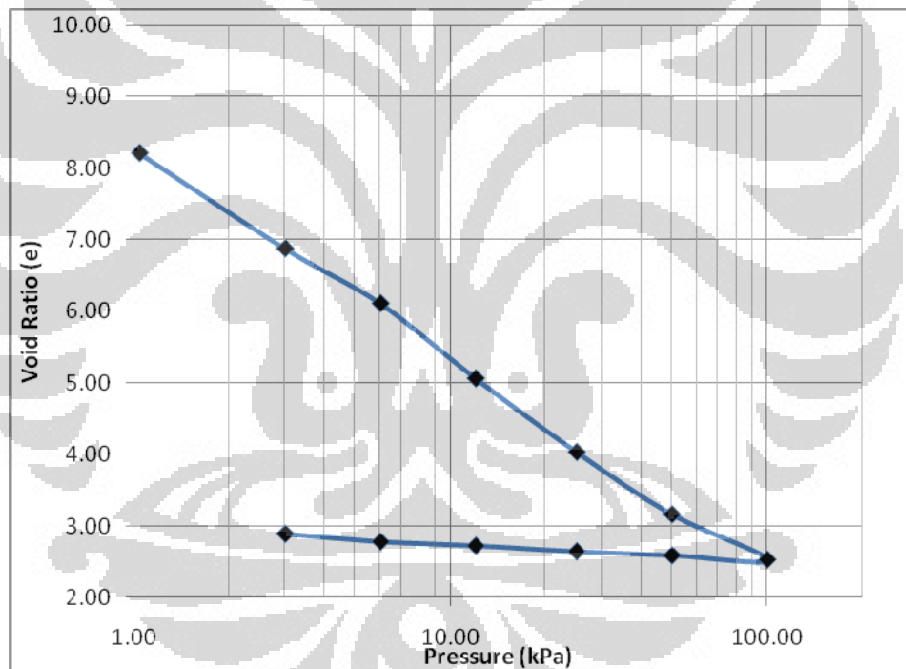
## CONSOLIDATION TEST (Determination of Pra-consolidation Pressure)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Sample No.** : A5  
**Depth of Sample** :  
**Date of Testing** : 04/05/2011

### Result

w : 273.70 %      Cc : 3.23  
Gs : 1.798      Cr :  
Sr : 97.77 %      Po : 0.80 kPa  
eo : 9.07      Pc : 11.00 kPa

**Grafik Penentuan Tekanan Prakonsolidasi (Pc)**



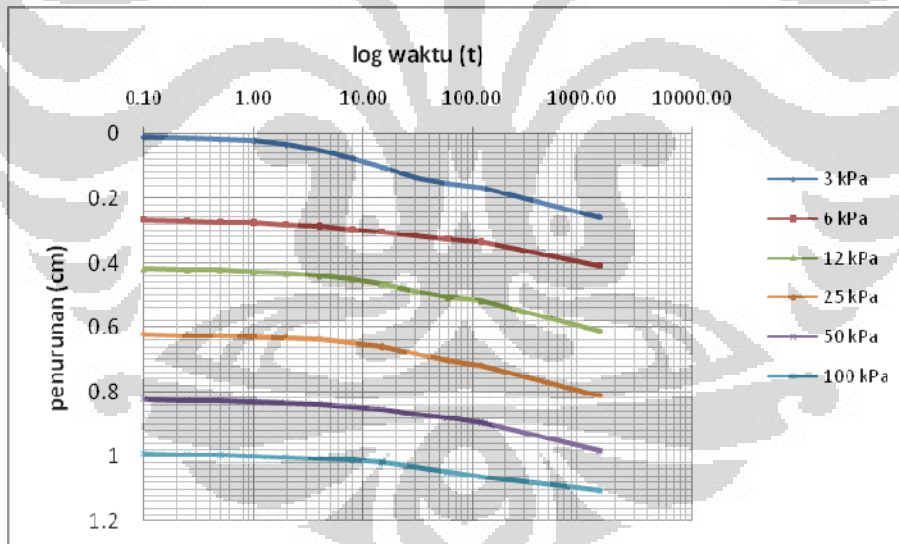
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021)  
7270028

**Penurunan**

	Date	05/05	06/05	09/05	10/05	11/05	12/05	13/05
	Load (kg)	0.33	1	2	4	8	16	32
	kPa	1.040	3.000	6.000	12.000	25.000	50.000	100.000
Loading	0.00	0	0	0.2591	0.4082	0.6117	0.8117	0.981
	0.10		0.011	0.266	0.4182	0.6224	0.8232	0.9916
	0.25		0.014	0.2682	0.4204	0.6247	0.8258	0.995
	0.50		0.0179	0.2722	0.4232	0.6267	0.8278	0.9968
	1.00		0.0239	0.2752	0.4282	0.6292	0.8302	0.999
	2.00		0.0342	0.282	0.4342	0.6329	0.833	1.0018
	4.00		0.051	0.2864	0.4412	0.6382	0.8374	1.006
	8.00		0.076	0.2952	0.4518	0.6484	0.8444	1.0114
	15.00		0.1037	0.3042	0.4668	0.6612	0.8536	1.0186
	30.00		0.1362	0.3146	0.4887	0.682	0.87	1.0316
	60.00		0.1544	0.3256	0.5088	0.7052	0.8808	1.0488
	120.00		0.1662	0.3352	0.5182	0.7192	0.8944	1.0638
	1440		0.2591	0.4082	0.6117	0.8117	0.981	1.1039



Lampiran 16. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A dengan Alat Oedometer Modifikasi

**CONSOLIDATION TEST (Time Compression)**

**Project** : Tesis  
 Ogan Komerling  
**Location** : Ilir  
**Sample No.** : A  
**Description of Soil** : peat  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Date of Testing** :

**Ring dimension**

Diameter (cm) : 15.00  
 Height (cm) : 5.03  
 Area (cm<sup>2</sup>) : 176.63  
 Volume (cm<sup>3</sup>) : 888.42  
 Wt of ring (gr) : 797.06

**Water Content Determination**

Wt wet soil + ring (gr) : 1696.93  
 Wt dry soil +ring (gr) : 924.06  
 Wt of moisture (gr) : 772.87  
 Wt of dry soil (gr) : 127  
 Initial water content(%) : 495.67

**Settlement Data**

	Date	8/10	9/10	10/10	11/10	12/10	13/10	14/10
	Load (kg)	4.2	5.58	11.16	22.32	44.64	89.28	178.56
	kPa	2.338	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	15	33	47.2	95.4	455.3	1005	1502.2
	0.10		34	52	134.5	522.2	1140	1587.4
	0.25		35	55	142	539.4	1155	1607.4
	0.50		36	57.5	156.5	558	1162.5	1626.9
	1.00		37	62.2	180	588	1170	1651.4
	2.00		37.8	68	206	630.8	1205	1683.4
	4.00		39	74	252	686	1224	1720.6
	8.00		40.6	77.8	283.8	762.5	1240	1755.4
	15.00		42.6	80.2	300.3	836	1258.2	1783.7
	30.00		44.2	82.6	335.1	902	1278.4	1817.9
	60.00		45.1	84	367.2	963	1305.4	1848
	120.00		46.1	85.3	375.7	1003	1334.7	1914.8
	1440		47	95	455	1005	1502	2108
<b>Unloading</b>			1559.7	1892.6	1934.4	2054.7	2096.4	2108.4

**Calculation**

Initial height of soils (Hi) : 5.03 cm  
 Specific gravity (Gs) : 1.798  
 Wt ring + speciment : 1696.93 gr  
 Wt of ring : 797.06 gr  
 Wt wet soil (Wt) : 899.87 gr  
 Computed dry wt of soil (Ws') : 151.07 gr  
 Oven dry wt of soil (Ws) : 151.07 gr  
 Computed Ht of solids (Ho) : 0.476 cm  
 Initial Ht of voids (Hv) : 4.55 cm  
 Initial degree saturation (Si) : 93.09 %  
 Initial void ratio (eo) : 9.07

**Final Test Data**

Initial Dial Reading : 15

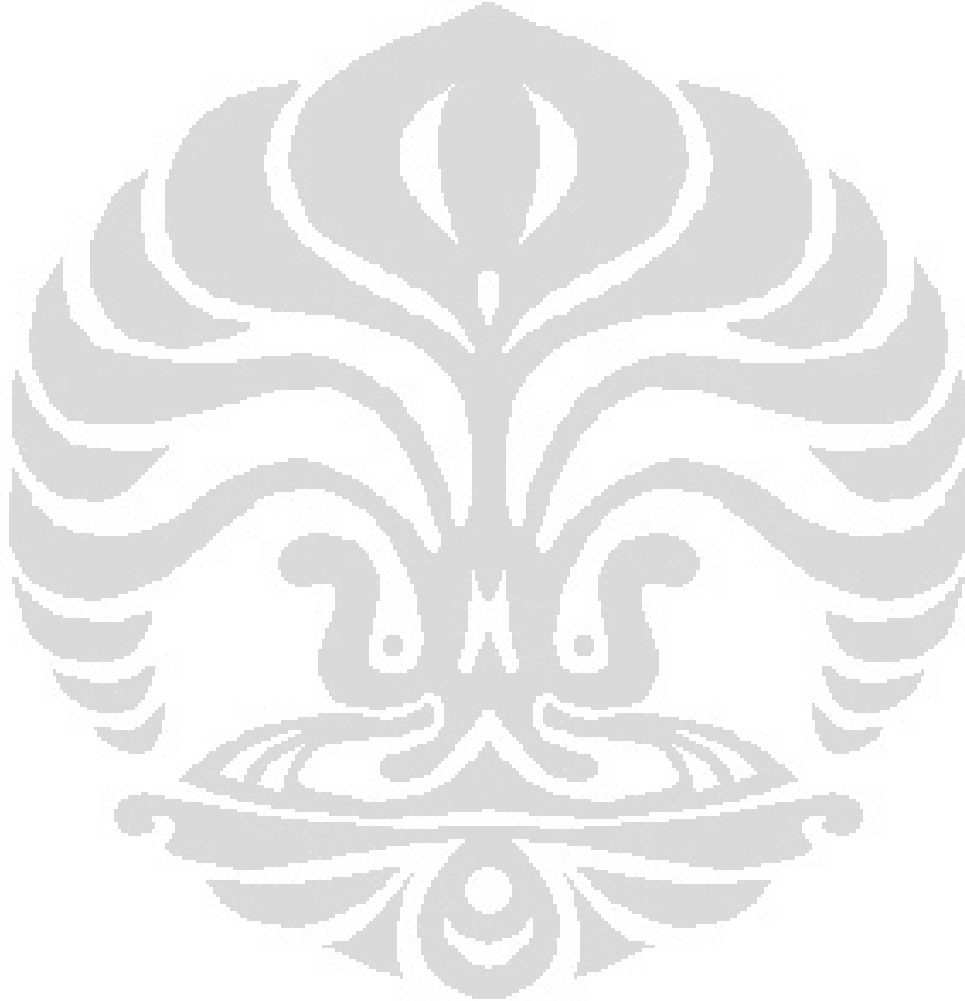
Final Dial Reading : 2108.4  
Change in Sampel Ht : 2.093 cm  
Final Ht of voids (Hvf) : 2.461 cm  
Final Void Ratio (ef) : 5.173 cm  
Po : 75.966 gr/cm<sup>2</sup>      0.076 kg/cm<sup>2</sup>



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028



## CONSOLIDATION TEST (Computation Sheet for e and cv)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** :

### Sample Data

Sample Volume (V) : 888.42      Dry Wt of Soils (Ws) : 151.07  
 Ht of Soils (Hi) : 5.03      Ht of Solid (Ho) : 0.48  
 Initial Ht of voids (Hv) : 4.55      Initial Void Ratio (eo) : 9.07

Pressure (kPa)	Def. dial reading at end of load <sup>a</sup> (cm)	Change sample ht ( $\Delta h$ ) (cm)	Change in void ratio $\Delta e = \Delta h / H_o$	Inst void ratio e	Average <sup>b</sup> ht. for load (cm)	Length of drainage path, ( $H^c$ ) (cm)	Time for 90% consol. <sup>d</sup> (min)	Coeff. of consol. (cv) ( $\text{cm}^2/\text{min}$ )
0.000	0.015	0.000	0.000	9.07	5.030	2.515		
2.338	0.0330	0.018	0.036	9.03	5.021	2.511		
3.000	0.0472	0.032	0.064	9.01	5.005	2.502	9.61	0.55
6.000	0.0954	0.080	0.161	8.91	4.965	2.482	5.76	0.91
12.000	0.4553	0.440	0.881	8.19	4.745	2.372	7.84	0.61
25.000	1.0050	0.990	1.982	7.09	4.250	2.125	17.64	0.22
50.000	1.5022	1.487	2.977	6.09	3.506	1.753	6.25	0.42
100.000	2.1084	2.093	4.191	4.88	2.459	1.230	7.29	0.18
50.000	2.0964	-0.012	-0.024	4.90	2.465	1.2326		
25.000	2.0547	-0.054	-0.108	4.99	2.492	1.2461		
12.000	1.9344	-0.174	-0.348	5.23	2.579	1.2896		
6.000	1.8926	-0.216	-0.432	5.31	2.687	1.3435		
3.000	1.5597	-0.549	-1.098	5.98	2.961	1.4807		

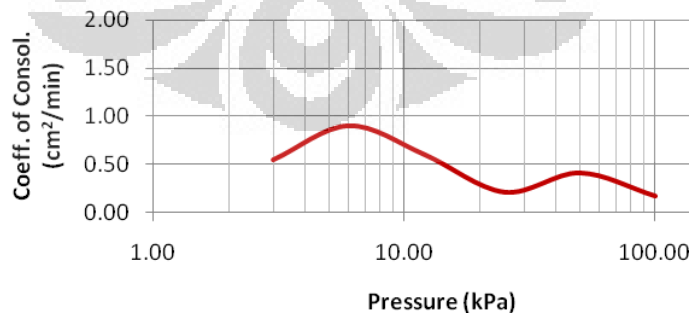
<sup>a</sup>Final dial reading of preceding load = initial dial reading of following load

<sup>b</sup>Average ht. for load increment = Ht. at beginning of load -  $\frac{1}{2}\Delta H$

<sup>c</sup>H = length of longest drainage path; for floating ring consolidation =  $\frac{1}{2}$  average ht. for given load increment

<sup>d</sup>From the dial reading vs log t curves

### Grafik Hubungan Tekanan vs Cv





## CONSOLIDATION TEST (Determination of Pra-consolidation Pressure)

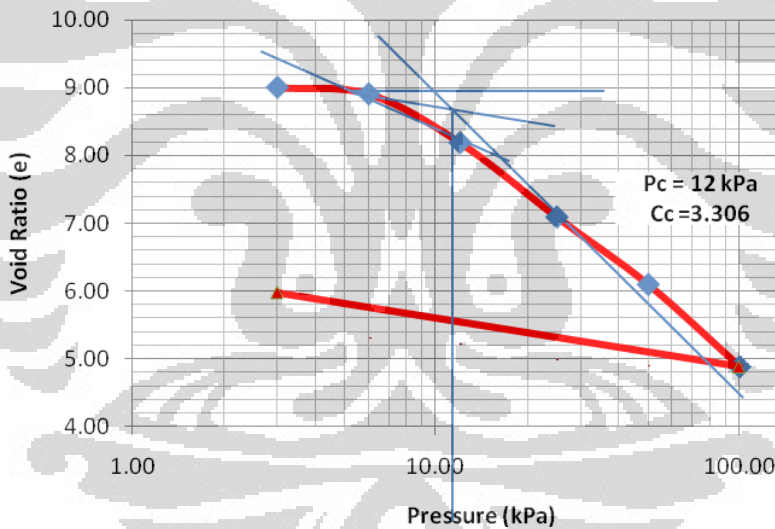
**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah

**Sample No.** : A  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 19-5-2010

### Result

w : 495.67 %      Cc : 3.307  
Gs : 1.798      Cr :  
Sr : 93.09 %      Po : 0.80 kPa  
e<sub>o</sub> : 9.07      Pc : 12.00 kPa

**Grafik Penentuan Tekanan Prakonsolidasi (Pc)**



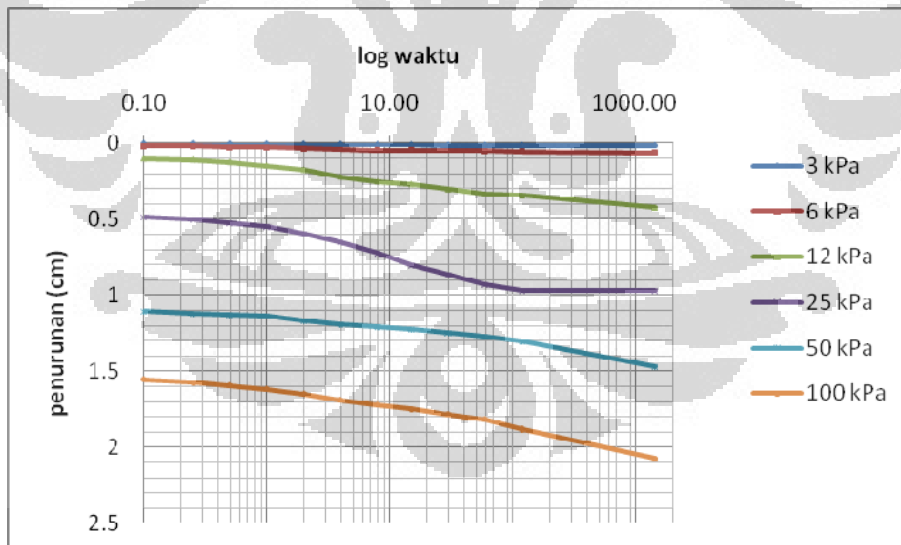
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028

**Penurunan**

	Date	8/10	9/10	10/10	11/10	12/10	13/10	14/10
	Load (kg)	4.2	5.58	11.16	22.32	44.64	89.28	178.56
	kPa	2.338	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	0	0	0.0142	0.0624	0.4223	0.972	1.4692
	0.10		0.001	0.019	0.1015	0.4892	1.107	1.5544
	0.25		0.002	0.022	0.109	0.5064	1.122	1.5744
	0.50		0.003	0.0245	0.1235	0.525	1.1295	1.5939
	1.00		0.004	0.0292	0.147	0.555	1.137	1.6184
	2.00		0.0048	0.035	0.173	0.5978	1.172	1.6504
	4.00		0.006	0.041	0.219	0.653	1.191	1.6876
	8.00		0.0076	0.0448	0.2508	0.7295	1.207	1.7224
	15.00		0.0096	0.0472	0.2673	0.803	1.2252	1.7507
	30.00		0.0112	0.0496	0.3021	0.869	1.2454	1.7849
	60.00		0.0121	0.051	0.3342	0.93	1.2724	1.815
	120.00		0.0131	0.0523	0.3427	0.97	1.3017	1.8818
	1440		0.0142	0.0624	0.4223	0.972	1.4692	2.0754



Lampiran 17. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A2 dengan Alat Oedometer Modifikasi

**CONSOLIDATION TEST (Time Compression)**

**Project** : Tesis  
 Lab Mektan  
**Location** : FTUI  
**Sample No.** : A2  
**Description of Soil** : peat  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Date of Testing** : 04/05/2011

**Ring dimension**

Diameter (cm) : 15.00  
 Height (cm) : 5.00  
 Area (cm<sup>2</sup>) : 176.63  
 Volume (cm<sup>3</sup>) : 883.13  
 Wt of ring (gr) : 798.2

**Water Content Determination**

Wt wet soil + ring (gr) : 1706.9  
 Wt dry soil +ring (gr) : 1023.69  
 Wt of moisture (gr) : 683.21  
 Wt of dry soil (gr) : 225.49  
 Initial water content(%) : 302.99

**Settlement Data**

	Date	19/5	20/5	21/5	24/5	25/5	26/5	27/5
	Load (kg)	4.2	5.58	11.16	22.32	44.64	89.28	178.56
	kPa	2.338	3	6	12	25	50	100
<b>Loading</b>	0.00	471.5	493.5	533.5	732	989.5	1361	1806
	0.10		496	547	737	1022.5	1406	1815
	0.25		497	553	745	1030.2	1414	1820
	0.50		498	559.5	755	1038	1422	1844
	1.00		499	568.5	767	1052.5	1431	1871
	2.00		500	580.5	784.5	1071.5	1449	1897
	4.00		502	595	805	1130	1488	1927
	8.00		504	606	830	1163.8	1526	1956
	15.00		507.8	615	852	1190.7	1560	2002.5
	30.00		510.2	626	871.3	1221	1611	2050
	60.00		511.7	634.5	882.4	1246.2	1657	2090
	1440.00		533.5	732	989.5	1361	1806	2448.5
<b>Unloading</b>			2318	2349	2366	2403	2433	2448.5

**Calculation**

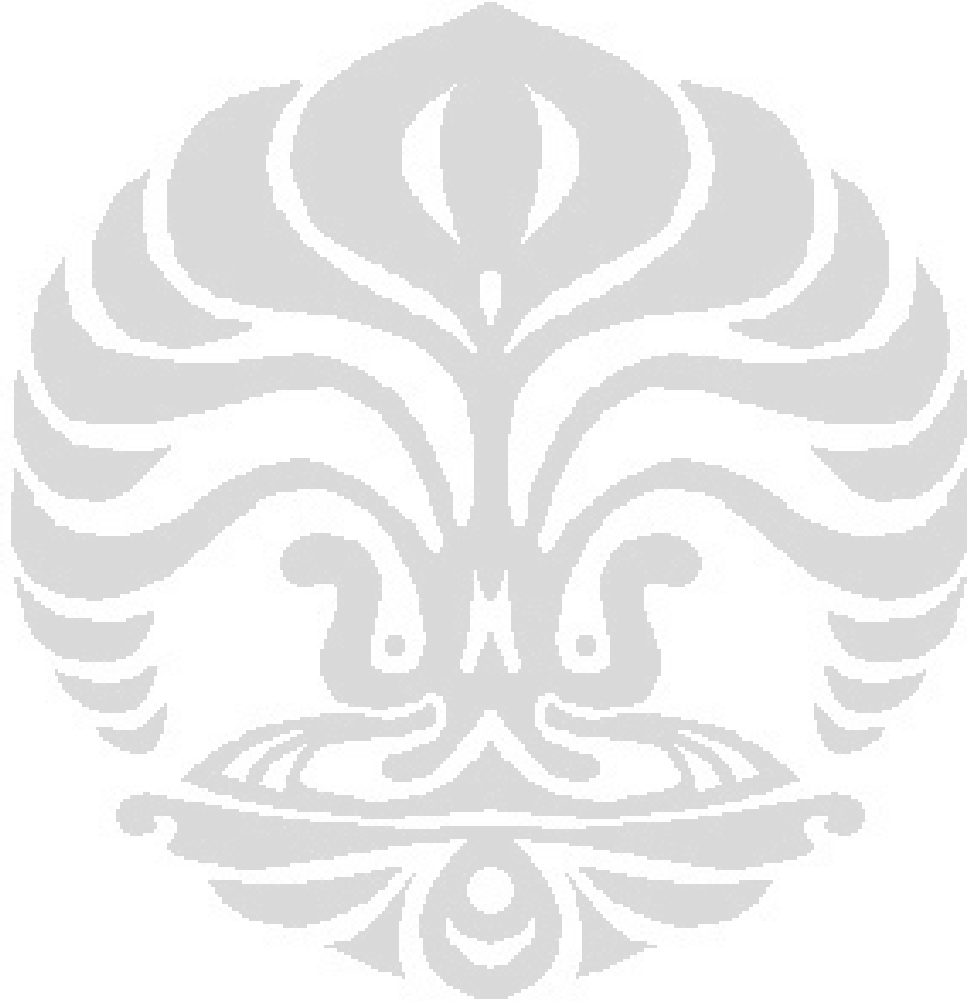
Initial height of soils (Hi) : 5.00 cm  
 Specific gravity (Gs) : 1.798  
 Wt ring + speciment : 1706.9 gr  
 Wt of ring : 798.2 gr  
 Wt wet soil (Wt) : 908.70 gr  
 Computed dry wt of soil (Ws') : 225.49 gr  
 Oven dry wt of soil (Ws) : 225.49 gr  
 Computed Ht of solids (Ho) : 0.710 cm  
 Initial Ht of voids (Hv) : 4.29 cm  
 Initial degree saturation (Si) : 90.17 %  
 Initial void ratio (eo) : 9.07

**Final Test Data**

Initial Dial Reading : 471.5

Final Dial Reading : 2448.5  
Change in Sampel Ht : 1.977 cm  
Final Ht of voids (Hvf) : 2.313 cm  
Final Void Ratio (ef) : 3.257 cm  
Po : 77.172 gr/cm<sup>2</sup>      0.077 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</b> <b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b> Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028	
---	--	--



## CONSOLIDATION TEST (Computation Sheet for e and cv)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A2  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** : 04/05/2011

### Sample Data

Sample Volume (V) : 883.13 Dry Wt of Soils (Ws) : 225.49  
 Ht of Soils (Hi) : 5.00 Ht of Solid (Ho) : 0.71  
 Initial Ht of voids (Hv) : 4.29 Initial Void Ratio (eo) : 9.07

Pressure (kPa)	Def. dial reading at end of load <sup>a</sup> (cm)	Change sample ht ( $\Delta h$ ) (cm)	Change in void ratio $\Delta e = \Delta h / H_o$	Inst void ratio e	Average <sup>b</sup> ht. for load (cm)	Length of drainage path, ( $H^c$ ) (cm)	Time for 90% consol. <sup>d</sup> (min)	Coeff. of consol. (cv) (cm <sup>2</sup> /min)
0.000	0.4715	0.000	0.000	9.07	5.000	2.500		
2.338	0.4935	0.022	0.044	9.03	4.989	2.495		
3.000	0.5335	0.062	0.125	8.95	4.958	2.479	19.36	0.27
6.000	0.7320	0.261	0.525	8.55	4.828	2.414	6.25	0.79
12.000	0.9895	0.518	1.043	8.03	4.569	2.284	6.76	0.65
25.000	1.3610	0.890	1.791	7.28	4.124	2.062	7.84	0.46
50.000	1.8060	1.335	2.688	6.38	3.457	1.728	17.64	0.14
100.000	2.4485	1.977	3.982	5.09	2.468	1.234	6.76	0.19
50.000	2.4330	-0.016	-0.031	5.12	2.476	1.2380		
25.000	2.4030	-0.046	-0.092	5.18	2.499	1.2494		
12.000	2.3660	-0.083	-0.166	5.25	2.540	1.2700		
6.000	2.3490	-0.099	-0.200	5.29	2.590	1.2949		
3.000	2.3180	-0.131	-0.263	5.35	2.655	1.3275		

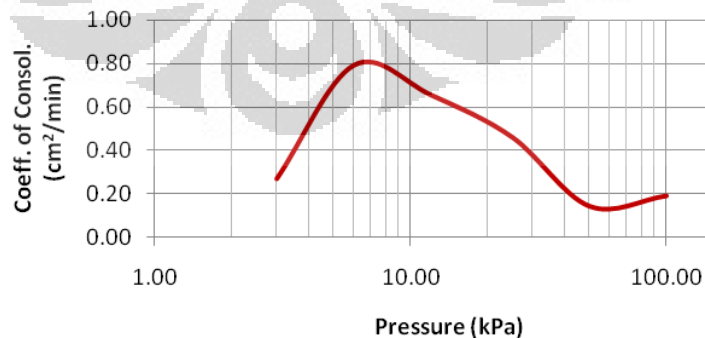
<sup>a</sup>Final dial reading of preceding load = initial dial reading of following load

<sup>b</sup>Average ht. for load increment = Ht. at beginning of load -  $\frac{1}{2}\Delta H$

<sup>c</sup>H = length of longest drainage path; for floating ring consolidation =  $\frac{1}{2}$  average ht. for given load increment

<sup>d</sup>From the dial reading vs log t curves

### Grafik Hubungan Tekanan vs Cv



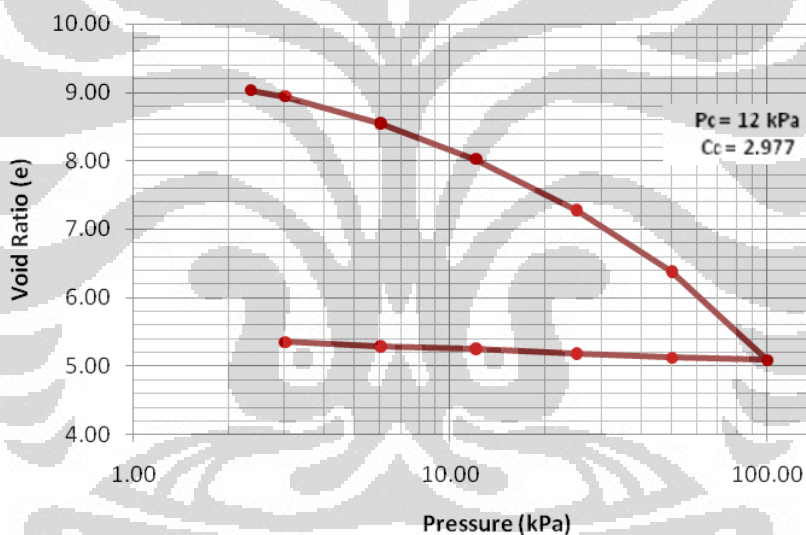
## CONSOLIDATION TEST (Determination of Pra-consolidation Pressure)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Sample No.** : A2  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 04/05/2011

### Result

w : 302.99 %      Cc : 2.977  
Gs : 1.798      Cr :  
Sr : 90.17 %      Po : 0.80 kPa  
eo : 9.07      Pc : 12.00 kPa

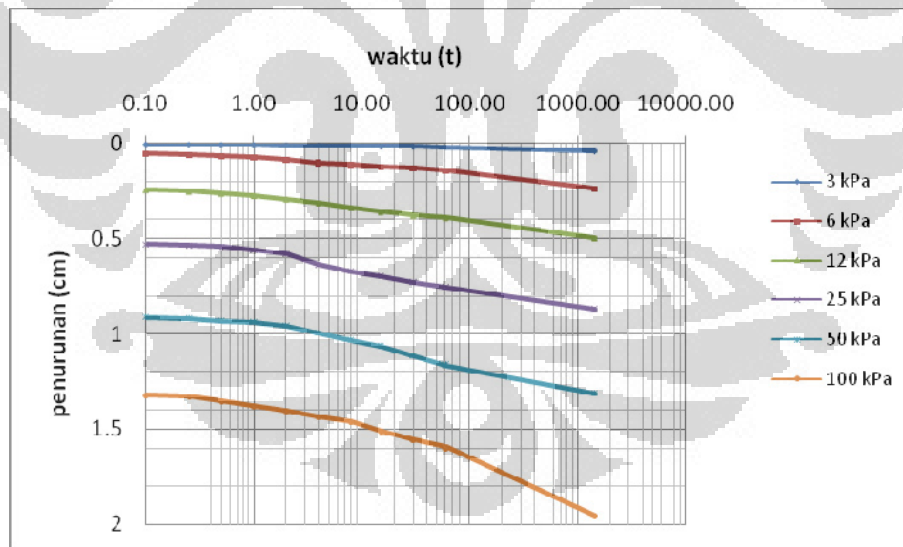
**Grafik Penentuan Tekanan Prakonsolidasi (Pc) Sampel A2**



	<p>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA LABORATORIUM MEKANIK TANAH Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028</p>	
---	--	--

**Penurunan**

	Date	19/5	20/5	21/5	24/5	25/5	26/5	27/5
	Load (kg)	4.2	5.58	11.16	22.32	44.64	89.28	178.56
	kPa	2.338	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	0	0	0.04	0.2385	0.496	0.8675	1.3125
	0.10		0.0025	0.0535	0.2435	0.529	0.9125	1.3215
	0.25		0.0035	0.0595	0.2515	0.5367	0.9205	1.3265
	0.50		0.0045	0.066	0.2615	0.5445	0.9285	1.3505
	1.00		0.0055	0.075	0.2735	0.559	0.9375	1.3775
	2.00		0.0065	0.087	0.291	0.578	0.9555	1.4035
	4.00		0.0085	0.1015	0.3115	0.6365	0.9945	1.4335
	8.00		0.0105	0.1125	0.3365	0.6703	1.0325	1.4625
	15.00		0.0143	0.1215	0.3585	0.6972	1.0665	1.509
	30.00		0.0167	0.1325	0.3778	0.7275	1.1175	1.5565
	60.00		0.0182	0.141	0.3889	0.7527	1.1635	1.5965
	1440.00		0.04	0.2385	0.496	0.8675	1.3125	1.955



Lampiran 18. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A4 dengan Alat Oedometer Modifikasi

**CONSOLIDATION TEST (Time Compression)**

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A4  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** : 28/06/2011

**Ring dimension**

Diameter (cm) : 15.00  
 Height (cm) : 5.00  
 Area (cm<sup>2</sup>) : 176.63  
 Volume (cm<sup>3</sup>) : 883.13  
 Wt of ring (gr) : 798.2

**Water Content Determination**

Wt wet soil + ring (gr) : 1711  
 Wt dry soil +ring (gr) : 1108.92  
 Wt of moisture (gr) : 602.08  
 Wt of dry soil (gr) : 310.72  
 Initial water content(%) : 193.77

**Settlement Data**

	Date	28/6	27/6	28/6	29/6	30/6	01/7	02/7
	Load (kg)	4.2	5.58	11.16	22.32	44.64	89.28	178.56
	kPa	2.338	3	6	12	25	50	100
<b>Loading</b>	0.00	237.8	280	282	410	622	1261	1818.5
	0.10		280	284	429	985	1312	1945
	0.25		280	286	431	990	1314.5	2040
	0.50		280	288	432.5	995	1317	2405
	1.00		280	289.2	434.6	1000	1320	2425
	2.00		280.5	291	437.7	1006	1324.5	2445
	4.00		280.6	293.5	442	1014	1335.5	2472
	8.00		280.6	298.5	447.3	1027	1343.5	2500
	15.00		281	302	455.4	1043.5	1360	2529
	30.00		281.5	309.8	468.3	1067	1385	2574
	60.00		281.7	317	483.2	1104	1422.4	2597
	1440.00		282	410	622	1261	1818.5	2629
<b>Unloading</b>			1422	1652	1897	2182	2385	2629

**Calculation**

Initial height of soils (Hi) : 5.00 cm  
 Specific gravity (Gs) : 1.798  
 Wt ring + speciment : 1711 gr  
 Wt of ring : 798.2 gr  
 Wt wet soil (Wt) : 912.80 gr  
 Computed dry wt of soil (Ws') : 310.72 gr  
 Oven dry wt of soil (Ws) : 310.72 gr  
 Computed Ht of solids (Ho) : 0.978 cm  
 Initial Ht of voids (Hv) : 4.02 cm  
 Initial degree saturation (Si) : 84.76 %  
 Initial void ratio (eo) : 9.07

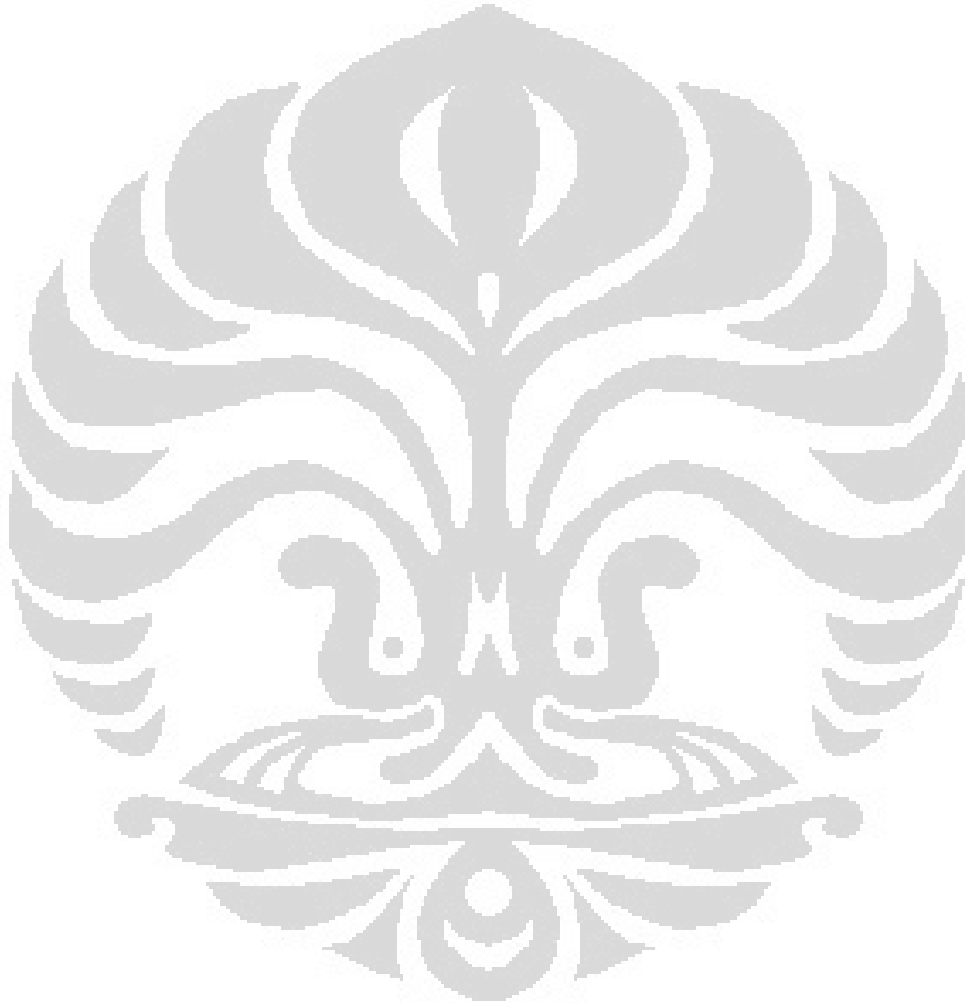
**Final Test Data**

Initial Dial Reading : 237.8



Final Dial Reading : 2629  
Change in Sampel Ht : 2.391 cm  
Final Ht of voids (Hvf) : 1.630 cm  
Final Void Ratio (ef) : 1.666 cm  
Po : 77.520 gr/cm<sup>2</sup>      0.078 kg/cm<sup>2</sup>

	<p style="text-align: center;"><b>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA</b> <b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b> Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021) 7270028</p>	
--	---	--



## CONSOLIDATION TEST (Computation Sheet for e and cv)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI **Sample No.** : A4  
**Description of Soil** : peat **Depth of Sample** : 0.5  
**Tested By** : Siti Muslikah **Date of Testing** : 28/06/2011

### Sample Data

Sample Volume (V) : 883.13 Dry Wt of Soils (Ws) : 310.72  
 Ht of Soils (Hi) : 5.00 Ht of Solid (Ho) : 0.98  
 Initial Ht of voids (Hv) : 4.02 Initial Void Ratio (eo) : 9.07

Pressure (kPa)	Def. dial reading at end of load <sup>a</sup> (cm)	Change sample ht ( $\Delta h$ ) (cm)	Change in void ratio $\Delta e = \Delta h / H_o$	Inst void ratio e	Average <sup>b</sup> ht. for load (cm)	Length of drainage path, ( $H^c$ ) (cm)	Time for 90% consol. <sup>d</sup> (min)	Coeff. of consol. (cv) ( $\text{cm}^2/\text{min}$ )
0.000	0.2378	0.000	0.000	9.07	5.000	2.500		
2.338	0.2800	0.042	0.085	8.99	4.979	2.489		
3.000	0.2820	0.044	0.089	8.98	4.957	2.478	44.89	0.12
6.000	0.4100	0.172	0.347	8.72	4.871	2.435	33.64	0.15
12.000	0.6220	0.384	0.774	8.30	4.679	2.339	31.36	0.15
25.000	1.2610	1.023	2.061	7.01	4.167	2.084	16.00	0.23
50.000	1.8185	1.581	3.184	5.89	3.377	1.688	17.64	0.14
100.000	2.6290	2.391	4.816	4.25	2.181	1.091	6.76	0.15
50.000	2.3850	-0.244	-0.491	4.75	2.303	1.1515		
25.000	2.1820	-0.447	-0.900	5.15	2.527	1.2633		
12.000	1.8970	-0.732	-1.474	5.73	2.893	1.4463		
6.000	1.6520	-0.977	-1.968	6.22	3.381	1.6905		
3.000	1.4220	-1.207	-2.431	6.69	3.985	1.9923		

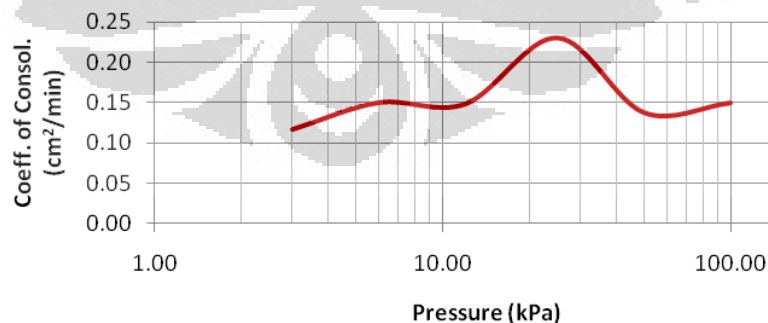
<sup>a</sup>Final dial reading of preceding load = initial dial reading of following load

<sup>b</sup>Average ht. for load increment = Ht. at beginning of load -  $\frac{1}{2}\Delta H$

<sup>c</sup>H = length of longest drainage path; for floating ring consolidation =  $\frac{1}{2}$  average ht. for given load increment

<sup>d</sup>From the dial reading vs log t curves

### Grafik Hubungan Tekanan vs Cv



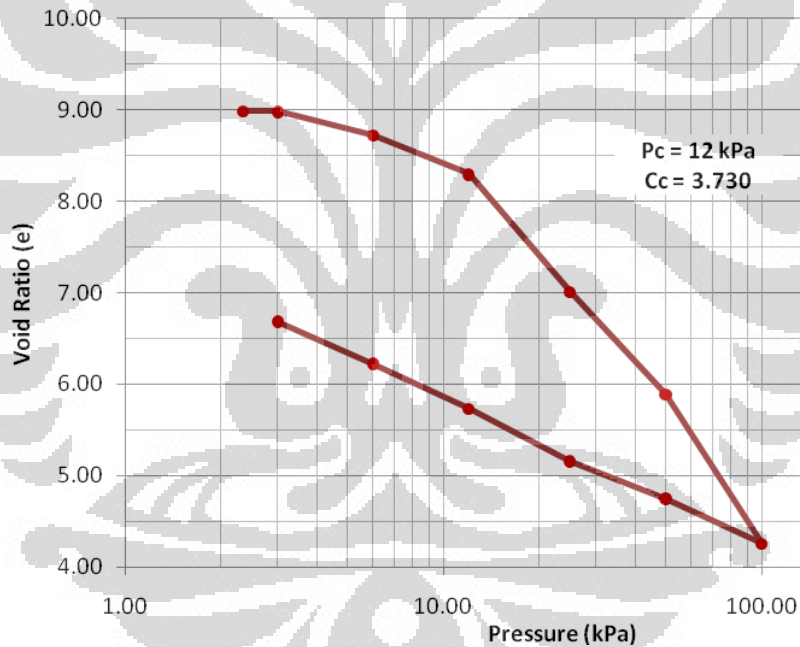
## CONSOLIDATION TEST (Determination of Pra-consolidation Pressure)

**Project** : Tesis  
**Location** : Lab Mektan FTUI  
**Description of Soil** : peat  
**Tested By** : Siti Muslikah  
**Sample No.** : A4  
**Depth of Sample** : 0.5  
**Date of Testing** : 28/06/2011

### Result

w : 193.77 %      Cc : 3.730  
Gs : 1.798      Cr :  
Sr : 84.76 %      Po : 0.80 kPa  
e<sub>o</sub> : 9.07      Pc : 12.00 kPa

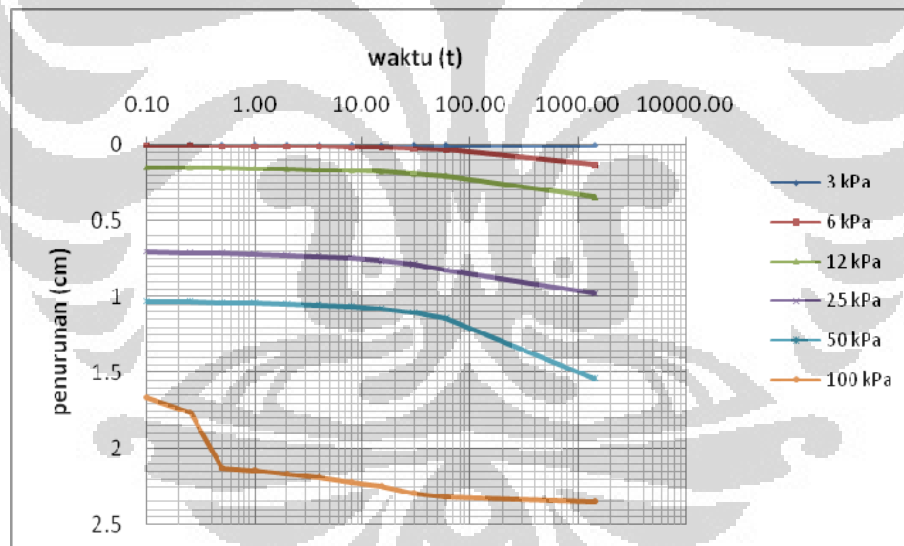
**Grafik Penentuan Tekanan Prakonsolidasi (Pc)  
Sampel A4**



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
Kampus UI-Depok 16424 Telp. (021) 7270029, 78849102 Fax. (021)  
7270028

**Penurunan**

	Date	28/6	27/6	28/6	29/6	30/6	01/7	02/7
	Load (kg)	4.2	5.58	11.16	22.32	44.64	89.28	178.56
	kPa	2.338	3	6	12	25	50	100
Loading	0.00	0	0	0.002	0.13	0.342	0.981	1.5385
	0.10		0	0.004	0.149	0.705	1.032	1.665
	0.25		0	0.006	0.151	0.71	1.0345	1.76
	0.50		0	0.008	0.1525	0.715	1.037	2.125
	1.00		0	0.0092	0.1546	0.72	1.04	2.145
	2.00		0.0005	0.011	0.1577	0.726	1.0445	2.165
	4.00		0.0006	0.0135	0.162	0.734	1.0555	2.192
	8.00		0.0006	0.0185	0.1673	0.747	1.0635	2.22
	15.00		0.001	0.022	0.1754	0.7635	1.08	2.249
	30.00		0.0015	0.0298	0.1883	0.787	1.105	2.294
	60.00		0.0017	0.037	0.2032	0.824	1.1424	2.317
	1440.00		0.002	0.13	0.342	0.981	1.5385	2.349

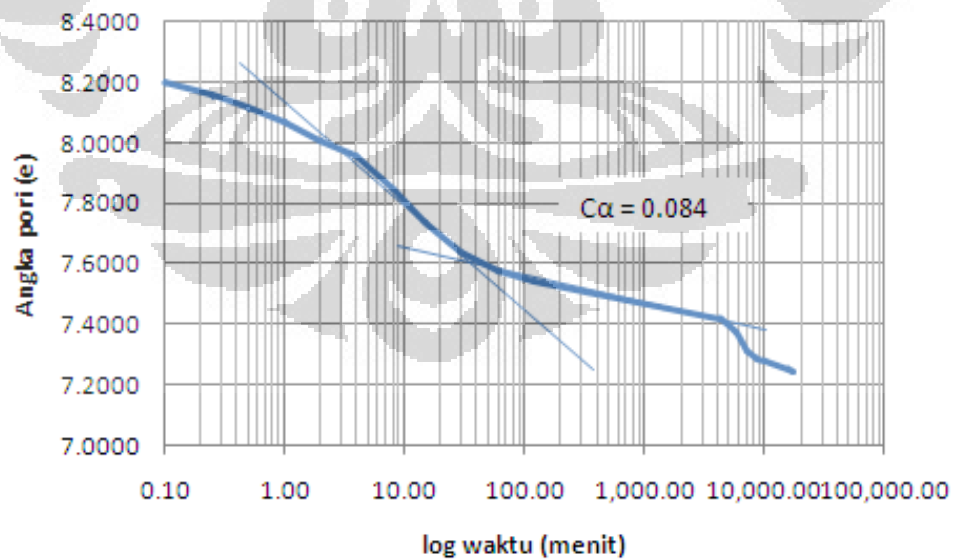


Lampiran 19. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A dengan Alat Oedometer Modifikasi dengan Pembebanan Konstan

kondisi awal				
1	Diameter Ring (D)	15.00	cm	
2	Luas Ring (A)	176.79	cm <sup>2</sup>	
3	Tinggi Ring (Ht)	5.020	cm	
4	Tinggi Sampel (Hi)	5.020	cm	
5	Harga Specific Gravity (Gs)	1.80		Data hasil pengujian SG
6	Berat (tanah+ring) awal	1742.00	gram	
7	Berat Ring	798.60	gram	
8	Berat Tanah Basah (Wt)	943.40	gram	
9	Kadar Air Awal (Wi)	376.20	%	$(Ww/Ws) \times 100\%$
10	Berat Tanah Kering (W's)	198.11	gram	$Wt/(1+Wi)$
11	Berat Tanah Kering Oven (Ws)	198.11	gram	
12	Tinggi Tanah Awal (Ho)	0.623	cm	$Ws/(Gs \times A)$
13	Beda Tinggi (Hv)	4.397	cm	Hi-Ho
14	Derajat Saturasi (Si)	95.88		$((Wt-Ws)/((Hi-Ho) \times A)) \times 100\%$
15	Void Ratio (eo)	9.07		Hv/Ho
kondisi akhir				
1	Pembacaan Awal	0.1150	cm	
2	Pembacaan Akhir	1.0244	cm	
3	Bedaan Tinggi	0.9094	cm	pembacaan awal - pembacaan akhir
4	Tinggi Void Akhir (Hvf)	3.4873	cm	Hv - bedaan tinggi
5	Void Ratio Akhir (ef)	5.5953		Hvf/Ho
6	Kadar Air Akhir (Wf)		%	$(W'w/Ws) \times 100\%$
7	Po	85.0423	gr/cm <sup>2</sup>	$Wt/(Hi \times A) \times 75$
8	Beda Tinggi (ΔH)	0.9094	cm	pembacaan awal - pembacaan akhir
9	Beda Void Ratio (Δeo)	1.4591		eo - e
10	Void Ratio (e)	7.6109		eo - Δe

Waktu (menit)	Pembacaan Dial	$\Delta H$	$\Delta e$	e
0.00	0.115	0	0.0000	9.0700
0.10	0.548	0.433	0.8686	8.2014
0.25	0.57	0.455	0.9127	8.1573
0.50	0.591	0.476	0.9548	8.1152
1	0.612	0.497	0.9970	8.0730
2	0.643	0.528	1.0592	8.0108
4	0.67	0.555	1.1133	7.9567
8	0.723	0.608	1.2196	7.8504
15	0.778	0.663	1.3300	7.7400
30	0.829	0.714	1.4323	7.6377
60	0.859	0.744	1.4924	7.5776
120	0.875	0.76	1.5245	7.5455
4320	0.9368	0.8218	1.6485	7.4215
5760	0.9595	0.8445	1.6940	7.3760
7200	0.9912	0.8762	1.7576	7.3124
8640	1.003	0.888	1.7813	7.2887
10080	1.0068	0.8918	1.7889	7.2811
15840	1.02	0.905	1.8154	7.2546
17280	1.0244	0.9094	1.8242	7.2458

Grafik log waktu Vs angka Pori

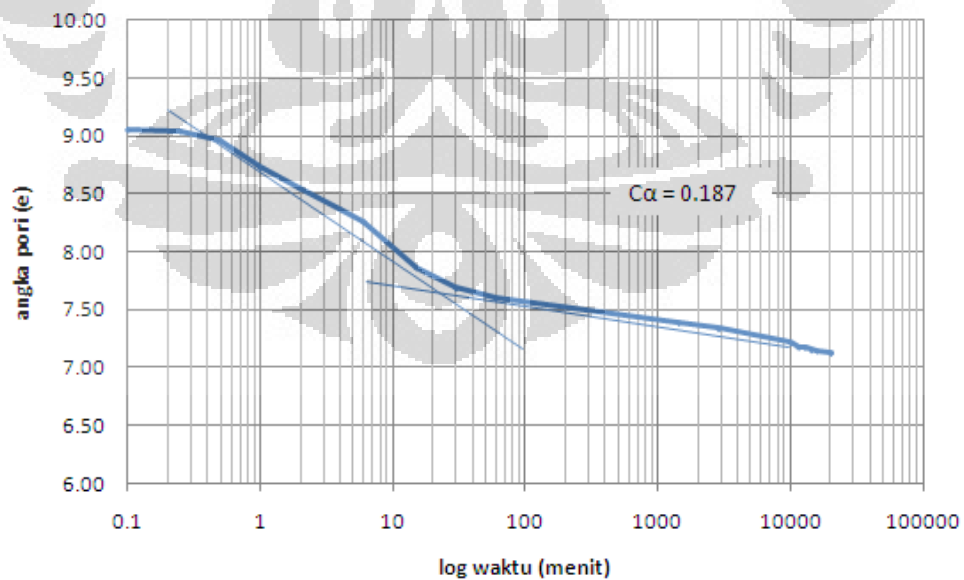


Lampiran 20. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A2 dengan Alat Oedometer Modifikasi dengan Pembebanan Konstan

kondisi awal				
1	Diameter Ring (D)	15.00	cm	
2	Luas Ring (A)	176.79	cm <sup>2</sup>	
3	Tinggi Ring (Ht)	5.020	cm	
4	Tinggi Sampel (Hi)	5.020	cm	
5	Harga Specific Gravity (Gs)	1.80		Data hasil pengujian SG
6	Berat (tanah+ring) awal	1738.60	gram	
7	Berat Ring	798.60	gram	
8	Berat Tanah Basah (Wt)	940.00	gram	
9	Kadar Air Awal (Wi)	390.43	%	$(Ww/Ws) \times 100\%$
10	Berat Tanah Kering (W's)	191.67	gram	$Wt/(1+Wi)$
11	Berat Tanah Kering Oven (Ws)	191.67	gram	
12	Tinggi Tanah Awal (Ho)	0.603	cm	$Ws/(Gs \times A)$
13	Beda Tinggi (Hv)	4.417	cm	Hi-Ho
14	Derajat Saturasi (Si)	95.83		$((Wt-Ws)/((Hi-Ho) \times A)) \times 100\%$
15	Void Ratio (eo)	9.07		Hv/Ho
kondisi akhir				
1	Pembacaan Awal	0.9317	cm	
2	Pembacaan Akhir	1.9022	cm	
3	Bedaan Tinggi	0.9705	cm	pembacaan awal - pembacaan akhir
4	Tinggi Void Akhir (Hvf)	3.4465	cm	Hv - bedaan tinggi
5	Void Ratio Akhir (ef)	5.7156		Hvf/Ho
6	Kadar Air Akhir (Wf)		%	$(W'w/Ws) \times 100\%$
7	Po	84.7358	gr/cm <sup>2</sup>	$Wt/(Hi \times A) \times 75$
8	Beda Tinggi (ΔH)	0.9705	cm	pembacaan awal - pembacaan akhir
9	Beda Void Ratio (Δeo)	1.6095		eo - e
10	Void Ratio (e)	7.4605		eo - Δe

Waktu (Menit)	Pembacaan Dial	$\Delta H$	$\Delta e$	e
0	0.9317	0	0	9.07
0.1	0.938	0.0063	0.0126	9.06
0.25	0.9442	0.0125	0.0251	9.04
0.5	0.9842	0.0525	0.1053	8.96
1	1.1	0.1683	0.3376	8.73
2	1.19	0.2583	0.5181	8.55
4	1.2792	0.3475	0.6971	8.37
6	1.3342	0.4025	0.8074	8.26
15	1.5312	0.5995	1.2026	7.87
30	1.6228	0.6911	1.3863	7.68
60	1.6662	0.7345	1.4734	7.60
1440	1.7712	0.8395	1.6840	7.39
2880	1.7967	0.865	1.7352	7.33
10080	1.8582	0.9265	1.8585	7.21
11520	1.8762	0.9445	1.8946	7.18
12960	1.8777	0.946	1.8977	7.17
14400	1.8882	0.9565	1.9187	7.15
15840	1.8912	0.9595	1.9247	7.15
20160	1.9022	0.9705	1.9468	7.12

Grafik log waktu Vs angka Pori





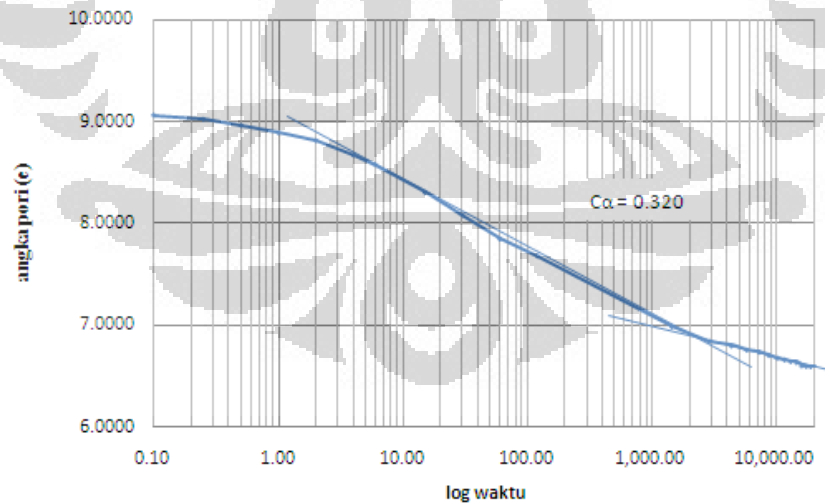
Lampiran 21. Hasil Uji Konsolidasi Sampel Tanah Gambut A4 dengan Alat Oedometer Modifikasi dengan Pembebanan Konstan

kondisi awal				
1	Diameter Ring (D)	15.00	cm	
2	Luas Ring (A)	176.79	cm <sup>2</sup>	
3	Tinggi Ring (Ht)	5.020	cm	
4	Tinggi Sampel (Hi)	5.020	cm	
5	Harga Specific Gravity (Gs)	1.80		Data hasil pengujian SG
6	Berat (tanah+ring) awal	1729.60	gram	
7	Berat Ring	798.60	gram	
8	Berat Tanah Basah (Wt)	931.00	gram	
9	Kadar Air Awal (Wi)	453.64	%	$(Ww/Ws) \times 100\%$
10	Berat Tanah Kering (W's)	168.16	gram	$Wt / (1 + Wi)$
11	Berat Tanah Kering Oven (Ws)	168.16	gram	
12	Tinggi Tanah Awal (Ho)	0.529	cm	$Ws / (Gs \times A)$
13	Beda Tinggi (Hv)	4.491	cm	Hi - Ho
14	Derajat Saturasi (Si)	96.08		$((Wt - Ws) / ((Hi - Ho) \times A)) \times 100\%$
15	Void Ratio (eo)	9.07		Hv / Ho
kondisi akhir				
1	Pembacaan Awal	0.0880	cm	
2	Pembacaan Akhir	1.3230	cm	
3	Bedaan Tinggi	1.2350	cm	pembacaan awal - pembacaan akhir
4	Tinggi Void Akhir (Hvf)	3.2560	cm	Hv - bedaan tinggi
5	Void Ratio Akhir (ef)	6.1545		Hvf / Ho
6	Kadar Air Akhir (Wf)		%	$(W'w / Ws) \times 100\%$
7	Po	83.9245	gr/cm <sup>2</sup>	$Wt / (Hi \times A) \times 75$
8	Beda Tinggi (ΔH)	1.2350	cm	pembacaan awal - pembacaan akhir
9	Beda Void Ratio (Δeo)	2.3344		eo - e
10	Void Ratio (e)	6.7356		eo - Δe

Waktu (Menit)	Pembacaan Dial	ΔH	Δe	e
0.00	0.088	0	0.0000	9.0700
0.10	0.09	0.002	0.0040	9.0660
0.25	0.11	0.022	0.0441	9.0259
0.50	0.14	0.052	0.1043	8.9657
1	0.175	0.087	0.1745	8.8955
2	0.214	0.126	0.2528	8.8172

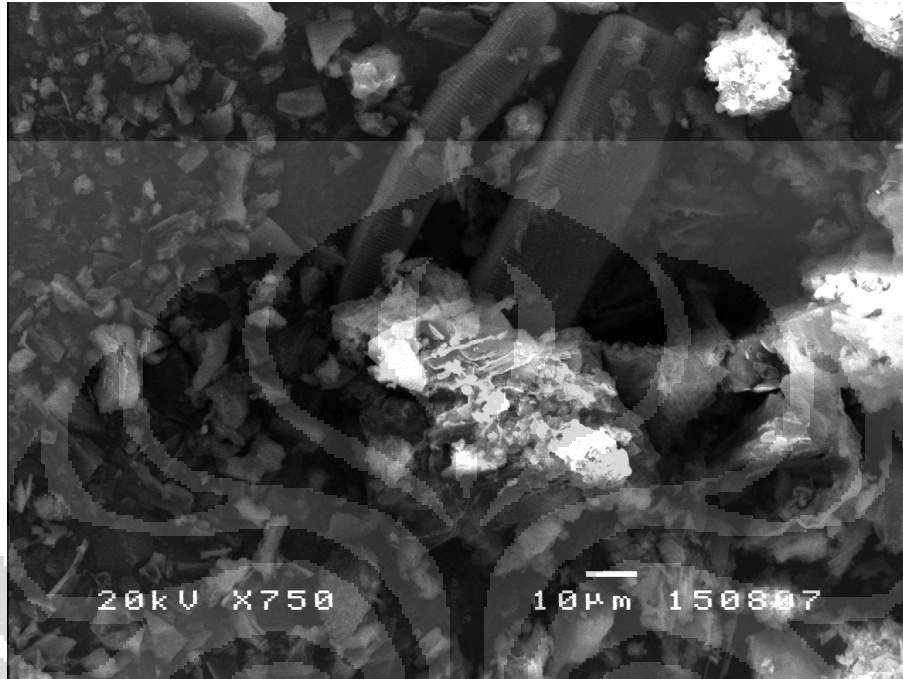
4	0.285	0.197	0.3952	8.6748
6	0.332	0.244	0.4895	8.5805
15	0.468	0.38	0.7623	8.3077
30	0.579	0.491	0.9849	8.0851
60	0.697	0.609	1.2216	7.8484
120	0.78	0.692	1.3881	7.6819
1440	1.126	1.038	2.0822	6.9878
2880	1.197	1.109	2.2246	6.8454
4320	1.22	1.132	2.2708	6.7992
5760	1.24	1.152	2.3109	6.7591
7200	1.251	1.163	2.3330	6.7370
8640	1.267	1.179	2.3650	6.7050
10080	1.279	1.191	2.3891	6.6809
11520	1.288	1.2	2.4072	6.6628
12960	1.297	1.209	2.4252	6.6448
14400	1.302	1.214	2.4353	6.6347
15840	1.318	1.23	2.4674	6.6026
17280	1.321	1.233	2.4734	6.5966
18720	1.322	1.234	2.4754	6.5946
20160	1.323	1.235	2.4774	6.5926

waktu penurunan vs angka pori sampel tanah gambut A4



Lampiran 22. Hasil Uji SEM Sampel Tanah Gambut Sebelum Diinjeksi Mikroorganisme (A)

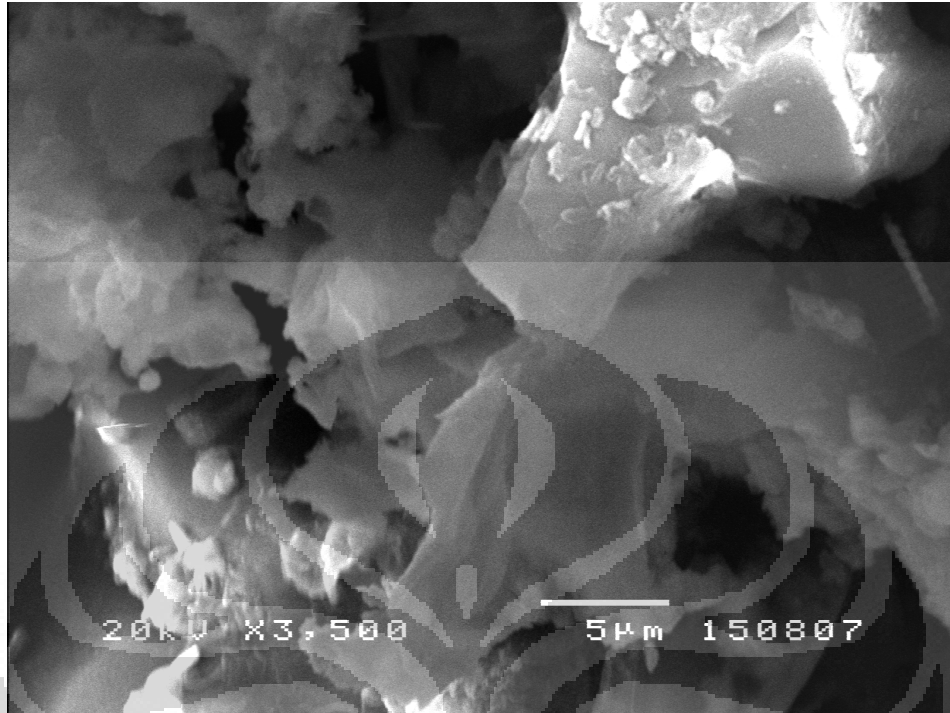
(a) Pembesaran 750 x



(b) Pembesaran 1500 x

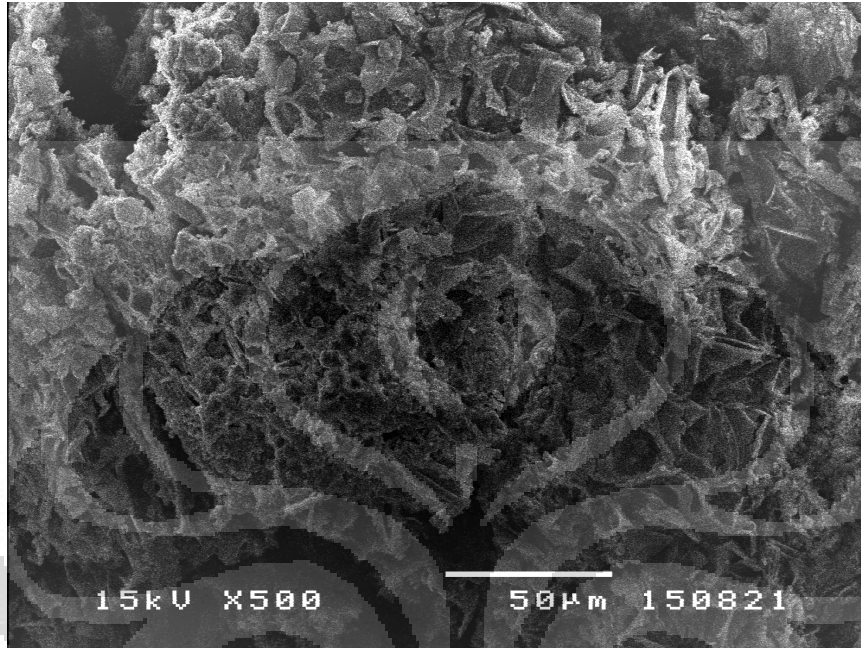


(c) Pembesaran 3500 x



Lampiran 23. Hasil Uji SEM Sampel Tanah Gambut Setelah Diinjeksi Mikroorganism Variasi 2 (A2)

(a) Pembesaran 500 x



(b) Pembesaran 1000 x

