

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP  
STABILITAS TANAH GAMBUT DENGAN PENGUJIAN  
KONSOLIDASI**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam  
Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu  
Universitas Medan Area

**Disusun Oleh:**

**MUHAMMAD ALMAN FALATHI  
188110020**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 8/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)8/9/23

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP STABILITAS TANAH GAMBUT DENGAN PENGUJIAN KONSOLIDASI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam  
Sidaug Sarjana Teknik Sipil Strata Satu  
Universitas Medan Area

Diusahakan Oleh:

**MUHAMMAD ALMAN FALATHI**  
NISST10020

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing

**Ika Ermita Yulandari, ST. MT**  
NIDN : 0103129301

Mengesahkan :

Dekan Fakultas Teknik



**Heri Mulyana, S.Kom. M.Kom**  
NIDN : 0105058804

Dekan Prodi Teknik Sipil



**Heri Mansyah, ST. MT**  
NIDN : 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)8/9/23

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah ini :

Nama : Muhammad Alman Falathi

NPM : 188110020

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Teknik Sipil

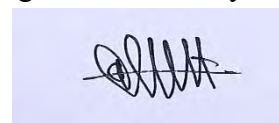
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Stabilitas Tanah Gambut Dengan Pengujian Konsolidasi

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan apabila kelak dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar (skripsi plagiat) maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar kesarjanaan atau sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 12 Oktober 2022

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Alman Falathi  
188110020

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul "**Analisis Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Stabilitas Tanah Gambut Dengan Pengujian Konsolidasi**" tidak dapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain. Kecuali yang secara kutipan dalam naskah ini dan disebut dalam narasumber dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 12 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan

  
1FAKX605735488  
**Muhammad Alman Falathi**  
**188110020**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Alman Falathi

NIM 18 811 0020

Program Studi : Teknik Sipil

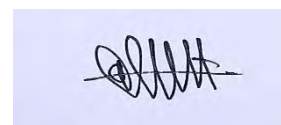
Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya saya yang berjudul Analisis Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Stabilitas Tanah Gambut dengan Pengujian Konsolidasi. Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik HakCipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 12 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan



Muhammad Alman Falathi  
188110020

## ABSTRAK

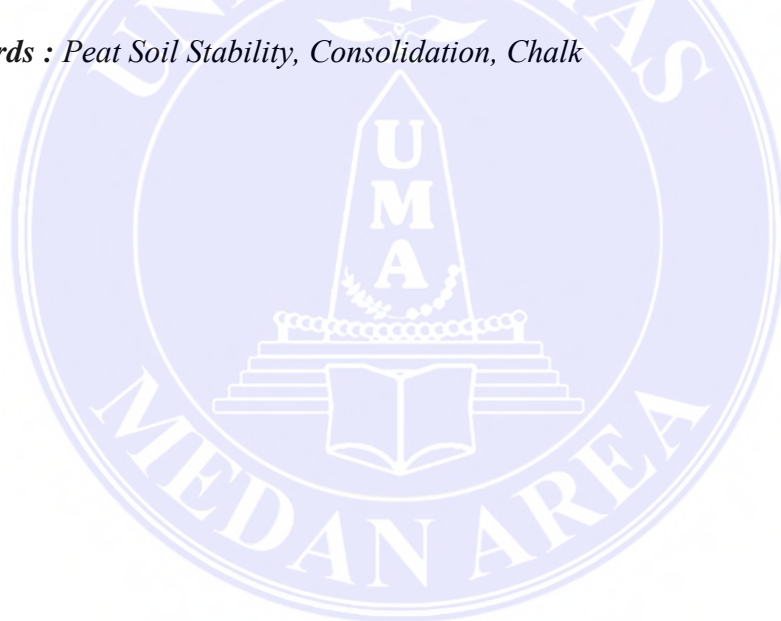
Tanah gambut memiliki kemampuan yang sangat besar, sehingga jika menerima beban akan terjadi penurunan yang sangat besar dalam waktu yang relatif lebih pendek. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur terhadap stabilitas tanah gambut, mengetahui pengaruh kapur terhadap waktu pembebanan, mengetahui pengaruh kapur terhadap kadar air dan angka pori. Penelitian ini dilakukan melalui pengujian konsolidasi dengan penambahan varian kapur serta memberikan beban secara bertahap. Sampel tanah gambut diambil di Desa Pekan Labuhan, Kec. Medan labuhan, Kota Medan Sumatera Utara. Terletak dekat rel kereta api, di samping PT. Pertamina. Tanah gambut didesa pekan labuhan memiliki kadar air ( $w$ ) yaitu 125%, Berat Spesifik ( $G_s$ ) 1.695, angka Pori ( $e$ ) kadar kapur 0 % = 12.53, kadar kapur 2% = 7.04, kadar kapur 5% = 6.25, kadar kapur 8% = 5.88, kadar kapur 10% = 5,52. Adapun Koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) yaitu sampel kadar kapur 0% = 1,830, kadar kapur 2% = 1.296, kadar kapur 5% = 1.049, kadar kapur 8% = 0,698, kadar kapur 10% = 0.395. Kesimpulan dari penelitian ini adalah maka disimpulkan dari hasil penelitian semakin tinggi kadar kapur yang dicampurkan maka semakin rendah kadar air dari tanah gambut yang telah di uji dan kecepatan penuruanan terjadi akibat besarnya pembebanan.

**Kata Kunci :** Stabilitas Tanah, konsolidasi, kapur

## ABSTRACT

*Gambut soils have very high compressibility, so if they are loaded, a very large settlement will occur in a relatively short time. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of lime on the stability of peat soil, to determine the effect of lime on loading time, to determine the effect of lime on water content and void ratio. This research was carried out through consolidation testing with the addition of lime variants and giving the load gradually. Peat soil samples were taken in the Village of Pekan Labuhan, Kec. Medan port, Medan city, North Sumatra. Located near the railroad tracks, next to PT. Pertamina. The peat soil in Pekanbaru village has a water content (w) of 125%, Specific Weight ( $G_s$ ) 1.695, Pore number (e) 0% lime content = 12.53, 2% lime content = 7.04, 5% lime content = 6.25, lime content 8% = 5.88, 10% lime content = 5.52. The coefficient of consolidation ( $C_v$ ) is a sample of 0% lime content = 1.830, 2% lime content = 1.296, 5% lime content = 1.049, 8% lime content = 0.698, lime content 10% = 0.395. The conclusion of this study is that it is concluded from the research results that the higher the lime content mixed, the lower the water content of the peat soil that has been tested and the speed of decline occurs due to the large loading.*

**Keywords :** Peat Soil Stability, Consolidation, Chalk



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya yang memberikan banyak nikmat, yaitu nikmat kesehatan dan kekuatan tenaga sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Tugas akhir ini ditulis berdasarkan hasil pengamatan penulis. Penulis berharap dengan selesainya tugas akhir yang berjudul “ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP STABILITAS TANAH GAMBUT DENGAN PENGUJIAN KONSOLIDASI”, dapat memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengetahui lebih dalam tentang dunia kerja atau dunia industri, khususnya di bidang Geoteknik.

Dengan rendah hati penulis mohon maaf jika dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dalam penulisan mau pun perhitungan. Penulis juga sangat mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca dalam menyempurnakan tugas akhir ini.

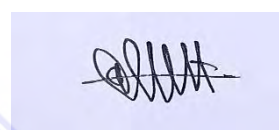
Dalam proses penulisan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak berupa materi, dukungan moral dan informasi yang sangat membantu. Dalam kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua saya yang senantiasa memberikan sokongan dan do'a yang tiada henti serta dukungan moral dan materi kepada saya
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan M. Eng M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area
3. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Hermansyah, ST. MT. selaku Ketua program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
5. Ibu Tika Ermita Wulandari, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area
6. Seluruh Dosen dan Staff pegawai di Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Medan Area .



Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis juga menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan laporan ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan bisa menambah pengetahuan bagi pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 18 Juli 2022



Muhammad Alman Falathi

188110020



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PENYATAAN ORISINALITAS SKIRPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Mekanisme Pengujian .....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6

<b>BAB II TUJUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Penelitian Terdahulu .....	7
2.2. Tanah.....	7
2.2.1 Sifat-sifat Tanah .....	9
2.2.2 Stabilitas Tanah .....	10
2.2.3 Tanah Gambut .....	11
2.2.4 Karakteristik Tanah Gambut .....	15
2.2.5 Klasifikasi tanah Gambut .....	15
2.2.6 Tingkat Keasaman (PH) .....	17
2.2.7 Sunut.....	17
2.2.8 Subsiden Gambut .....	18
2.2.9 Kemampuan Penyerapan Air ( <i>Absorbet</i> ) .....	19
2.2.10 Kapur .....	19
2.3. Peta Sebaran Tanah Lunak di indonesia .....	20
2.4. Teori Berat Jenis.....	21
2.5. Teori Kadar Air .....	22
2.3.1. Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Air .....	23
2.6. Teori Konsolidasi .....	25
2.6.1 Uji Konsolidasi.....	29

2.6.2	Kofisien Konsolidasi .....	30
2.6.3	Metode Perhitungan Konsolidasi .....	31
2.6.4	Index Pemampatan ( $C_c$ ).....	33
2.7.	Tinjauan Penelitian Konsolidasi Tanah Gambut.....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>40</b>
3.1	Deskripsi Penelitian.....	40
3.2	Tempat Penelitian.....	41
3.3	Cara Pengambilan Data .....	42
3.4	Tahapan Penelitian .....	42
3.5	Pengambilan Sampel .....	43
3.6	Pelaksanaan Pengujian .....	44
3.6.1	Pengujian Sifat Fisik Tanah ( <i>index properties</i> ).....	44
3.6.2	Metode pelaksanaan Pengujian Kadar Air .....	44
3.6.3	Metode Pelaksanaan pengujian Berat Jenis.....	45
3.6.4	Metode Pelaksanaan Pengujian Konsolidasi .....	45
3.7	Kerangka Berfikir.....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>50</b>
4.1	Sifat Fisik Tanah ( <i>Inded Properties</i> ).....	50
4.2	Berat Jenis Tanah Gambut .....	51
4.3	Kadar Air Tanah Gambut.....	52

4.4 Perbandingan Angka Pori dan derajat kejenuhan Disetiap Campuran Kapur .....	54
4.5 Hubungan Waktu Terhadap Pembebanan Bertahap Setiap Sampel Dan Kapur .....	59
4.6 Koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) Pada Beban Bertahap Setiap Sampel Dan Kadar kapur .....	69
4.7 Tabel Rekap.....	74
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>75</b>
5.1. Kesimpulan .....	75
5.2. Saran.....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik tanah .....	50
Tabel 2.2 Berat jenis tanah ( $G_s$ ).....	51
Tabel 2.3 kadar air tanah gambut .....	52
Tabel 2.4 kadar air per sampel dan kadar kapur .....	54
Tabel 2.5 angka pori dan derajat kejenuhan kapur 0% sampel ke 1 .....	55
Tabel 2.6 angka pori dan derajat kejenuhan kapur 0% sampel ke 2.....	55
Tabel 2.7 angka pori dan derajat kejenuhan kapur 2% sampel ke 1 .....	55
Tabel 2.8 angka pori dan derajat kejenuhan kapur 2% sampel ke 2.....	56
Tabel 2.9 angka pori dan derajat kejenuhan kapur 5% sampel ke 1 .....	56
Tabel 3.0 angka pori dan derajat kejenuhan kapur 5% sampel ke 2.....	56
Tabel 3.1 angka pori dan derajat kejenuhan kapur 8% sampel ke 1 .....	57
Tabel 3.2 angka pori dan derajat kejenuhan kapur 8% sampel ke 2.....	57
Tabel 3.3: angka pori dan derajat kejenuhan kapur 10% sampel ke 1 .....	57
Tabel 3.4 angka pori dan derajat kejenuhan kapur 10% sampel ke 2.....	58
Tabel 3.5 angka pori rata-rata .....	58
Tabel 3.6 sampel 1 kadar air 0% .....	59
Tabel 3.7 sampel 2 kadar air 0 % .....	60
Tabel 3.8 sampel 1 kadar air 2% .....	61

Tabel 3.9 sampel 2 kadar air 2% .....	62
Tabel 4.0 sampel 1 kapur 5% .....	63
Tabel 4.1 sampel 2 kapur 5 % .....	64
Tabel 4.2 sampel 1 kapur 8% .....	65
Tabel 4.3 sampel 2 kapur 8 % .....	66
Tabel 4.4 sampel 1 kapur 10 % .....	67
Tabel 4.5 sampel 1 kapur 10 % .....	68
Tabel 4.6 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 0% sampel ke 1 .....	69
Tabel 4.7 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 0% sampel ke 2 .....	70
Tabel 4.8 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 2% sampel ke 1 .....	70
Tabel 4.9 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 2% sampel ke 2 .....	70
Tabel 5.0 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 5% sampel ke 1 .....	71
Tabel 5.1 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 5% sampel ke 2 .....	71
Tabel 5.2 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 8% sampel ke 1 .....	71
Tabel 5.3 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 8% sampel ke 2 .....	72
Tabel 5.4 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 10% sampel ke 1 .....	72
Tabel 5.5 koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) kapur 10% sampel ke 2 .....	72
Tabel 5.6 koefisien Konsolidasi total .....	73
Tabel 5.7 Tabel Rekap .....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta sebaran tanah lunak Indonesia.....	20
Gambar 2.2 Peta sebaran tanah lunak provinsi Sumatera Utara .....	21
Gambar 2.3 Kurva regangan–log waktu pada tanah gambut dengan beban 25 kPa .....	27
Gambar 2.4 Skema tahap konolidasi .....	28
Gambar 2.5 Alat konsolidasi .....	29
Gambar 2.6 Percobaan konsolidasi.....	30
Gambar 2.7 peta lokasi .....	41
Gambar 2.8 Lokasi Pengambilan Sampel.....	41
Gambar 2.9 Kerangka Berfikir.....	49
Gambar 3.0 Kadar Air Rata-Rata .....	54
Gambar 3.1 Angka Pori Rata-Rata .....	58
Gambar 3.2 Sampel 1 Kadar Air 0% .....	60
Gambar 3.3 Sampel 2 Kadar Air 0% .....	61
Gambar 3.4 Sampel 1 Kadar Air 2% .....	62
Gambar 3.5 Sampel 2 Kadar Air 2% .....	63
Gambar 3.6 Sampel 1 Kadar Air 5% .....	64
Gambar 3.7 Sampel 2 Kadar Air 5% .....	65
Gambar 3.8 Sampel 1 Kadar Air 8% .....	66



Gambar 3.9 Sampel 2 Kadar Air 8% .....	67
Gambar 4.0 Sampel 1 Kadar Air 10% .....	68
Gambar 4.1 Sampel 2 Kadar Air 10% .....	69
Gambar 4.2 $C_v$ Rata-Rata .....	73



## DAFTAR NOTASI

$W_s$	= Berat jenis tanah ( $W_2-W_1$ )
$W_w$	= Berat Jenis yang dipindahkan oleh tanah kering $W_4+(W_2-W_1)-W_3$
$G_s$	= Berat jenis
$W$	= Kadar Air (%)
$W_1$	= Berat cawan dan tanah basah (Gram)
$W_2$	= Berat cawan dan tanah kering (Gram)
$W_3$	= Berat cawan (Gram)
$A$	= Luas benda uji tanah semula ( $\text{mm}^2$ )
$H$	= Tinggi awal benda uji (mm)
$V_0$	= Volume benda uji tanah semula ( $\text{cm}^3$ )
$H_v$	= Tinggi pori
$W_0$	= Kadar air tanah semula (%)
$H_s$	= Tinggi tanah <i>solid</i>
$e_0$	= Angka pori
$C_v$	= Koefisien konsolidasi ( $\text{m}^2/\text{tahun}$ )
$H_r$	= Tinggi benda uji rata-rata (mm)
$H_1$	= Tinggi awal pada percobaan
$H_2$	= Tinggi akhir percobaan
$t_{50}$	= Waktu 50% konsolidasi (menit)
$t_{90}$	= Waktu 90% konsolidasi (menit)
$\Delta e$	= Perubahan kumulatif nilai banding ruang (tanpa satuan)
$e$	= Nilai banding ruang setelah setiap pembebanan (tanpa satuan)
$C_c$	= Index pemampatan
$Y_w$	= Berat basah

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah gambut merupakan tanah organik yang terbentuk dari pelapukan tumbuh-tumbuhan dengan usia sekitar 18.000 tahun. Di Indonesia lahan gambut mempunyai luas lebih dari 20,1 juta hektar (Litbang prasarana transportasi, 2001) yang sebagian besar di pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua, namun luas areal tanah gambut semakin tahun semakin berkurang sebagai akibat pengembangan wilayah permukiman bahkan pada tahun 2008 luas tanah gambut di Indonesia menjadi 18,1 juta hektar (Agus, 2008)

Menurut Idamastuti (2013), tanah gambut memiliki sifat berongga (*porous*) dan sangat ringan, sehingga mempunyai daya dukung yang relatif lebih rendah. Tanah gambut memiliki kemampuan (*kompresibilitas*) yang sangat besar, sehingga jika menerima beban akan terjadi penurunan yang sangat besar dalam waktu yang relatif lebih pendek. Tanah gambut di Indonesia tersebar di pulau-pulau besar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua dan sebagian kecil pulau Jawa (Hardiyatmo, 1992 dan Bowels, 1984)

Tanah gambut di Indonesia umumnya dimanfaatkan sebagai lahan konstruksi terutama di Sumatera dan Kalimantan. Selain itu lahan gambut juga dimanfaatkan sebagai tanah untuk mendirikan suatu konstruksi bangunan. Pada umumnya konstruksi bangunan yang didirikan di lahan gambut adalah pabrik hasil pertanian atau perkebunan yang tentunya berada di kawasan pertanian atau perkebunan tersebut. Selain itu bangunan sipil seperti perumahan, perkantoran, pusat perbelanjaan dan lain-lain juga dapat didirikan di atas lahan gambut seperti yang

sering ditemui di Pulau Sumatera dan Kalimantan yang didominasi oleh lahan gambut.

Konstruksi di atas tanah gambut tentu menyebabkan adanya tekanan atau beban di atas tanah tersebut. Pembebanan di atas permukaan tanah gambut menyebabkan lapisan di bawah tanah tersebut mengalami pemampatan (*kompresibilitas*) dimana terjadi suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut dikenal sebagai proses konsolidasi (*consolidation*). Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*) adalah perpindahan vertikal permukaan tanah sehubungan dengan perubahan volume pada satu tingkat proses konsolidasi. Pemodelan konsolidasi dapat dilakukan di laboratorium dengan alat *oedometer* dimana pengujian tersebut disebut uji konsolidasi (*consolidation test*). *Consolidation test* adalah pengujian di laboratorium yang dilakukan untuk mengetahui sifat pemampatan tanah. Uji konsolidasi dilakukan dengan mengambil contoh langsung dari lapangan dimana hasil uji tersebut mewakili keadaan tanah asli di lapangan.

Tanah gambut mempunyai sifat yang mudah mampat dengan daya dukung tanah rendah, sehingga diperlukan suatu metode perbaikan tanah agar mampu mendukung beban yang bekerja di atasnya. Metode perbaikan tanah yang banyak diaplikasikan di tanah gambut antara lain metode pembebanan awal dan stabilitas tanah. Salah satu metode perbaikan tanah gambut adalah metode stabilitas tanah, yaitu dengan cara memasukan satu bahan stabilitas ke dalam tanah gambut untuk memperbaiki sifat fisik tanah dan sifat tekniknya. Bahan stabilitas yang umumnya digunakan adalah bahan semen kapur untuk tanah gambut. Sedangkan stabilitas tanah kapur adalah untuk memperbaiki atau meningkatkan kapasitas dukung tanah,

mengurangi sifat kembang susut tanah, memudahkan dalam melaksanakan pekerjaan dan menambah ketahanan terhadap pengaruh cuaca dengan cara tanah di campur dengan kapur. Kapur adalah bahan yang sering digunakan untuk bahan bangunan, kapur mengandung zat yang mampu untuk menetralsirsi sifat kembang susut serta meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah terutama pada tanah gambut (Silaban dan roesyanto, 2013)

Bagitu luasnya lahan tanah gambut yang ada ditanah air ini,maka bangunan sipil yang ada diatas tanah gambut harus diatasi untuk mengurangibiaya pembuatan konstruksi sipil diatas tanah gambut pada tugas akhir ini penyusun mencoba menambahkan suatu bahan untuk *menstabilitas* kondisi tanah gambut tersebut. Dari uraian diatas maka peneliti tertarik mangambil judul “(analisi pengaruh penambahan kapur terhadap stabilitas tanah gambut dengan pengujian konsolidasi)”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebagai berikut

1. Bagaimana pengaruh penambahan kapur sebagai bahan penstabilisasi tanah gambut dengan pengujian konsolidasi
2. Bagaimana perbandingan hasil dari pengaruh penambahan kapur terhadap waktu pembebanan bertahap dan pembebanan langsung pada uji konsolidasi tanah gambut dengan campuran kapur.
3. Bagaimana pengaruh penambahan kapur terhadap kadar air dan derajat kejenuhan pada pengujian konsolidasi

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan kapur terhadap Stabilitas tanah gambut pada pengujian konsolidasi
2. Mengetahui perbandingan pengaruh kapur terhadap waktu pembebanan pada pengujian konsolidasi
3. Mengetahui pengaruh penambahan kapur terhadap kadar air pada pengujian konsolidasi
4. Mengetahui pengaruh penambahan kapur terhadap derajat kejenuhan pada pengujian konsolidasi

## 1.4 Manfaat Penelitian.

Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut

1. Diharapkan dapat memberi informasi mengenai sifat-sifat umum tanah gambut
2. Diharapkan dapat memberikan dasar acuan untuk perancangan konstruksi bangunan diatas tanah gambut.

3. Diharapkan dapat memberikan informasi kepada mahasiswa atau pihak-pihak lain yang memerlukan data atau mempelajari hal hal tanah gambut yang dibahas dalam tugas ahir ini.

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tanah yang di gunakan sebagai sampel penelitian diambil dari desa Pekan Labuhan, kec. Medan labuhan, kota Medan Sumatera Utara. Terletak dekat rel kereta api, di samping PT. Pertamina, dekat pelabuhan Belawan dan tidak jauh dari stasiun PT. KAI lama belawan.
2. Pengujian dilakukan dengan alat uji konsolidasi *eodometer*
3. Pemberian dial dilakukan setiap sampel di lakukan selama 24 jam dengan selama 10 hari dengan varian pembebanan.
4. Varian pembebanan di lakukan dengan cara bertahap dengan 1kg, 2kg, 4kg, 8kg, 4 kg, 2kg.
5. Penelitian ini dilakukan di laboratorium CV. Lima Saudara.

### 1.6 Mekenisme Pengujian

Pengujian konsolidasi dilakukan setelah pengujian fisik tanah (*index properties*). Setelah sifat fisik tanah diketahui, maka dilakukan lah pengujian konsolidasi dengan menggunakan alat uji konsolidasi yaitu (*eodometer*) dimana pembacaan di lakukan setiap menit selamat 24 hari di setiap sampel nya dan total waktu dikeseluruhan sampel selama 10 hari, dan pemberian beban nya dilakukan dengan cara bertahap yaitu 1kg, 2kg, 4kg, 8kg, 4kg, 2kg, dan pengujian di lakukan di Laboratorium CV. Lima Saudara.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini ada beberapa tahapan adalah sebagai berikut :

### Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah tujuan, manfaat, batasan masalah, mekanisme pengujian sistematika penulisan

### Bab II Tujuan Pustaka.

Bab ini berisi penjelasan tentang teori-teori yang berkaitan dengan konsolidasi maupun tentang tanah gambut, dan referensi- referensi yang berlaku terkait keduanya.

### Bab III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang tempat pengambilan sampel alat uji di lapangan, dan proses penelitian mulai dari pekerjaan yang dilakukan maupun di lapangan atau laboratorium.

### Bab IV Hasil Dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian kadar air, berat jenis, *index propertis*, dan *CV average*.

### Bab V Kesimpulan Dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh kegiatan tugas akhir ini dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu adalah salah satu pedoman penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Beberapa penelitian terlebih dahulu diantaranya :

1. Penelitian sejenis yang dilakukan oleh waruwu (2012) mengenai penelitian ini disimpulkan bahwa konsolidasi dengan beban bertahap menunjukkan penurunan yang lebih besar pada waktu 10 menit pertama.
2. Penelitian sejenis yang dilakukan roesyanto dan ramayanti (2019) mengenai penelitian ini disimpulkan tanah yang buruk untuk kontruksi bangunan dikarenakan index kompresinya sangat besar sehingga akan mengalami penurunan yang sangat besar.
3. Penelitian sejenis yang dilakukan roesyanto dan shakila (2019) adalah untuk mengetahui sifat fisik dan klasifikasi tanah gambut, dengan melakukan uji konsolidasi pembebanan bertahap dan pembebanan langsung selama 7 hari

#### **2.2 Tanah**

Secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersegmentasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruangkosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Tanah terbentuk melalui melalui proses pelapukan batuan secara fisis atau kimiawi. Proses secara fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan perpecahan akibat pembekuan atau pencairan es dalam batuan (*glatsyer*). Proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam atau *alkali*, *oksigen* dan *karbondioksida*. Apabila pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tersebut dinamakan tanah *residual* (*residual soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya maka tanah tersebut dinamakan tanah terangkut (*transported soil*).

Ukuran dari partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dikategorikan menjadi beberapa jenis yaitu:

a) Kerikil (*gravel*).

Kerikil merupakan kepingan-kepingan dari batuan yang kadang kadang juga mengandung partikel-partikel mineral *quartz*, *feldspar*, dan mineral-mineral lain.

b) Pasir (*sand*)

Pasir sebagian besar terdiri dari mineral *quartz* dan *feldspar*. Butiran mineral yang lain mungkin masih ada pada golongan ini.

c) Lanau (*silt*)

Lanau sebagian besar merupakan fraksi *mikroskopis* (berukuran sangat kecil) dari tanah yang terdiri butiran *quartz* yang sangat halus, dan sebagian berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral mika.

d) Lempung (*clays*)

Lempung sebagian besar terdiri dari partikel *mikroskopis* dan *submikroskopis* (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan *mikroskop* biasa) yang berbentuk lempengan lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clays minerals*), dan mineral yang sangat halus lain. (Das, 1995).

e) Gambut (*peat*)

Gambut adalah tanah yang memiliki kadar bahan organik tinggi yang terakumulasi pada lahan rawa dimana sebahagian mengalami dekomposisi dan sebahagian lagi tidak mengalami dekomposisi dalam waktu yang lama, dan tertimbun secara terus menerus.

### 2.2.1 Sifat-Sifat Tanah

- a. Tingkat empiris tinggi dan lebih berseni di bandingkan ilmu lain, pada jarak yang berbeda sifat-sifat tanah bisa berbeda.
- b. Tanah adalah material *heterogen*
- c. Tanah adalah material yang *non linea*
- d. Tanah adalah material yang tidak *konservatif*, yaitu mempunyai memori apabila pernah dibebani. Hal ini sangat mempengaruhi *engineering properties* tanah.

Dengan mengenal dan mempelajari sifat-sifat tersebut keputusan yang diambil dalam perencanaan akan lebih ekonomis. Karena sifat-sifat tersebut penting di lakukan untuk penyelidikan tanah (*soil investigation*) yang terdiri dari uji laboratorium dan uji lapangan.

## 2.2.2 Stabilisasi Tanah

Dalam pengertian luas, yang dimaksud stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat tanah, atau dapat pula, stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu (Hardiyatmo, 2010).

Proses *stabilisasi* tanah meliputi pencampuran tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan, atau pencampuran tanah dengan bahan- tambah buatan pabrik, sehingga sifat- sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Pencampuran tanah untuk merubah sifat-sifat teknis tanah, seperti: kapasitas dukung, *kompresibilitas*, *permeabilitas*, kemudahan dikerjakan, potensi pengembangan dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air, maka dapat dilakukan dengan cara penanganan dari paling yang mudah, seperti pemadatan samapai teknik yang lebih mahal, seperti: mencampur tanah dengan Kapur, kapur, abu terbang, injeksi Kapur (*grouting*) dan pemanasan dan lain-lain (Rachim, 2012).

Stabilisasi tanah merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat asli tanah yaitu dengan menambahkan suatu zat *additive* pada tanah yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah dan dapat mempertahankan kuat geser tanah Terdapat beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk menstabilisasikan tanah antara lain adalah sebagai berikut :

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang sudah tidak aktif sehingga dapat meningkatkan *kohesi* dan tahanan geser yang ada.
3. Menambah material agar terjadi perubahan-perubahan kimiawi dan fisis dari material tanah.

4. Menurunkan muka air tanah.
5. Mengganti sifat-sifat tanah yang tidak baik.

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam stabilisasi adalah sebagai berikut:

1. Stabilisasi mekanis Menurut Bowles(1991), stabilisasi mekanis dilakukan untuk penambahan kekuatan. atau daya dukung tanah. Tujuan dari stabilisasi ini yaitu untuk mendapatkan tanah yang berdaya dukung baik, usaha ini biasanya dilakukan dengan sistem pemadatan. Pemadatan secara mekanis ini menggunakan berbagai jenis peralatan berat seperti mesingilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, dan sebagainya.
2. Stabilisasi Kimiawi Stabilisasi tanah secara kimiawi adalah penambahan bahan kimia yang dapat merubah bentuk dan sifat-sifat yang kurang menguntungkan dari tanah biasanya digunakan untuk tanah yang berbutir halus

### 2.2.3 Tanah Gambut

Menurut Dunn dkk (1992) tanah gambut merupakan bahan *organisme* setengah lapuk yang berserat atau suatu tanah dengan kandungan bahan *organisme* berserat dalam jumlah kondisi yang besar. Lapisan dari tanah gambut merupakan tipe lapisan tanah lempung atau lanau yang sudah bercampur dengan serat-serat flora tumbuhan tebal di atasnya. Menurut Terzaghi dan Peck (1967), tanah gambut merupakan agregat yang berserat berasal dari butiran-butiran terkecil dan besar yang terdapat pada tumbuh-tumbuhan. Ciri khas dari tanah gambut adalah mengandung serat, kadar organik tinggi.

dan berwarna coklat sampai kehitaman. Tanah gambut mempunyai berat jenis yang kecil sehingga sangat ringan. Umumnya tanah gambut mempunyai sifat sebagai *koloid* kuat yang mampu mengikat air sehingga tanah gambut mempunyai kemampuan menyerap air yang tinggi.

Secara umum tanah gambut adalah jenis tanah lunak dengan daya dukung yang rendah dan kemampumampatan yang tinggi. Tanah gambut memiliki tekstur terbuka dimana selain pori-pori makro, tekstur tanah gambut juga didominasi oleh pori-pori mikro yang berada di dalam serat-serat gambut. Dengan sistem pori ganda dan tingkat *homogenitas* yang tidak merata tersebut, serta berat isi tanah yang mendekati berat isi air, maka masalah pemampatan (*compressibility*) yang besar bisa mengakibatkan penurunan (*settlement*) yang besar juga. Selain itu karena tanah gambut ini sangat lembek pada umumnya mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang rendah, bahkan menurut penelitian *Jelusic, Leppanen* (1993) bahwa daya dukung tanah gambut lebih rendah dari pada tanah *soft clay* sehingga bisa mengakibatkan kelongsoran/ keruntuhan (*bearing capacity failure*); hal ini menjadi masalah utama bagi struktur yang akan dibangun di atasnya.

Berdasarkan Permetan No. 14 Tahun 2009, gambut adalah tanah hasil akumulasi timbunan bahan organik dengan komposisi >65% yang terbentuk secara alami dalam jangka waktu ratusan tahun dari lapukan *vegetasi* yang tumbuh di atasnya yang terhambat dekomposisinya karena kondisi *anaerob* dan basah. Hampir serupa, berdasarkan PP No. 71 Tahun 2014 yang dikenal dengan PP Gambut, gambut diartikan sebagai material organik yang terbentuk secara alami dari sisa-sisa tumbuhan yang telah terdekomposisi tidak sempurna dan terakumulasi pada daerah rawa.

Menurut Darmawijaya (1990), tanah gambut dapat dibedakan menjadi tiga jenis antara lain sebagai berikut.

1. *Fibric* yaitu yang mengalami sedikit dekomposisi sehingga masih banyak mengandung serabut, berat jenisnya sangat rendah (kurang dari 0,1), kadar airnya tinggi, dan berwarna cokelat.
2. *Hemic* yaitu mengalami setengah dekomposisi dan merupakan peralihan dari *fibric* ke *supric*. Ciri-cirinya adalah masih mengandung serabut dengan berat jenis 0,07 sampai 0,18, kadar airnya tinggi, dan berwarna kelam.
3. *Supric* yaitu mengalami dekomposisi paling sempurna, kurang mengandung serabut, berat jenis 0,2 atau lebih, kadar air tidak terlalu tinggi dengan warna hitam atau cokelat kelam.

Menurut Affandi (2009) tanah gambut memiliki beberapa sifat fisik, antara lain sebagai berikut.

1. Kadar air

Tanah gambut memiliki kemampuan penyerapan air cukup tinggi, tergantung derajat dekomposisinya yang dapat mencapai 600%. Tetapi kadar air tersebut akan berkurang dengan drastis bila bercampur dengan bahan *anorganik*.

2. Susut

Apabila tanah gambut dalam keadaan kering maka tanah akan menjadi keras. Penyusutan yang terjadi dapat mencapai 50% (Colley, 1950). Apabila mengalami penyusutan maksimum, maka tanah hanya dapat menyerap air kembali 35%-55% dari volume awal air yang diserap (Futsel dan Byer, 1930).

### 3. Rembesan

Kemampuan rembesan tanah gambut tergantung kepada kandungan bahan mineral, derajat dekomposisi, dan derajat konsolidasi. Nilai kelolosan airnya berkisar antara 10-3-10-6 cm/detik.

### 4. Kadar gas

Walaupun terendam air, tanah gambut mengalami dekomposisi dan menghasilkan gas metana, sedikit nitrogen, dan gas karbon dioksida.

### 5. Berat volume

Nilai berat volume dari tanah gambut berkisar antara 0,9 t/m<sup>3</sup> sampai dengan 1,25 t/m<sup>3</sup>.

### 6. Berat jenis /*specific gravity*

Nilai berat jenis (*specific gravity*) tanah gambut adalah lebih besar dari 1,0. Berat jenis rata-rata adalah 1,50 atau 1,60. Dan jika lebih besar dari 2,0 tanah gambut yang diteliti sudah tercampur dengan bahan anorganik.

### 7. Keasaman

Tanah gambut memiliki sifat *acidic reaction* karena adanya kandungan karbon dioksida dan *humid acid* hasil dari proses pembusukan. Air gambut memiliki pH antara 4-7 (Lea, 1956). Keasamannya bergantung pada musim dan bersifat korosif terhadap beton dan baja.

### 8. Angka pori

Nilai angka pori tanah gambut sangat besar yaitu berkisar antara 5 sampai dengan 15. Untuk tanah gambut berserat pernah ada yang mempunyai angka pori mencapai 25, sedang tanah gambut tak berserat (*armorhous granular*) mempunyai angka pori sangat kecil.



## 2.2.4 Karakteristik Tanah Gambut

Widjaya - Adhi (1988) menjelaskan karakteristik tanah gambut, yaitu:

1. Mempunyai kandungan organik yang tinggi ( $> 85\%$ ).
2. Mengandung C-organik 12-18 persen tergantung fraksi liat.
3. Ketebalan gambut  $>40$  cm jika berat volume-nya  $> 0,1 \text{ g cm}^3$  atau ketebalan  $> 60$  cm berat volume -nya  $> 0,1 \text{ g cm}^3$
4. Memiliki tebal lapisan minimal 5 cm dengan pembagian sebagai berikut:
  - a) Gambut dangkal (5-100 cm)
  - b) Gambut sedaan sedang (100-200 cm)
  - c) Gambut dalam (200-300 cm)
  - d) Gambut sangat dalam ( $> 300$  cm)
5. Memiliki kandungan serat dengan pembagian sebagai berikut:
  - a) Fibrik, yaitu kadar serat  $2/3$  volume, dikategorikan sebagai gambut yang dekomposisinya belum sempurna.
  - b) Saprik, yaitu gambut dengan tingkat dekomposisi yang paling sempurna dengan kandungan serat  $1/3$  volume.
  - c) Hemik, dikategorikan sebagai tingkat intermediet dimana dekomposisinya berada diantara fibrik dan hemik.

## 2.2.5 Klasifikasi Tanah Gambut

Secara umum tanah gambut diklasifikasikan berdasarkan sebagai berikut:

### A. Klasifikasi tanah Gambut menurut ASTM

1. Berdasarkan Kadar Serat
  - a) *Fibric* (Gambut mentah)  $> 67 \%$
  - b) *Hemic* (Gambut matang sedang)  $33 \%$  -  $67 \%$
  - c) *Sapric* (Gambut matang)  $< 33 \%$

2. Berdasarkan Kadar Abu

- a) rendah : Kadar abu  $< 5 \%$
- b) sedang : Kadar abu  $5 - 15 \%$
- c) tinggi : Kadar abu  $> 15 \%$

3. Berdasarkan Daya Serap Terhadap Air

- a) Kecil : Kapasitas menyimpan air  $< 300 \%$
- b) Moderat : Kapasitas menyimpan air  $300 - 800 \%$
- c) Tinggi : Kapasitas menyimpan air  $800 - 1500 \%$
- d) ekstrim : Kapasitas menyimpan air  $> 1500 \%$

4. Berdasarkan Tumbuhan Pembentuk

- a) Terbentuk dari satu tumbuhan : Gambut kayu, Gambut Pakis (Kelakai), Gambut eceng Gondok
- b) Terbentuk dari berbagai: Gambut daun lalang dan pakis

B. Menurut MacFarlane dan Radforth (1964)

MacFarlane dan Radforth mengklasifikasikan tanah gambut menjadi 2 bagian besar, antara lain:

- a) Tanah gambut berserat (*Fibrous peat*)

Tanah gambut dengan kandungan serat  $\geq 20\%$

- b) Tanah gambut amorphous granular (*Amorphous granular peat*)

Tanah gambut dengan kandungan serat  $< 20\%$  dan terdapat butiran tanah kecil berukuran *colloid* (2mm) dan sebagian air terserap disekeliling butiran tanah. Tanah gambut *amorphous granular peat* mempunyai sifat seperti tanah lempung/lanau.

C. Menurut lingkungan pembentukan dan fisiografi lahan tanah gambut

dibedakan menjadi 4 bagian yaitu:

- a) Gambut cekungan (*basin peat*), yaitu tanah gambut yang terbuka di daerah cekungan, lembah sungai atau rawa belakang.
- b) Gambut sungai (*river peat*), yaitu tanah gambut yang terbentuk di sepanjang sungai yang masuk ke daerah lembah kurang dari 1 Km.
- c) Gambut dataran tinggi (*highland peat*), yaitu tanah gambut yang terbentuk di punggung-punggung bukit atau pegunungan.
- d) Gambut dataran pesisir/pantai (*coastal peat*), yaitu tanah gambut yang terbentuk di sepanjang garis pantai.

#### 2.2.6 Tingkat keasaman (pH)

Tanah gambut umumnya mempunyai tingkat kemasaman yang relatif tinggi dengan kisaran pH 3 - 4. Tanah gambut di Indonesia sebagian besar bereaksi masam hingga sangat masam dengan pH <4,0. Tingkat kemasaman tanah gambut berhubungan erat dengan kandungan asam-asam organik, yaitu asam humat dan asam fulvat (Andriessse, 1974; Miller dan Donahue, 1990). Kemasaman tanah gambut cenderung menurun seiring dengan kedalaman gambut. Pada lapisan atas pada gambut dangkal cenderung mempunyai pH lebih tinggi dari gambut tebal (Suhardjo dan Widjaja-Adhi, 1976).

#### 2.2.7 Susut

Tanah gambut akan menjadi keras dan mengalami penyusutan apabila dikeringkan. Penyusutan dapat mencapai 50% volume awal. Setelah tanah gambut mengalami penyusutan akibat pengeringan, maka tanah tersebut tidak mampu lagi menyerap air seperti keadaan awal. Volume air yang dapat diserap kembali setelah pengeringan berkisar antar 33-55% dari volume air semula.

### 2.2.8 *Subsiden gambut*

*Subsiden* merupakan penurunan permukaan gambut yang telah direklamasi akibat perubahan penggunaan lahan. Bila didrainase, lahan gambut akan mengalami *subsiden* (penurunan permukaan), dan kerap mengalami kering tidak balik (*irreversible drying*) dan berdampak terhadap penurunan kemampuan daya menahan airnya, serta resiko ancaman kebakaran semakin tinggi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan *subsiden* lahan gambut, yaitu tipe gambut, kedalaman *drainase*, tingkat kematangan gambut, ketebalan gambut, kecepatan dekomposisi, kepadatan, iklim, dan penggunaan lahan.

Proses *subsiden* gambut dapat dibagi menjadi empat komponen:

#### 1. Konsolidasi

Konsolidasi merupakan pemadatan gambut karena pengaruh drainase. Dengan menurunnya muka air tanah, maka terjadi peningkatan tekanan dari lapisan gambut di atas permukaan tanah terhadap gambut yang berada di bawah muka air tanah sehingga gambut terkonsolidasi (menjadi padat).

#### 2. Dekomposisi (*oksidasi*)

Dekomposisi atau oksidasi merupakan proses menyusutnya massa gambut akibat dekomposisi gambut yang berada dalam keadaan *aerobik*.

#### 3. Pengkerutan

Pengkerutan merupakan pengurangan volume gambut di atas muka air tanah karena proses *drainase* atau pengeringan.

#### 4. Kebakaran

Kebakaran menyebabkan penurunan volume tanah gambut.

### 2.2.9 Kemampuan Menyerap Air (*Absorbent*)

Kemampuan tanah gambut dalam menyerap dan menyimpan air (*water holding*) atau biasadikenal dengan istilah *absorbent* tergantung darikadar air tanahgambut yang dimiliki. Dalam ASTM standar (*Standar Classification of Peat Samples by Laboratory, D 2980, Reapproved 1996*), *absorbent* dibagi dalam beberapa jenis yaitu:

- a) *Extremely Absorbent*, gambut dengan kemampuan menyimpan dan menyerap air  $> 1500\%$ .
- b) *Highly Absorbent*, gambut dengan kemampuan menyimpan dan menyerap air antara  $800\%$  sampai dengan  $1500\%$ .
- c) *Moderately Absorbent*, gambut dengan kemampuan menyimpan dan menyerap air antara  $300\%$  sampai dengan  $800\%$ .
- d) *Slightly Absorbent*, gambut dengan kemampuan menyimpan dan menyerap air  $< 300\%$ .

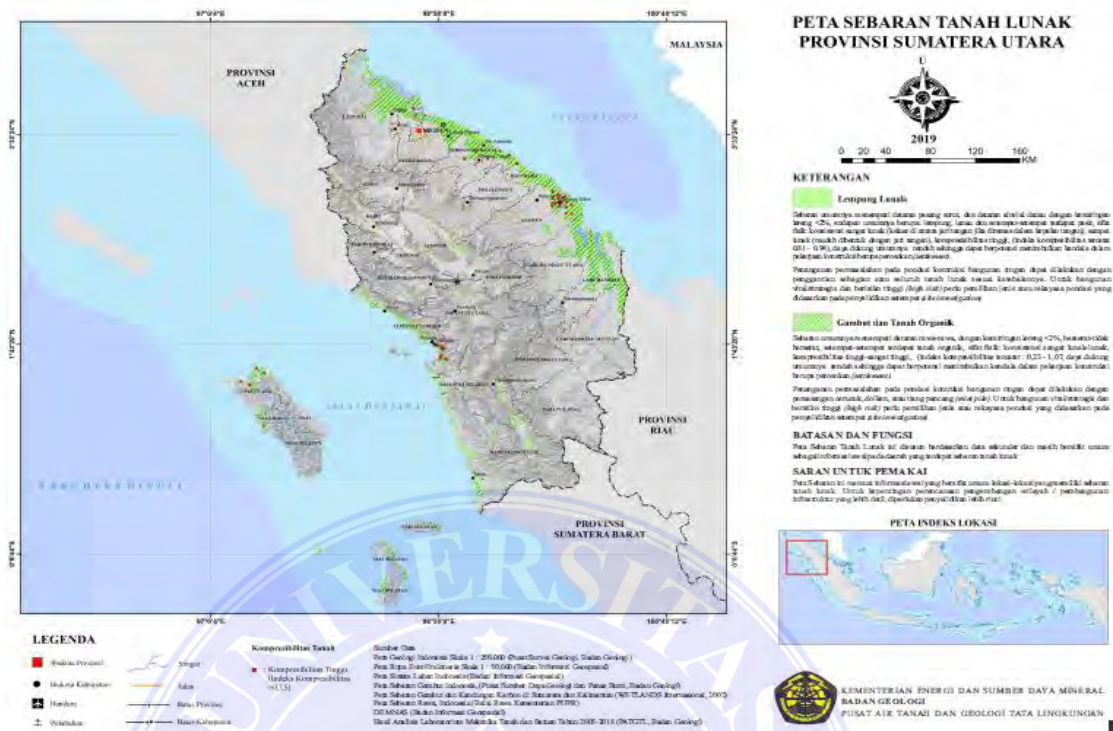
### 2.2.10 Kapur

Kapur Adalah material Yang berasal dari batuan sedimen berwarna putih dan halus yang terutama tersusun dari mineral kalsium. Tiga senyawa yang mewujudkan kapur adalah kalsium karbonat, kalsium oksida, dan kalsium hidroksida. Kapur yang ditemukan di alam juga dapat tercampur dengan mineral magnesium.

Stabilitas tanah kapur adalah usaha untuk memperbaiki sifat fisik tanah serta memudahkan dalam pelaksanaan pekerjaan dan menambah ketahanan terhadap pengaruh cuaca dengan mencampurkan kapur pada tanah.

Menurut SNI 03-4147-1996 jenis-jenis kapur terbagi menjadi 4 macam, yaitu:





Gambar 2.2 Peta sebaran tanah lunak Provinsi Sumatera Utara  
Sumber: Kementerian ESDM, 2023

## 2.4 Teori Berat jenis tanah (*Specific Gravity*)

Berat jenis tanah sering juga disebut *specific gravity*, dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air. Nilai daripada berat isi butir tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan volumenya. Sedangkan berat isi air adalah perbandingan antara berat air dengan volume airnya, biasanya mendekati nilai  $1 \text{ g/cm}^3$ . Jika terdapat keadaan dimana volume butiran tanah sama dengan volume air, maka dengan demikian berat jenis tanah dapat diambil sebagai perbandingan, diukur pada suhu tertentu, antara berat butir tanah dengan berat air suling.

Hitung berat jenis pada suhu percobaan ( $T_i$ ) dengan cara sebagai berikut:

$$G_s = \frac{W_s}{W_w}$$

Dengan:

$W_s$  = Berat kering tanah ( $W_2 - W_1$ )

$W_w$  = Berat air yang dipindahkan oleh tanah kering

=  $W_4 + W_s - W_3$ , atau

=  $W_4 + (W_2 - W_1) - W_3$

Sehingga:

$$G_s = \frac{W_s - W_1}{W_4 + (W_2 - W_1) - W_3}$$

Berat jenis pada suhu  $20^\circ\text{C}$  ( $T_x$ ) dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis } T_x = \frac{k \times \text{Berat Jenis } T_x}{T_x} 20^\circ\text{C}$$

## 2.5 Kadar air

Kadar air tanah adalah konsentrasi air dalam tanah yang biasanya dinyatakan dengan berat kering. Kadar air tanah dapat dinyatakan dalam persen volume yaitu persentase volume air terhadap volume tanah. Cara ini mempunyai keuntungan karena dapat memberikan gambaran tentang ketersediaan air bagi tanaman pada volume tanah tertentu. Cara penetapan kadar air dapat dilakukan dengan sejumlah tanah basah dikering ovenkan dalam oven pada suhu  $100^\circ\text{C} - 110^\circ\text{C}$  untuk waktu tertentu (Hakim, 1986).

Air yang hilang karena pengeringan merupakan sejumlah air yang terkandung dalam tanah tersebut. Air irigasi yang memasuki tanah mula-mula menggantikan udara yang terdapat dalam pori *makro* dan kemudian pori *mikro*.



Jumlah air yang bergerak melalui tanah berkaitan dengan ukuran pori-pori pada tanah. Penentuan kandungan air dalam tanah dapat ditentukan dengan istilah nisbi, seperti basah dan kering dan istilah jenuh atau tidak jenuh (Hakim, 1986).

Jumlah air yang ditahan oleh tanah dapat dinyatakan atas dasar berat atau isi. Air tambahan berikutnya akan bergerak ke bawah melalui proses penggerakan air jenuh. Penggerakan air tidak hanya terjadi secara *vertikal* tetapi juga *horizontal*. Tanaman yang ditanam pada tanah pasir umumnya lebih mudah kekeringan daripada tanah-tanah bertekstur lempung atau liat. Kondisi kelebihan air ataupun kekurangan air dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Gaya gravitasi tidak berpengaruh terhadap penggerakan horizontal (Hakim, 1986).

### 2.3.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Air Tanah

Kadar air dalam tanah tergantung pada banyaknya curah hujan, kemampuan tanah menahan air, besarnya *evapotranspirasi*, kandungan bahan *organik*. Hal ini terkait dengan pengaruh tekstur terhadap *proporsi* bahan *koloidal*, ruang pori dan luas permukaan *adsorptif*, makin halus teksturnya akan makin banyak, sehingga makin besar kapasitas menyimpan air (Hanafiah, 2014).

Faktor iklim dan tanaman juga menentukan kadar dan ketersediaan air tanah. Faktor iklim yang berpengaruh meliputi: curah hujan, temperatur, dan kecepatan angin. Faktor tanaman yang berpengaruh meliputi bentuk dan kedalaman perakaran dalam tanah, toleransi terhadap kekeringan, serta tingkat pertumbuhan. Iklim dalam hal ini cuaca dan penyebaran *vegetasi* juga berpengaruh pada tingkat penyerapan air dalam tanah. Suhu dan perubahan udara merupakan *anomali* cuaca yang

berpengaruh terhadap efisiensi penggunaan air tanah dan dapat hilang melalui saluran evaporasi pada permukaan tanah prinsipnya terkait dengan suplai evapotranspirasi (Hanafiah, 2014).

Selain sifat tanah, faktor tumbuhan dan iklim sangat mempengaruhi jumlah air yang dapat diabsorpsi tumbuhan tanah, faktor-faktor tumbuhan antara lain, bentuk perakaran, daya tahan terhadap kekeringan, tingkat dan stadia pertumbuhan. Faktor iklim antara lain, temperatur, kelembaban dan kecepatan angin. Diantara sifat-sifat tanah yang berpengaruh terhadap jumlah air tersedia adalah daya hisap (*matrik dan osmotik*), kedalaman tanah dan pelapisan tanah. Luas permukaan penyerapan juga lebih banyak sehingga semakin tinggi bahan organik dalam tanah maka makin tinggi juga kadar dan ketersediaan air tanah. Tanah di penjurur bumi ini memiliki karakteristik tanah yang berbeda sehingga akan berpengaruh terhadap kandungan air tanah itu sendiri (Hakim, 1986)

Kapasitas kandungan air tanah maksimum adalah jumlah air maksimal yang dapat ditampung oleh tanah setelah hujan turun dengan sangat lebat atau besar. Semua pori-pori tanah baik *makro* maupun *mikro*, dalam keadaan terisi oleh angin sehingga tanah menjadi jenuh dengan air (Hanafiah, 2014).

Kekurangan air bagi tanaman menyebabkan proses aktivitas dan *fisiologis* tanaman terhambat bahkan tidak akan berjalan, tanaman yang kekurangan air akan menyebabkan tanaman layu dan akhirnya menyebabkan kematian. Jaringan-jaringan tanaman tidak lagi berfungsi baik. Sedangkan kelebihan air pada tanaman akan menyebabkan permukaan tanah tempat tanaman hidup akan lembab karena kelebihan air, keadaan lembab tersebut memunculkan mikro *organisme* jamur yang mengakibatkan tumbuhnya penyakit bagi tanaman (Sutanto 2005)

Hitung kadar air material dengan cara sebagai berikut :

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\%$$

Dengan :

w = kadar air, (%)

$W_1$  = berat cawan dan tanah basah (gram)

$W_2$  = berat cawan dan tanah kering (gram)

$W_3$  = berat cawan (gram)

$(W_1 - W_2)$  = berat air (gram)

$(W_2 - W_3)$  = berat tanah kering (partikel padat) (gram)

## 2.6 Teori Konsolidasi

Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume tanah jenuh secara perlahan-lahan dengan permeabilitas rendah akibat keluarnya air pori. Proses tersebut berlangsung terus-menerus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang. Perpindahan permukaan tanah secara vertikal yang berhubungan dengan perubahan volume tanah pada suatu tingkat pada saat proses konsolidasi terjadi disebut sebagai penurunan konsolidasi. Secara umum, penurunan dapat diklasifikasikan menjadi 3 tahap, yaitu:

1. *Immediate settlement* (penurunan seketika), terjadi akibat deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air, tanpa adanya perubahan kadar air. Secara umum penurunan ini diturunkan dari teori *elastisitas*. *Immediate settlement* ini biasanya terjadi selama proses konstruksi berlangsung. *Parameter* tanah yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah *undrained modulus* dengan uji coba tanah yang diperlukan seperti SPT, *Sondir (dutch*

UNIVERSITAS MEDAN AREA *cone penetration test*), dan *Pressuremeter test*.

2. *Primary consolidation settlement* (penurunan konsolidasi primer), yaitu terjadi akibat perubahan volume tanah selama periode keluarnya air pori dari tanah. Pada penurunan ini, tegangan air pori secara terus-menerus berpindah ke dalam tegangan efektif sebagai akibat dari keluarnya air pori. Secara umum penurunan konsolidasi ini terjadi pada lapisan tanah *kohesif* (*clay* / lempung)

3. *Secondary consolidation settlement* (penurunan konsolidasi sekunder), terjadi setelah tekanan air pori hilang seluruhnya. Hal ini lebih disebabkan oleh proses pemampatan akibat penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah.

Pada tanah organik konsolidasi sekunder merupakan komponen terbesar sedangkan pada tanah anorganik, konsolidasi primer merupakan komponen terbesar dari penurunan total (*settlement*). Pemampatan tanah gambut dapat diamati melalui kurva regangan terhadap log waktu. Komponen-komponen pemampatan tanah gambut terdiri dari:

1. Regangan seketika (*instantaneous strain,  $\epsilon_i$* )

Terjadi dengan segera setelah beban diberikan karena tertekannya rongga udara.

2. Regangan primer (*primary strain,  $\epsilon_p$* )

Terjadi pada waktu yang relatif singkat sampai waktu  $t_p$  dengan kecepatan pemampatan yang tinggi karena disipasi tekanan air pori.

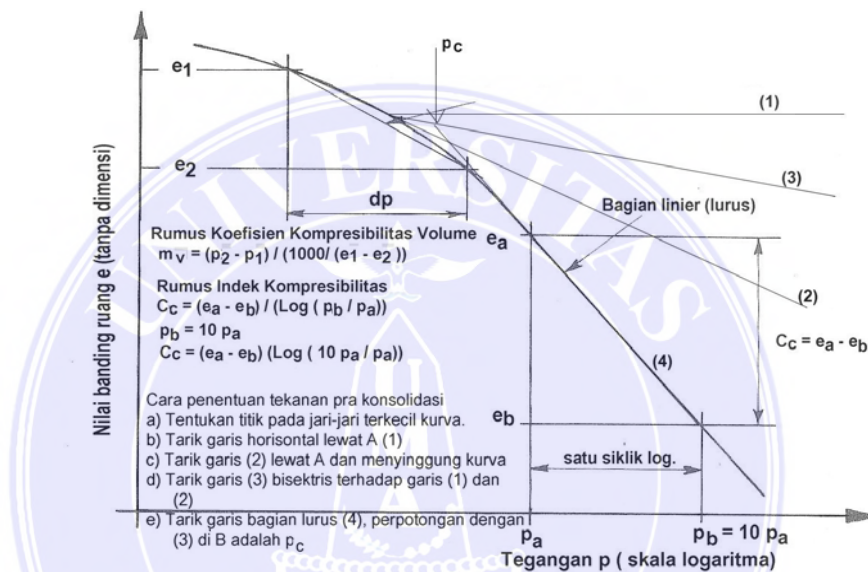
3. Regangan sekunder (*secondary strain,  $\epsilon_s$* )

Terjadi pada waktu yang relatif lama sampai waktu  $t_s$  dengan kecepatan pemampatan yang lebih rendah akibat pemampatan butiran tanah.

4. Regangan tersier (*tertiary strain,  $\epsilon_t$* )

Terjadi secara terus-menerus sampai seluruh proses pemampatan berakhir.

Sampai saat ini belum ada hasil penelitian penurunan tersier untuk tanah gambut di lapangan (Endah, 1998). Sehingga untuk penurunan tersier tersebut kemungkinan disebabkan oleh pembebanan di lapangan tidak cukup lama untuk mencapai penurunan tersier.



Gambar 2.3 Kurva regangan–log waktu pada tanah gambut dengan beban 25 kPa

Sumber: BSN SNI, 2011

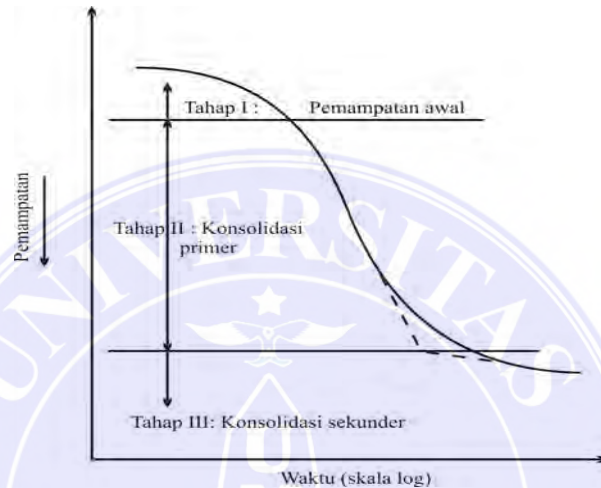
Untuk tekanan efektif yang besar (25 kPa sampai dengan 400 kPa), penelitian yang telah dilakukan oleh Soepandji dan Bharata tahun 1996 menunjukkan hubungan vertikal dengan waktu terlihat pada Gambar 2.1. Respon tekanan air pori akibat peningkatan tekanan efektif dapat ditunjukkan pula dengan berkurangnya daya rembes secara cepat.

Cara menentukan lama waktu penurunan serta besarnya penurunan *preloading* adalah:

1. Memperkirakan besar penurunan akibat pembebanan, dimisalkan 9,810 N atau 19,613 N.

2. Buat grafik hubungan antara waktu penurunan dengan beban yang berbeda.
3. Memilih beban preloading dengan waktu pembebanan.

Dengan demikian, kita dapat membuat grafik penurunan terhadap akar dua waktu seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.4 Skema tahap konsolidasi  
Sumber: BSN SNI, 2011

Bentuk dari kurva penurunan tanah gambut yang telah mengalami pembebanan dengan besar dan periode pembebanan bervariasi menunjukkan adanya peningkatan perbaikan perilaku penurunan, karena penurunan pada semua uji dijumpai bahwa penurunan primer terbesar terjadi pada menit – menit awal. Penurunan primer yang terjadi pada tanah gambut berlangsung cepat yaitu sekitar 10-15 menit pertama kemudian, penurunan tetap berlangsung sebagai akibat adanya rangkak (*creep*).

Kecepatan penurunan sekunder berbeda dengan penurunan primer, kecepatan penurunan primer dipengaruhi oleh rasio penambahan beban dan sistem pembebanan yang tetap namun, pada penurunan sekunder tidak terpengaruh tetapi cenderung meningkat pada beban rendah dan kemudian menurun dengan meningkatnya beban.

### 2.6.1. Uji konsolidasi

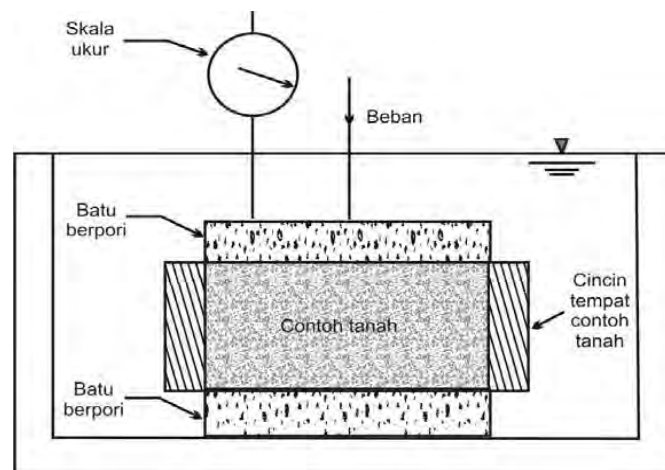
Bila lapisan tanah jenuh berpermeabilitas rendah dibebani, maka tekanan air pori di dalam lapisan tersebut segera bertambah. Perbedaan tekanan air pori pada lapisan tanah, berakibat air mengalir ke lapisan tanah dengan tekanan air pori yang lebih rendah, yang diikuti penurunan tanahnya. Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori.

Oleh karena itu konsolidasi dapat diartikan sebagai proses terperasnya air tanah akibat bekerjanya beban, yang terjadi sebagai fungsi waktu karena kecilnya permeabilitas tanah. Proses ini berlangsung terus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang.

Untuk mengukur konsolidasi tanah di laboratorium, digunakan alat konsolidasi (*Consolidated apparatus* atau *oedometer*). Gambar alat konsolidasi dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan untuk prinsip alat ini sendiri, dapat dilihat dari Gambar 2.4.



Gambar 2.5 Alat konsolidasi  
Sumber: BSN SNI, 2011



Gambar 2.6 Percobaan konsolidasi  
Sumber: BSN SNI, 2011

Pada Gambar 2.4 terlihat contoh tanah pada percobaan konsolidasi dimasukkan ke dalam suatu cincin dan diapit oleh batu berpori pada sisi atas dan bawah cincin. Kemudian, cincin tersebut diletakkan ke dalam sel konsolidasi yang diisi oleh air agar tidak kering. Setelah sel konsolidasi dipasang pada alat, contoh tanah diberikan beban vertikal dengan berat tertentu dan penurunan yang terjadi diukur dengan arloji petunjuk. Pembebanan pada contoh tanah diberikan secara bertahap (sedikit demi sedikit), setiap beban dibiarkan sampai penurunan berhenti. Secara umum diberikan waktu 24 jam untuk tujuan ini, dan penurunan diukur serta dicatat selama 24 jam. Besarnya penurunan yang terjadi pada setiap tegangan diambil dari pembacaan arloji.

### 2.6.2. Koefisien konsolidasi ( $C_v$ )

Koefisien konsolidasi, ( $C_v$ ) biasanya akan berkurang dengan bertambahnya batas cair ( $L_L$ ) dari tanah. Rentang dari variasi nilai ( $C_v$ ) untuk suatu batas cair dari tanah jenis tertentu adalah agak lebar.



Terdapat dua metode grafis yang umum dipakai untuk menentukan harga ( $C_v$ ) dari konsolidasi satu dimensi di laboratorium yakni metode logaritma waktu (*logarithm of time method*) yang diperkenalkan oleh Casagrande dan Fadum (1940) dan metode akar waktu (*square root of time method*) yang diperkenalkan oleh Taylor (1942).

### 2.6.3. Metode perhitungan konsolidasi

Beberapa rumus yang digunakan pada percobaan ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Kondisi awal sampel

$$A = \pi D^2/4$$

$$V_o = A \times H/100$$

$$H_s = W_s/G_s \times \gamma_w \times A$$

$$H_v = H - H_s$$

$$e_0 = H_v/H_s$$

Dengan :

A : luas benda uji tanah semula (mm<sup>2</sup>);

H : tinggi awal benda uji (mm)

V<sub>o</sub> : volume benda uji tanah semula (cm<sup>3</sup>);

H<sub>s</sub> : tinggi tanah *solid*

H<sub>v</sub> : tinggi pori

w<sub>o</sub> : kadar air tanah semula (%);

γ<sub>w</sub> : berat volume air (g/cm<sup>3</sup>)

G<sub>s</sub> : berat jenis tanah (-);

e<sub>o</sub> : angka pori tanah semula (tanpa satuan);

## 2. Koefisien konsolidasi

### a. Cara logaritma waktu (*log time*)

Koefisien konsolidasi ( $c_v$ ) dengan menggunakan metode logaritma waktu (*log time*) dihitung dengan menggunakan persamaan atau rumus berikut:

$$C_v = \frac{0,026 \times H_2}{t_{50}}$$

dengan:

$c_v$  : koefisien konsolidasi ( $m^2/$  tahun), dengan metode logaritma waktu (*log time*);

$H_r$  : tinggi benda uji rata-rata (mm) =  $(H^1 + H^2)/2$  ;

$H^1$  : tinggi pada awal percobaan (mm);

$H^2$  : tinggi pada akhir percobaan (mm);

$t_{50}$  : waktu 50% konsolidasi (menit);

### b. Cara akar waktu (*square root time*)

Koefisien konsolidasi ( $c_v$ ) dengan menggunakan metode akar waktu (*square root time*)

dihitung dengan menggunakan persamaan atau rumus berikut:

$$C_v = \frac{0,012 \times H_2}{t_{90}}$$

Dengan :

$c_v$  : koefisien konsolidasi ( $m^2/$  tahun), dengan metode akar waktu (*square root time*);

$H_1$  : tinggi pada awal percobaan (mm);

$H_2$  : tinggi pada akhir percobaan (mm);

$H_r$  : tinggi benda uji rata-rata (mm) =  $(H_1 + H_2)/2$  ;

$t_{90}$  : waktu 90% konsolidasi (menit).

c. Parameter pada akhir pembebanan

Parameter pada setiap akhir pembebanan dihitung dengan menggunakan persamaan atau rumus di bawah ini :

$$\begin{aligned}\Delta_e &= F \times \Delta H_e \\ &= e_0 - \Delta e\end{aligned}$$

dengan:

$\Delta_e$  : perubahan kumulatif nilai banding ruang (tanpa satuan);

$e$  : nilai banding ruang setelah setiap pembebanan (tanpa satuan);

#### 2.6.4. Index pemampatan ( $C_c$ )

Index pemampatan yang digunakan untuk menghitung besarnya penurunan yang terjadi di lapangan sebagai akibat konsolidasi dapat ditentukan dari kurva yang menunjukkan hubungan antara angka pori dengan tekanan yang didapat dari uji konsolidasi di laboratorium.

#### 2.7 Tinjauan Penelitian Konsolidasi Tanah Gambut

Banyak peneliti yang telah melakukan penelitian tentang konsolidasi tanah gambut ataupun studi tentang tanah gambut itu sendiri. Penelitian tersebut dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan uji konsolidasi terhadap tanah gambut dan juga sebagai pedoman terhadap data tanah gambut. Berikut adalah beberapa hasil penelitian mengenai tanah gambut:

Fatnanta (2014) melakukan penerapan test konsolidasi metode *constant rate of strain* (CRS- Consolidation Test) pada tanah gambut berserat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh kecepatan perubahan angka pori ( $e$ ) terhadap perilaku pemampatan tanah gambut berserat pada test konsolidasi metode *constant rate of strain*. Hasil dari penelitian tersebut yaitu: tegangan air ( $U_b$ ) yang terjadi di dasar sampel sangat dipengaruhi oleh kecepatan  $e$ , sehingga apabila  $e$  semakin tinggi maka tegangan air pori semakin besar. Tegangan efektif yang terjadi sangat dipengaruhi oleh kecepatan perubahan  $e$ . Semakin tinggi harga  $e$  maka tegangan efektif semakin kecil untuk  $e$  yang sama sehingga kurva  $e$  vs  $\log \sigma'$  terlihat makin menggeser ke kiri. Harga  $e$  yang dipilih dalam pengujian mempengaruhi periode pengujian dan tegangan air pori yang terbentuk di dasar sampel, sebagai akibatnya harga tegangan pra konsolidasi semu ( $\sigma'_p$ ) juga terpengaruh. Namun pada kecepatan, perubahan angka pori  $e$  tidak mempunyai pengaruh terhadap *index* pemampatan untuk kurva normalisasi angka pori awal  $e/e_0$  vs  $\log \sigma'$ .

Khoshand dan Fall (2016), menjelaskan secara lengkap bagaimana buruknya daya dukung dari tanah gambut. Tanah gambut memiliki kekuatan tekan bebas tidak beraturan. Hal ini dapat meningkat secara signifikan yaitu dengan cara penambahan semen pasir-pasir relatif terhadap periode curing yang lebih lama. Kandungan kelembaban optimum dari bahan berbasis gambut bervariasi dari 64% hingga 96% sementara rentang kepadatan kering maksimum mulai dari 402 kg / m<sup>3</sup> hingga 1004 kg / m<sup>3</sup>.

Waruwu (2012) telah melakukan penelitian tentang kajian perilaku konsolidasi tanah gambut dengan *oedometer*. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, konsolidasi dengan beban bertahap menunjukkan penurunan yang lebih besar pada waktu 10 menit pertama, dengan demikian pemampatan tanah gambut lebih dominan terjadi pada menit-menit awal.

Hal yang sama terlihat pada hubungan angka pori dengan waktu di pengujian konsolidasi dengan beban langsung semua variasi beban yang diberikan memperlihatkan proses pemampatan primer yang cukup cepat di menit-menit awal.

Pemampatan primer terjadi pada 0,7 – 8,5 menit pertama, pemampatan sekunder paling lama 2200 – 3500 menit, seterusnya dilanjutkan dengan pemampatan tersier. Pemampatan tanah gambut cukup besar setelah beban 1 kg/cm<sup>2</sup> dari hubungan tekanan dan angka pori didapatkan nilai *index* pemampatan ( $C_c$ ) dan nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ). Selain nilai *index* pemampatan ( $C_c$ ) pada konsolidasi dengan beban bertahap didapatkan nilai-nilai parameter konsolidasi lainnya masing-masing nilai  $c_v$ ,  $m_v$ , dan  $a_v$  terlihat sangat berfruktusasi sejak dibebani dengan beban kecil hingga beban besar, namun demikian tetap saja penambahan tekanan yang diberikan akan semakin memperkecil nilai pemampatan. Panjaitan (2013) mengatakan bahwa terjadi peningkatan nilai kohesi dan sudut geser setiap penambahan beban dan lama waktu pembebanan.

Peningkatan nilai kohesi terbesar terjadi pada pembebanan 25 kg dengan waktu 7 hari sebesar 0,039 kg/cm<sup>2</sup>. Sudut geser dalam mengalami peningkatan terbesar pada pembebanan 25kg dengan waktu 7 hari sebesar 3,50°. Peningkatan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam tanah gambut Muara Batang Toru sangat dipengaruhi oleh besar beban dan lama waktu pembebanan dimana pada pembebanan 20 kg dengan waktu 4 hari tanah gambut sudah menunjukkan perubahan yang cukup berarti.

Azhar et al (2016) menentukan sifat kekuatan geser tak terdrainase dari gambut yang dibentuk kembali dan gambut *undisturbed* dari Parit Nipah, Johor dengan ukuran lolos saringan 3,35 mm dan tekanan prakonsolidasi pada 100 kPa. Hasil dari kekuatan geser tak terdrainase dari gambut yang dilarutkan adalah 21 kPa untuk kohesi dengan sudut geser dalam  $41^\circ$  dibandingkan dengan gambut *undisturbed* memiliki kohesi 10 kPa dan sudut geser dalam  $16^\circ$ . Hasil sifat kuat geser yang diperoleh menunjukkan bahwa gambut yang dilarutkan memiliki kekuatan yang lebih tinggi daripada gambut *undisturbed*. Untuk hubungan tegangan deviator-regangan  $\sigma_{dmax}$  dan tekanan pori berlebih ( $\Delta_u$ ) menunjukkan bahwa keduanya *undisturbed* dan *reconstituted* secara bertahap meningkat ketika  $\sigma'$  meningkat, tetapi pada akhir pengujian nilainya sedikit menurun. Sifat fisik dari gambut yang *undisturbed* dan *reconstituted* juga diselidiki untuk berkorelasi dengan hasil kekuatan geser tak terdrainsase. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penambahan kapur dan semen dapat meningkatkan karakteristik kekuatan tanah. Berat isi kering maksimum didapat pada tanah yang diberi semen dan kapur sedangkan tanah yang dengan kadar air optimum berat isi kering tersebut menurun. Dengan menggunakan *unconfined compression strength*, kuat geser tertinggi didapat pada tanah yang memakai semen dan kapur serta penggunaan *ordinary portland cement* lebih baik daripada penggunaan kapur karena dapat terhidrasi.

Yulianto (2017) melakukan sebuah penelitian mengenai perilaku tanahgambut berserat permasalahan dan solusinya. Penelitian tersebut membuktikan bahwa tanah gambut di Indonesia merupakan jenis tanah gambut berserat yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi, kadar air yang tinggi dan mempunyai dua pori yaitu *makropori* dan *mikropori*.

Karakteristik tersebut menyebabkan daya dukung tanah gambut rendah dan pemampatan besar dan tidak merata. Dengan demikian, disimpulkan bahwa tanah gambut tidak baik untuk konstruksi bangunansipil. Sehingga diteliti cara untuk mengatasinya, dari penelitian ini didapat beberapa solusinya yaitu: metode pengelupasan tanah gambut, metode pemberian beban awal dan embangkmen, metode cerucuk kayu, metode gelar kayu (*corduroy*) dan metode stabilisasi seluruh lapisan tanah. Metode tersebut diatas sudah dilakukan di berbagai daerah, namun setiap metode memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Menurut peneliti, metode yang paling efektif ialah metode stabilisasi tanah gambut. Karena metode tersebut merupakan metode yang baik, biaya yang dibutuhkan murah dan dampak bagi lingkungannya kecil.

Hassan dkk (2013), menjelaskan bahwa daya dukung tanah gambut sangat rendah, bahkan kenaikan beban yang moderat kemungkinan akan menyebabkan ketidakstabilan dan penyelesaian konsolidasi jangka panjang. Pada kondisi dasarnya, tanah gambut tidak dapat mendukung fondasi atau beban pemindahan tanah. Karakteristik tanah gambut ini berkontribusi terhadap kasus bangunan dan pemukiman infrastruktur yang menghambat dalam pengerjaan suatu konstruksi.

Berdasarkan dari pengamatan dari uji konsolidasi pada gambut yang tidak diolah dan pasir stabil tanah berbagai persentase yang dijelaskan dalam makalah ini, kesimpulan dari penelitian ini adalah, koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) dari spesimen tanah dengan penambahan pasir lebih tinggi dibandingkan dengan gambut yang tidak diolah.  $C_v$  meningkat ketika kadar pasir meningkat dimana spesimen 6 dengan 50% konten pasir meningkat sekitar 25% dibandingkan dengan spesimen yang tidak diobati.

Waktu yang dibutuhkan untuk mengkonsolidasikan tanah menurun karena peningkatan kadar pasir, spesimen 2 (10%) berkurang sekitar 5% dan secara bertahap berkurang menjadi sekitar 87% pada spesimen 6 (50%) dibandingkan dengan spesimen yang tidak di campur.

Roesyanto dan Ramayanti (2019) melakukan penelitian tentang tinjauan uji konsolidasi pada tanah gambut di Kabupaten Batubara. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik tanah gambut, menentukan klasifikasi tanah gambut dan untuk menganalisis *indeks kompresi* ( $C_c$ ) dan koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) dengan uji konsolidasi pembebanan bertahap dan pembebanan langsung selama 7 hari. Dari hasil penelitian, disimpulkan bahwa tanah gambut perkebunan Paya Pinang, Kabupaten Batubara memiliki kadar air ( $w$ ) 732,0%, gravitasi *spesifik* ( $G_s$ ) 1.533, angka pori ( $e$ ) 8.235, berat isi basah ( $Y_w$ ) 1.008 gr/cm<sup>3</sup>, berat isi kering ( $Y_d$ ) 0,166 gr/cm<sup>3</sup>, kadar abu 22.424%, kadar organik 77.576% dan keasaman/pH 6. Indeks kompresi ( $C_c$ ) sebesar 0,693 dan koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) 0,275 cm<sup>2</sup>/detik. Index kompresi dan koefisien konsolidasi di tanah gambut sangat besar dibandingkan dengan *index* kompresi dan koefisien konsolidasi tanah lempung. Tanah gambut Kabupaten Batubara adalah tanah yang buruk untuk konstruksi bangunan karena *index* kompresinya sangat besar sehingga akan mengalami penurunan yang sangat besar.

Roesyanto dan Shakila (2019) melakukan penelitian tentang klasifikasi dan uji konsolidasi pada tanah gambut di Kabupaten Asahan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik dan klasifikasi tanah gambut dan untuk menganalisis *index* kompresi ( $C_c$ ) dan koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) tanah gambut, dengan melakukan uji konsolidasi pembebanan bertahap dan pembebanan langsung selama 7 hari.



Dari hasil penelitian, disimpulkan bahwa tanah gambut Desa Pertahan Kecamatan Sei Kepayang Kabupaten Asahan memiliki kadar air (w) 726,34%, berat jenis ( $G_s$ ) 1.302, berat isi basah ( $Y_w$ ) 0,764 gr/cm<sup>3</sup>, berat isi kering ( $Y_d$ ) 0,144gr/cm<sup>3</sup>, angka pori ( $e$ ) 8,06, kadar abu 45.032% dan pH 6. *Index* kompresi ( $C_c$ ) sebesar 0,659 dan koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) 0,317 cm<sup>2</sup>/detik. *Index* kompresi dan koefisien konsolidasi di tanah gambut relatif sangat besar dibandingkan dengan tanah liat. Tanah gambut di Kabupaten Asahan adalah tanah yang buruk untuk konstruksi bangunan karena memiliki kadar air yang tinggi dan tanah berserat dengan indeks kompresi yang relatif sangat besar



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Deskripsi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan penentuan sampel tanah gambut yang akan diuji. Lokasi sampel tanah gambut berasal dari Desa Pekan Labuhan, Kec. Medan Labuhan, kota Medan Sumatera Utara. Setelah lokasi ditentukan maka langkah selanjutnya adalah pengambilan sampel, pengambilan sampel ada 2 yaitu pengambilan sampel tidak terganggu (*undisturbed*) dan terganggu (*disturbed*) diambil dan dibawa ke laboratorium dengan menggunakan mobil atau angkutan yang lain. Kegiatan penelitian ini dilakukan di laboratorium meliputi pengujian mekanis tanah gambut dilakukan dengan menggunakan sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed*) dan sampel tanah terganggu (*Disturbed*), dan pengujian konsolidasi tanah. Kegiatan penelitian ini meliputi beberapa tahapan di antaranya, yaitu pengujian kadar air (*moisture content test*), pengujian berat jenis (*specific gravity test*), pengujian Kepadatan tanah (*proctor Standard test*), dan pengujian konsolidasi.

Tanah tidak terganggu (*undisturbed*) adalah tanah yang terletak dibawah permukaan tanah yang memiliki struktur berbeda dari tanah terganggu (*disturbed*) karena tanah tersebut masih belum terganggu oleh faktor luar. Tanah terganggu (*disturbed*) adalah tanah yang diambil dengan menggunakan cangkul sekop atau bor tanah kedalaman tertentu sebanyak 1-2 kg.

### 3.2 Tempat Penelitian

lokasi pengambilan sampel berada di Desa Pekan Labuhan, Kec. Medan labuhan, kota Medan Sumatera Utara. Terletak dekat rel kereta api, di samping PT. Pertamina, dekat pelabuhan Belawan dan tidak jauh dari stasiun PT. Kai lama belawan.



Gambar 2.7 peta lokasi  
Sumber : Dokumentasi peneliti, 2022



Gambar 2.8 Lokasi Pengambilan Sampel  
Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2022

### 3.3 Cara Pengambilan Data

Adapun metode pengumpulan data faktor pendukung yang berkaitan dalam penyusunan skripsi adalah

1. Menentukan lokasi pengambilan sampel di di desa Pekan Labuhan, kec. Medan labuhan, kota Medan Sumatera Utara.
2. Membersihkan permukaan tanah (*top soil*) untuk menghindari humus dan akar-akar tanaman
3. Melakukan pengambilan sampel tanah, untuk pengujian *Index properties* tanah dan konsolidasi tanah dengan menggunakan sampel tanah terganggu

### 3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan untuk penyelesaian skripsi ini merupakan awal dan di mulai nya penelitian, sedangkan pengambilan sampel di lakukan dilokasi pengambilan sampel, sehingga kesimpulan hasil penelitiannya dapat digenerasikan pada populasi dimana sampel itu diambil.

Adapun tahapan yang dilakukan untuk penyelesaian skripsi adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi tujuan penelitian

Sebelum kita mulai proses penelitian, langkah pertama yang harus ditentukan adalah tujuan yang ingin temukan, karena jika hal ini tidak dilakukan, kita akan kesulitan melakukan proses selanjutnya

2. Pengumpulan data

Dalam proses pengumpulan data ini akan kita ngambil data-data yang dibutuhkan dalam penelitian kita.teknik yang digunakan bisa apa saja dan membutuhkan banyak referensi guna membantu penelitian yang sedang dilakukan

### 3. Analisi data

Setelah pengambilan data dibutuhkan maka kita harus menganalisis data tersebut, apakah data ini kita inginkan, atau data ini bisa saja salah dan lain sebagainya. dan apakah data tersebut sesuai dengan data yang kita inginkan.

### 4. Kesimpulan

Setelah selesai pengumpulan data dan analisis pengumpulan data maka kita tarik kesimpulan dari semua informasi yang kita peroleh. kemudian mempersentasi tentang hasil informasi yang kita peroleh kepada yang bersangkutan, disilidiki lebih lanjut

## 3.5 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel tanah gambut di Desa Pekan Labuhan, Kec. Medan labuhan, kota Medan Sumatera Utara. Terletak dekat rel kereta api, di samping PT. Pertamina, dekat pelabuhan Belawan dan tidak jauh dari stasiun PT. Kai lama belawan. Pengambilan sampel tanah ini digunakan untuk pengujian konsolidasi (*eodometer*) di laboratorium CV. Lima Saudara. Tanah yang digunakan untuk pengujian konsolidasi adalah tanah terganggu. Pada proses pengambilan sampel tanah yang dilakukan adalah membersihkan lapisan permukaan tanah dari akar, sampah, atau rumput-rumput liar yang berada di area sekitaran titik sampel tanah, kemudian setelah bersih, cangkul tanah sedikit biar tanah yang bagian permukaannya terbuang, dan setelah itu tanah yang telah di cangkul sekitar 10 cm kemudian di ambil dan di letakkan kedalam wadah penampung. Akar kadar airnya terjaga letak kan sampel tanah yang telah diambil kedalam ember plastik supaya kadar air yang didalam tanah tersebut tidak berkurang. Adapun prosedur pengamilan sampel tanah adalah sebagai berikut

### 3.6 Pelaksanaan pengujian

#### 3.6.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah (*Index Properties*)

Untuk mengetahui sifat fisik tanah (*index Properties*) pada tanah gambut perlu dilakukan beberapa pengujian yaitu :

1. Uji kadar air
2. Uji berat Spesifik
3. Uji Berat volume
4. Uji Angka pori
5. Uji koefisien Konsolidasi

Pengujian ini dilakukan di laboratorium *Soil Investigation CV. Lima*

Saudara

#### 3.6.2 Metode Pelaksanaan Pengujian Kadar Air

1. Sebelum melaksanakan pengambilan maka mahasiswa harus mendapatkan safety induction perihal keselamatan kerja selama praktikum berlangsung.
2. Timbang cawan kosong dengan timbangan digital, kemudian catat beratnya ( $W_3$ )
3. Ambil sampel yang telah disimpan pada ruangan dibawah  $30^{\circ}\text{C}$ , masukkan kedalam cawan dengan menggunakan spatula sampai mengisi  $2/3$  volume cawan kemudian timbang beratnya ( $W_1$ )
4. Cawan berisi sampel tanah dimasukkan kedalam oven selama 24 jam dengan suhu  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
5. Setelah 24 jam, cawan berisi sampel dikeluarkan menggunakan sarung tangan kemudian didinginkan selama 15 menit didalam *desikator*.

5. Sampel tanah kemudian diambil dan ditimbang beratnya dengan timbangan digital ( $W_2$ ). Jumlah sampel yang diuji pada percobaan ini minimal 2 sampel atau lebih jika pada lapisan tanah ditemukan lapisan- lapisan dengan kadar air yang berbeda.

### 3.6.3 Metode pelaksanaan pengujian berat jenis tanah

1. Sebelum melaksanakan pengambilan maka mahasiswa harus mendapatkan safety induction perihal keselamatan kerja selama praktikum berlangsung.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada temperatur  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$ ) selama 24 jam, setelah itu dinginkan dalam desikator;
3. Cuci piknometer atau botol ukur dengan air suling, kemudian dikeringkan dan selanjutnya timbang ( $W_1$  gram);
4. Masukkan benda uji ke dalam piknometer atau botol ukur yang digunakan, kemudian timbang ( $W_2$  gram);
5. Tambahkan air suling ke dalam piknometer atau botol ukur yang berisi benda uji, sehingga piknometer atau botol ukur terisi duapertiganya;
6. Untuk benda uji yang mengandung lempung diamkan benda uji terendam selama 24 jam atau lebih;

### 3.6.4 Metode pelaksanaan pengeujian Konsolidasi

1. Timbang *ring specimen* kosong dalam keadaan kering
2. Siapkan contoh tanah dalam keadaan tidak terganggu (*undisturbed*) yang diambil dari lapangan
3. Cetak contoh tanah dengan menggunakan *ring* pemotong
4. Masukkan contoh tanah dari ring pemotong ke dalam *ring specimen*, kemudian potong (ratakan bagian atas dan bawah *ring*)

contoh tanah yang ada di dalam *Ring specimen* memakai kawat pemotong, sehingga contoh tanah mempunyai ketebalan yang sama dengan tinggi *ring specimen*

5. Lapisi contoh tanah bagian atas dan bawah dengan kertas filter
6. Masukkan *ring specimen* yang berisi contoh tanah ke dalam tabung-bawah pengujian, yang sudah diberi batu porous untuk dudukan contoh tanah
7. Pasang tabung atas, kemudian pasang baut untuk mengikat tabung bawah dan tabung atas.
8. Letakkan batu porous di bagian atas contoh tanah
9. Letakkan tabung pengujian pada *consolidometer*, dan atur agar torak beban menempel pada bagian atas (permukaan) batu *porous*. Usahakan contoh tanah tidak tertekan oleh torak beban.
10. Genangi tabung pengujian dengan air, sehingga contoh tanah sepenuhnya terendam air.
11. Berikan beban awal (*seating pressure*) sehingga memberikan tekanan antara 2-5 kPa (tergantung jenis tanahnya), dan biarkan selama 5 menit. Beban ini diberikan agar torak beban benar-benar duduk pada batu porous di permukaan contoh tanah dengan tekanan yang relatif kecil
12. Atur alat pengukur (*dial*) penurunan pada posisi maksimum (terpendek), sehingga cukup ruang mengukur penurunan
13. Berikan beban/tekanan pertama dan catat penurunan yang terjadi setiap interval waktu. Interval waktu pencatatan adalah 0.0, 0.25, 0.50, 1, 2, 4, 8, 15, 30, dan 60 menit, kemudian dilanjutkan dengan 24 jam.



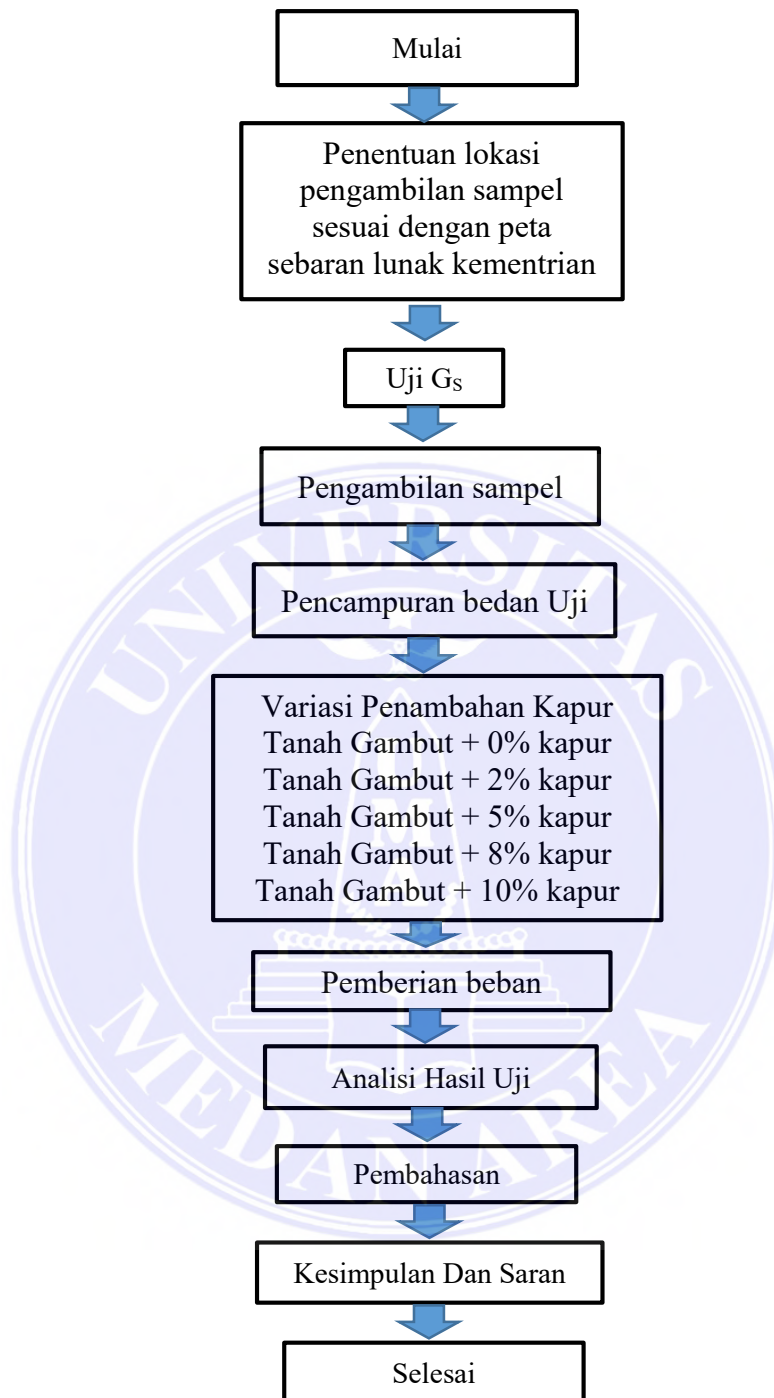
Besarnya tekanan umumnya mulai dari  $0.125 \text{ kg/cm}^2$  dan dinaikkan dengan kelipatan dua kali menjadi 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, dan  $16.0 \text{ kg/cm}^2$ .

14. Setelah 24 jam, beban dinaikkan (beban kedua) menjadi dua kali beban pertama dan dilakukan pencatatan penurunan pada interval waktu seperti langkah (13).
15. Ulangi langkah (14) dengan menaikkan beban dua kali dari beban sebelumnya.
16. Pada akhir pembebanan (misal pada tekanan  $16.0 \text{ kg/cm}^2$ ), tekanan diturunkan (*unloading*) berturut turut menjadi 8.0, 4.0, 2.0, dan  $1.0 \text{ kg/cm}^2$ . Pencatatan deformasi (*rebound*) dilakukan untuk masing-masing pengurangan beban pada saat deformasi sudah selesai (tidak terjadi deformasi lagi). Secara umum deformasi pada proses unloading jauh lebih cepat dibandingkan dengan deformasi pada proses penambahantekanan (*loading*).
17. Apabila dikehendaki, proses *unloading* dapat dilakukan sebelum beban maksimum diberikan, dan kemudian dilakukan pembebanan lagi (*re-loading*) sampai tekanan maksimum. Pemberian beban pada proses ini dapat dirangkum sebagai berikut:
  - a. Beban *seating load* dinaikkan bertahap ke beban n.
  - b. Beban n diturunkan bertahap ke beban *seating load*
  - c. Beban *seating load* dinaikkan bertahap ke beban maksimum
  - d. Beban maksimum diturunkan bertahap ke beban *seating load*

18. Pada akhir pembebanan, keluarkan contoh tanah (*specimen*) dari *ring specimen*, masukkan ke dalam cawan alumunium yang sudah diketahui beratnya, timbang, kemudian masukkan *specimen* dan cawan ke dalam oven dan biarkan selama 24 jam pada temperatur sekitar  $105^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$
19. Timbang berat *specimen* dalam keadaan kering



### 3.7 Kerangka Berfikir



Gambar 2.9 Kerangka Berfikir

Sumber : Data peneliti, 2023

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

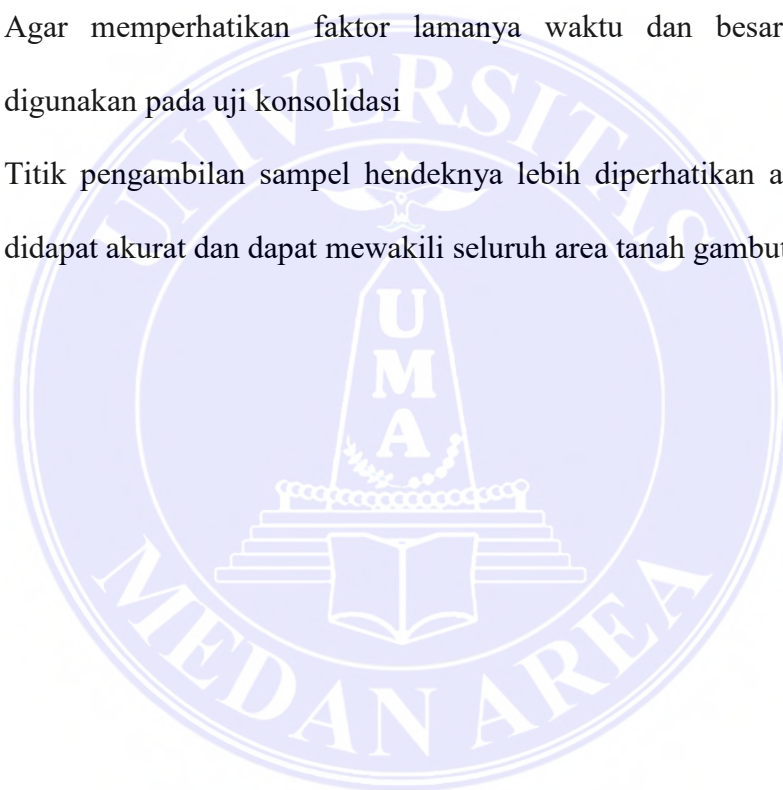
#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian di laboratorium CV. Lima Saudara maka dapat diambil kesimpulan antara lain

1. Pengaruh penambahan kapur terhadap stabilitas tanah gambut dapat kita lihat dari Koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) nya, Adapun Koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) yaitu sampel kadar kapur 0% = 1,830, kadar kapur 2% = 1.296, kadar kapur 5% = 1.049, kadar kapur 8% = 0,698, kadar kapur 10% = 0.395. kecepatan penurunan terjadi akibat besarnya pembebanan, maka pengaruh penambahan kapur terhadap stabilitas tanah gambut sangat berpengaruh penting dalam percobaan ini.
2. Perbandingan pengaruh penambahan kapur terhadap waktu pembebanan adalah semakin tinggi kadar kapur dari percobaan maka semakin rendah pula perbandingan penurunan per menitnya terhadap waktu pembebanan.
3. Pengaruh kadar persenan kapur terhadap kadar air adalah semakin tinggi kadar kapur yang dicampurkan kedalam tanah gambut maka semakin rendah pula kadar air dari tanah gambut itu sendiri.
4. Dari derajat kejenuhan atau angka pori dari hasil penelitian di laboratorium didapatkan hasil, semakin tinggi kadar kapur yang dicampurkan dalam percobaan maka semakin rendah pula angka pori yang dihasilkan dari hasil percobaan

## 5.2. Saran

1. Agar menjaga kestabilan tanah maupun kadar air tanah ketika pengambilan sampel sebelum pengujian hendaklah letakan sampel di tempat yang tidak bersuhu panas kadar air tanah gambut tidak berkurang ketika pengujian
2. Ketika pengambilan sampel tanah gambut di lokasi harus diperhatikan ketika titik sampel yang akan diambil, apakah tanah gambut sudah bersih dari akar-akar tanaman atau pun rumput-rumput liar.
3. Agar memperhatikan faktor lamanya waktu dan besar beban yang digunakan pada uji konsolidasi
4. Titik pengambilan sampel hendaknya lebih diperhatikan agar data yang didapat akurat dan dapat mewakili seluruh area tanah gambut



## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D2607-69. (1989). *Classification of Peats, Mosses, Humus, and Related Product*. Amerika Serikat.
- ASTM D2974-87. (1993). *Standard Test Methods For Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils*. Amerika Serikat.
- ASTM D4427-92. (2002). *Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing*. Amerika Serikat.
- Bowles, E. J. dan J. K. H. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M., Mochtar, N.E. dan I. B. M. (1985). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (1995a). *Jilid I Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (1995b). *Mekanika Tanah dan Prinsip Rekayasa Geoteknis*. Jakarta: Erlangga.
- Fatnanta, F. (2014). Penerapan Test Konsolidasi Metoda Constant Rate Of Strength (CRS-Consolidation Test) pada Tanah Gambut Berserat. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru*.
- Hardiyatmo, H. . (2017). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. . (2017). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kementerian Pertanian. (2009). *Permentan Nomor 14 tahun 2009 Pedoman pemanfaatan lahan gambut untuk budidaya kelapa sawit (Guideline on Oil Palm Plantation on Peatland)*. 13.
- K. Terzaghi and B. P. Peck, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta: Erlangga, 1967.
- MacFarlane IC. (1969). *Muskeg Engineering Handbook*. Canada: Muskeg Subcommittee of the NRC Associate Committee on Geotechnical Research University of Toronto Press.
- Roesyanto and Ramayanti, A. (2019). Review of Consolidation Test on Peat Soil of Batubara Regency Sumatera Utara Province. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 801 (2020) 012015*.

- Roesyanto and Shakila, F. (2019). Classification and Consolidation Test on Peat Soil of Asahan Regency Sumatera Utara Province. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 801 (2020) 012017*.
- Rachim, Armansyah. 2012. Pengaruh stabilisasi kapur pada permukaan timbunan terhadap konstruksi lereng dengan metode trial & error menggunakan GEO SLOPE/W [skripsi]. Makasar (ID) : Universitas Hasanudin.
- Taylor, D. W. (1948). Soil Mechanics. *Associate Professor of Soil Mechanics Massachusetts Institute of Technology. Amerika Serikat*.
- Widjaja-Adhi, I. P. . (1988). Physical and Chemical Characteristic of Peat Soil of Indonesia. *IARD J. 10:59-64*.
- Waruwu, A. (2012a). Kajian Perilaku Konsolidasi Tanah Gambut dengan Konsolidasi Oedometer. *Jurnal Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Medan. Medan*.
- Waruwu, A. (2012b). Tinjauan Karakteristik Konsolidasi Tanah Gambut bagan Siapi Api. *Jurnal Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Medan. Medan*
- Yulianto, F. E. Harwadi, F. 2017. *Perilaku Tanah Gambut Berserat yang Distabilisasi dengan Campuran Kapur dan Abu Terbang*. Madura University. Madura3

## LAMPIRAN







## UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 8/9/23  
80

Access From (repository.uma.ac.id)8/9/23