

TUGAS AKHIR

**NILAI PARAMETER GESER TANAH GAMBUT YANG
DIPERKUAT GEOTEKSTIL BERLAPIS**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Drajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



**Eka Adriansyah
05.511.062**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
JANUARI 2012**

TUGAS AKHIR

NILAI PARAMETER GESER TANAH GAMBUT YANG DIPERKUAT GEOTEKSTIL BERLAPIS

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Drajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil



Eka Adriansyah
05.511.062

Disahkan Oleh:

Pembimbing:

Ketua Jurusan:

(Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA)

Tanggal :

(Ir. Suharyatmo, MT)

Tanggal :

TUGAS AKHIR

NILAI PARAMETER GESER TANAH GAMBUT YANG DIPERKUAT GEOTEKSTIL BERLAPIS

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Drajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil



Disetujui Oleh:

Pembimbing/Penguji:
(Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA)

Penguji:
Ir. Akhmad Marzuko, MT.

Penguji:
Ir. H. A. Halim Hasmar, MT.

KATA PENGANTAR

مَسْبُوحٌ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

مَلَا سَلَامًا مَكِيدًا مَمْحُورًا لِلَّهِ يَكْرَبُو

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun berhasil menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Nilai Parameter Geser Tanah Gambut yang Diperkuat Geotekstil Berlapis**”. Sesuai kurikulum yang ada di lingkungan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, tugas akhir merupakan salah satu syarat dalam menempuh jenjang keserjanaan strata 1 (S1).

Pengaruh penambahan Geotekstil pada tanah gambut terhadap kuat gesernya diteliti dengan melakukan pengujian di laboratorium. Ada dua variasi geser yang diuji yakni sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c) dari sampel atau benda uji yang diujikan dengan alat geser langsung dan triaksial. Penambahan geotekstil pada tanah gambut dilakukan secara bervariasi yakni 1 lapis dan 2 lapis.

Dari hasil pengujian didapat bahwa terjadi kenaikan yang signifikan terhadap sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c) pada tanah gambut yang distabilisasi dengan geotekstil. Seluruh proses pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama melaksanakan penelitian dan menyusun laporan tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE, PH.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Suharyatmo, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Dr. Ir. H. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku Dosen Pembimbing atas ketegasan, motivasi, ketelitian dan kritiknya dalam membimbing.
4. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT, selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Bapak Sugi dan Bapak Yudi selaku laboran di Laboratorium Mekanika Tanah FTSP UII, atas arahan dan bimbingannya.
6. Keluarga tercinta, terima kasih atas do'a restunya, dukungan, dorongan, kesabaran, serta nasehat yang diberikan kepada ananda selama ini.
7. Rekan-rekan yang banyak membantu selama penyusunan tugas akhir ini.
8. Pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penyusun telah berupaya untuk memberikan yang terbaik dalam penulisan tugas akhir ini. Namun disadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna sehingga saran dan kritik yang membangun dari semua pihak akan diterima dengan baik demi penyempurnaannya. Semoga amal kebaikan kita diterima oleh ALLAH SWT dan tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. AMIN.

Wabillahittaufiq wal hidayah

ملا سناو مكيداء تمحرو الله مايكربو

Yogyakarta, Januari 2012

Penyusun

ABSTRAK

Di pulau Sumatra sebagaimana pulau-pulau lainnya di Indonesia banyak terdapat lahan gambut atau lahan bergambut. Salah satu sifat tanah gambut adalah memiliki daya dukung yang sangat rendah sehingga apabila bangunan teknik sipil seperti jalan raya, bendungan, jalan kereta api, bandar udara, pelabuhan, gedung-gedung dan lainnya dibangun di atasnya maka tanah gambut tersebut harus diperbaiki atau distabilisasi untuk meningkatkan sifat-sifat teknisnya.

Untuk memperbaiki sifat teknis dari tanah gambut tersebut maka dilakukan stabilisasi tanah gambut dengan melapisi suatu bahan yakni geotekstil dengan proporsi 1 lapis dan 2 lapis. Adapun parameter yang diuji adalah sudut geser dalam (ϕ), kohesi (c) yang diukur dengan uji Triaksial UU, dan nilai CBR. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dari hasil pengujian didapat data teknis tanah gambut yang berasal dari Kampar Riau adalah sebagai berikut: kadar air tanah (w) 138,82%, berat volume tanah (γ) 1,12 gr/cm³, berat jenis tanah (G_s) 1,156, dan tanah gambut ini dalam klasifikasi secara USCS termasuk ke dalam tanah dengan kadar organik tinggi. Pada pengujian Triaksial UU, didapat nilai sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c) meningkat secara signifikan, dengan nilai tertinggi terjadi pada melapisi geotekstil variasi 2 lapis yakni sebesar 12,31° dan 0,39 kg/cm². Dalam pengujian CBR, didapat nilai CBR Soaked, dan Unsoaked yang meningkat. Dengan nilai tertinggi terjadi pada melapisi geotekstil variasi 2 lapis yakni sebesar 14,44% untuk nilai CBR Soaked, dan 37,5% untuk nilai CBR Unsoaked.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	
.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	
.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3

1.6	Lokasi Penelitian	3
BAB II.	TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1	Peningkatan kuat dukung Pada Perkuatan Tanah Lempung	4
2.2	Perbaikan Parameter Mekanis Tanah Urug dengan Cara Stabilisasi dan Perkuatan Tanah.....	5
2.3	Pengaruh Pencampuran Clean Set Cement Pada Tanah Gambut Terhadap Parameter kuat Geser	7
BAB III.	LANDASAN TEORI.....	9
3.1	Pengertian Tanah.....	9
3.2	Sifat-sifat Mekanik Tanah.....	9
3.3	Klasifikasi Tanah.....	12
3.3.1	Sistem Klasifikasi <i>Unified Soil Classification System</i>	12
3.4	Tanah Gambut	15
3.4.1	Ciri-ciri Tanah Gambut	17
3.4.2	Sifat Umum Tanah Gambut.....	17
	a. Sifat Fisik Tanah Gambut	18
	b. Sifat Kimia Tanah Gambut	20
3.4.3	Proses Pembentukan Tanah Gambut.....	21
3.5	<i>Geotekstil</i>	22
3.5.1	Karakteristik Geotekstil.....	24
3.5.2	Tujuan Perkuatan Tanah Dengan Geotekstil.....	25
3.5.3	Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Geotekstil.....	26
3.6	Perkuatan Tanah.....	26
3.6.1	Dasar-dasar Perkuatan Tanah	26

3.7	Uji Pemadatan Tanah.....	27
3.8	Nilai CBR Tanah.....	29
3.9	Uji Triaksial (<i>UU Triaxial Test</i>).....	31
BAB IV. METODE PENELITIAN		33
4.1	Bahan dan Materi Penelitian	33
4.1.1	Bahan.....	33
4.1.2	Peralatan	33
4.1.3	Benda Uji.....	33
4.2	Jalannya Penelitian	35
4.2.1	Tahap Persiapan	35
4.2.2	Tahap Pekerjaan Lapangan.....	35
4.2.3	Tahap Pekerjaan Laboratorium.....	35
4.3	Proses Pengujian	36
4.3.1	Pengujian Sifat Fisik Tanah.....	36
	a. Uji Kadar Air Tanah.....	36
	b. Uji Berat Volume Tanah.....	36
	c. Uji Berat Jenis Tanah.....	36
4.3.2	Pengujian Sifat Mekanis Tanah	37
	a. Uji Proktor Standar.....	37
	b. Uji CBR Laboratorium	38
	c. Pengujian Triaksial.....	39
4.4	Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir	43

BAB V.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
5.1	Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah	44
5.1.1	Pengujian Kadar Air Tanah	44
5.1.2	Pengujian Berat Volume Tanah.....	45
5.1.3	Pengujian Berat Jenis Tanah.....	47
5.1.4	Pembahasan Sifat Fisik Tanah Gambut.....	48
5.2	Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	49
5.2.1	Uji Kepadatan Tanah	49
5.2.2	Pembahasan Hasil Pengujian Proktor Standar	52
5.2.3	Uji Triaksial Unconsolidated Undrained	52
5.2.4	Pembahasan Hasil Pengujian Triaksial	57
5.2.5	Uji CBR	59
5.2.6	Pembahasan Nilai CBR	64
BAB VI.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Nilai Berat Jenis Tanah (<i>specific gravity</i>)	11
Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Berdasarkan <i>Unified System</i>	14
Tabel 3.3 Perkiraan Luas dan Penyebaran Lahan Gambut di Indonesia menurut beberapa sumber	16
Tabel 3.4 Kandungan Hara Pada Tiga Tipologi Tanah Gambut.....	20
Tabel 3.5 Faktor Pembatas Kesuburan di Lahan Gambut.....	21
Tabel 4.1 Jenis Pengujian.....	33
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Kampar.....	45
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Kampar.....	46
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Kampar	47
Tabel 5.4 Sifat-sifat Mekanis Sampel Tanah Kampar.....	48
Tabel 5.5 Hasil Uji Proktor Standar Tanah Kampar	50
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Kampar.....	57
Tabel 5.7 Hasil Pengujian CBR Soaked Tanah Kampar	64
Tabel 5.8 Hasil Pengujian CBR Unsoaked Tanah Kampar	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah.....	10
Gambar 3.2 Konsep Tegangan - Regangan	26
Gambar 3.3 Alat Uji Standar Proctor	28
Gambar 3.4 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering	29
Gambar 3.5 Alat Uji CBR.....	29
Gambar 3.6 Alat Uji Triaksial.....	31
Gambar 3.7 Lingkaran Mohr	32
Gambar 4.1 Model Benda Uji.....	34
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir.....	43
Gambar 5.1 Hasil Uji Kepadatan Tanah (Tanah Kampar Sampel I).....	51
Gambar 5.2 Model Benda Uji.....	52
Gambar 5.3 Grafik Tegangan-Regangan Tanah w opt (Tanah Kampar Sampel 1).....	54
Gambar 5.4 Grafik Lingkaran MOHR Tanah w opt (Tanah Kampar Sampel 1).....	55
Gambar 5.5 Grafik Tegangan-Regangan Tanah w opt + Geotekstil 1 Lapis (Tanah Kampar Sampel 1).....	55
Gambar 5.6 Grafik Lingkaran MOHR Tanah w opt + Geotekstil 1 Lapis (Tanah Kampar Sampel 1).....	56

Gambar 5.7	Grafik Tegangan-Regangan Tanah w opt + Geotekstil 2 Lapis (Tanah Kampar Sampel 1).....	56
Gambar 5.8	Grafik Lingkaran MOHR Tanah w opt + Geotekstil 2 Lapis (Tanah Kampar Sampel 1).....	57
Gambar 5.9	Grafik Hubungan Variasi Geotekstil dengan Sudut Geser Tanah Kampar	58
Gambar 5.10	Grafik Hubungan Variasi Geotekstil dengan Kohesi Tanah Kampar	59
Gambar 5.11	Grafik CBR Soaked Tanah w opt (Tanah Kampar Sampel I)	61
Gambar 5.12	Grafik CBR Unsoaked Tanah w opt (Tanah Kampar Sampel I).....	61
Gambar 5.13	Grafik CBR Soaked Tanah w opt + Geotekstil 1 Lapis (Tanah Kampar Sampel I).....	62
Gambar 5.14	Grafik CBR Unsoaked Tanah w opt + Geotekstil 1 Lapis (Tanah Kampar Sampel I).....	62
Gambar 5.15	Grafik CBR Soaked Tanah w opt + Geotekstil 2 Lapis (Tanah Kampar Sampel I).....	63
Gambar 5.16	Grafik CBR Unsoaked Tanah w opt + Geotekstil 2 Lapis (Tanah Kampar Sampel I).....	63
Gambar 5.17	Grafik Hubungan Variasi Geotekstil dengan Nilai CBR Soaked (Tanah Kampar).....	65
Gambar 5.18	Grafik Hubungan Variasi Geotekstil dengan Nilai CBR Unsoaked (Tanah Kampar)	65

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran 2 Pengujian Kadar Air Tanah Asli (*Disturbed*)
- Lampiran 3 Pengujian Berat Volume tanah
- Lampiran 4 Pengujian Berat Jenis Tanah
- Lampiran 5 Uji Proktor Standar Tanah Gambut
- Lampiran 6 Uji CBR Soaked Tanah Gambut
- Lampiran 7 Uji CBR Soaked Tanah Gambut + Geotekstil 1 Lapis
- Lampiran 8 Uji CBR Soaked Tanah Gambut + Geotekstil 2 Lapis
- Lampiran 9 Uji CBR Unsoaked Tanah Gambut
- Lampiran 10 Uji CBR Unsoaked Tanah Gambut + Geotekstil 1 Lapis
- Lampiran 11 Uji CBR Unsoaked Tanah Gambut + Geotekstil 2 Lapis
- Lampiran 12 Uji Triaksial UU Tanah Gambut Tegangan Keliling 0,5
- Lampiran 13 Uji Triaksial UU Tanah Gambut Tegangan Keliling 1
- Lampiran 14 Uji Triaksial UU Tanah Gambut Tegangan Keliling 1,5
- Lampiran 15 Uji Triaksial UU Tanah Gambut Grafik Tegangan Regangan
- Lampiran 16 Uji Triaksial UU Tanah Gambut Lingkaran MOHR
- Lampiran 17 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 1 Lapis Tegangan Keliling 0,5
- Lampiran 18 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 1 Lapis Tegangan Keliling 1
- Lampiran 19 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 1 Lapis Tegangan Keliling 1,5

- Lampiran 20 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 1 Lapis Grafik Tegangan Regangan
- Lampiran 21 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 1 Lapis Lingkaran MOHR
- Lampiran 22 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 2 Lapis Tegangan Keliling 0,5
- Lampiran 23 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 2 Lapis Tegangan Keliling 1
- Lampiran 24 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 2 Lapis Tegangan Keliling 1,5
- Lampiran 25 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 2 Lapis Grafik Tegangan Regangan
- Lampiran 26 Uji Triaksial UU Tanah Gambut + Geotekstil 2 Lapis Lingkaran MOHR
- Lampiran 27 Surat Pernyataan Bebas Plagiatisme



DAFTAR NOTASI

V_a	= volume udara	(cm^3)
V_s	= volume butiran padat	(cm^3)
V_v	= volume pori	(cm^3)
V	= volume total	(cm^3)
W_s	= berat butiran padat	(gr)
W_w	= berat air	(gr)
W	= berat total	(gr)
γ	= berat volume tanah	(gr/cm^3)
γ_d	= berat volume kering tanah	(gr/cm^3)
γ_b	= berat volume basah tanah	(gr/cm^3)
G_s	= berat jenis	
LL	= batas cair	(%)
IP	= indeks plastisitas	(%)
PL	= batas plastis	(%)
SL	= batas susut	(%)
σ	= tegangan geser	(kN/m^2)
ε	= regangan geser	(%)
φ	= sudut geser dalam tanah	($^\circ$)

c	= kohesi tanah	(gr/cm ²)
α	= sudut pecah sampel	(°)
q_u	= kuat tekan tanah	(kN/m ²)
w	= kadar air	(%)
w_{opt}	= kadar air optimum	(%)
$\gamma_{k \text{ maks}}$	= berat volume kering tanah maksimum	(gr/cm ³)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah memiliki peranan yang sangat penting dalam bidang Teknik Sipil yang berfungsi sebagai penahan utama dari bangunan itu sendiri, seperti gedung, jalan raya, bandar udara dan bendungan. Tanah yang tersedia di lapangan mempunyai daya dukung yang cukup maka dapat langsung dipergunakan tanpa perbaikan dan hal ini akan sangat ekonomis. Berdasarkan dalam kenyataannya sering dijumpai tanah dengan karakteristik yang tidak memenuhi syarat yakni daya dukung yang sangat rendah sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan untuk meningkatkan daya dukungnya. Mengingat pentingnya tanah tersebut, sebagai seorang perencana teknik sipil dituntut harus memahami dan cermat dalam memilih kondisi tanah sebagai media dalam pekerjaan konstruksi, baik sebagai pondasi maupun sebagai bahan bangunan.

Tanah gambut merupakan tanah lunak jenis organik yang kandungan kadar airnya sangat besar yakni lebih dari 100%. Sudut gesek dalamnya sangat kecil dan hampir tidak memiliki kohesi, sehingga daya/kuat dukungnya sangat kecil. Selain itu kemampumpampatannya (kompresibilitasnya) sangat besar, sehingga jika menerima beban akan terjadi penurunan yang sangat besar dalam waktu yang relatif pendek. Tanah gambut di Indonesia tersebar di pulau-pulau besar yaitu Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua, dan sebagian kecil di pulau Jawa. (*Hardiyatmo, 1992 dan Bowels 1984*).

Mengingat luasnya lahan tanah bergambut yang ada di tanah air, maka bangunan sipil di atas tanah bergambut harus diatasi. Untuk itu, mengurangi biaya pembuatan konstruksi bangunan sipil di atas tanah gambut pada Tugas Akhir ini penyusun mencoba menambahkan suatu bahan untuk menstabilkan tanah gambut tersebut. Untuk itu, perlakuan ini diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tanah gambut tersebut, didapat judul tugas akhir ***"Nilai Parameter Geser Tanah Gambut yang Diperkuat Geotekstil Berlapis"***.

Tanah yang dipakai dalam penelitian ini adalah tanah gambut yang berasal dari Riau, yakni pada lokasi jalan lintas Riau poros barat km.PLK 84+000, Kabupaten Kampar. Sehubungan dengan hal tersebut melalui Tugas Akhir ini penulis mencoba memperbaiki karakteristik tanah bergambut dengan menggunakan campuran Geotekstil. Dalam percobaan ini proporsi geotekstil terhadap tanah gambut dibuat secara bervariasi dan pada setiap variasi campuran akan diukur beberapa indikator teknisnya untuk mendapatkan proporsi campuran yang optimal yakni yang mempunyai indikator teknis yang paling menguntungkan.

1.2 Rumusan Masalah

Konstruksi jalan raya yang banyak dibangun di Indonesia terutama di daerah Kabupaten Kampar Riau, seringkali mengalami banyak masalah pada lahan yang berkarakteristik lunak maupun tanah gambut. Jika jalan dibangun di atas tanah lunak, maka jalan tersebut tentu saja tidak akan bertahan lama dan sangat merugikan. Seberapa besar penggunaan teknologi geotekstil untuk mengatasi permasalahan atau kerusakan jalan di atas tanah lunak. (Geosinindo,2002) Bagaimana memperbaiki tanah lunak tersebut agar dapat dibangun jalan di atasnya yang aman, tahan lama atau sesuai umur rencana.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan jenis tanah yang berasal dari Riau berdasarkan sifat fisik dan mekanis.
2. Mengetahui pengaruh perkuatan geotekstil terhadap parameter geser tanah.
3. Mengetahui pengaruh perkuatan geotekstil terhadap nilai CBR soaked dan CBR unsoaked.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu adanya batasan-batasan masalah, sehingga nantinya dalam proses penelitian menjadi lebih terarah serta tidak terjadi penyimpangan dari tujuan penelitian sebagaimana diutarakan di atas. Untuk itu, diharapkan penelitian tugas akhir ini dapat

berjalan secara lebih terarah. Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Tanah yang dipakai dalam penelitian ini adalah tanah gambut yang berasal dari Riau, yakni pada lokasi jalan lintas Riau poros barat km.PLK 84+000, Kabupaten Kampar.
2. Bahan perkuatan yang digunakan adalah geotekstil yang ditenun / woven tipe HRX 300
3. Penelitian hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis tanah gambut yang telah dicampur dengan Geotekstil, tidak menganalisis unsur-unsur kimia yang terkandung dalam tanah gambut dengan penambahan geotekstil.
4. Pengujian yang dilakukan adalah uji proctor standar, uji geser langsung, CBR, dan uji triaksial.
5. Pengujian dilakukan dengan memakai variasi 1 lapis, 2 lapis geotekstil.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman tentang karakteristik dan sifat-sifat tanah gambut, mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan geotekstil terhadap mekanisme fisik dan mekanis pada tanah gambut, serta dapat melengkapi pengetahuan dan wawasan yang ada tentang penggunaan geotekstil sebagai alternatif bahan campuran tanah gambut, sehingga dapat diaplikasikan dalam kasus-kasus geoteknik lain yang ada di lapangan.

1.6 Lokasi Penelitian

Pengujian sampel tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km14,5 Yogyakarta. Sedangkan sampel tanah gambut diambil di km.PLK 84+000 jalan trans Riau Kabupaten Kampar, Riau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fauzi Chabibullah dan Wisnu Chrisna Hidayat, 2004, **Peningkatan Kuat Dukung Pada Perkuatan Tanah Lempung Dengan Menggunakan Geotekstil**, TA Mahasiswa SI JTS FTSP-UII.

2.1.1. Rumusan Masalah

Lempung merupakan tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan. Deskripsi tanah lempung dibagi beberapa jenis yaitu lempung keras, lempung sangat kaku, lempung kaku, lempung lunak, dan lempung sangat lunak.

Geotekstil merupakan bahan, baik yang berasal dari serat-serat asli maupun sintetis yang banyak berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan tanah. Mempunyai kuat tarik dan kuat geser yang tinggi yang dapat dipergunakan untuk perkuatan tanah dalam arti memperbaiki sifat-sifat mekanis tanah tersebut. Geotekstil merupakan bahan sintetis yang digunakan untuk meningkatkan daya dukung dan kuat geser tanah, sehingga diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan pengaruh dari penggunaan geotekstil jenis *woven* terhadap kuat dukung tanah lempung.

2.1.2. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis dan mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung asli dari Bayanan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.
2. Menganalisis dan mengetahui sifat-sifat mekanik tanah lempung yang sudah diperkuat bahan geotekstil jenis *woven*.

2.1.3. Hasil Penelitian

1. Dari analisis granuler didapat persentase pasir 20,15%, lanau 40,71%, dan lempung 39,14%, maka berdasarkan klasifikasi tanah USCS tanah Banayan tergolong kedalam lempung berlanau dengan berat jenis 2,52, batas cair 54,03%, batas plastis 37,34%, batas susut 24,86%, dan indeks plastisitas 16,69%.
2. Pada pengujian CBR, perkuatan dengan penambahan geotekstil sebanyak 2 lapisan mampu memberikan peningkatan nilai CBR, terjadi peningkatan nilai CBR yaitu sebesar 21,92% dari tanah asli.
3. Pada pengujian kuat tekan bebas terjadi peningkatan nilai c (kg/cm^2), ϕ ($^{\circ}$), dan q_u (kg/cm^2). Pada perkuatan dengan penambahan geotekstil sebanyak 1, 2, dan 3 lapisan mampu memberikan peningkatan secara maksimal. Pada perkuatan dengan 3 lapis geotekstil diperoleh peningkatan kohesi sebesar 30,56% terhadap tanah asli, begitu juga pada sudut geser dalam terjadi peningkatan yaitu sebesar 51,3% terhadap tanah asli, dan nilai q_u naik sebesar 70,74% terhadap tanah asli.

2.2 Budi Satiawan dan Fitra Darnella, 2003, **Perbaikan Parameter Mekanis Tanah Urug dengan Cara Stabilisasi dan Perkuatan Tanah**, TA Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.

2.2.1. Rumusan Masalah

Tanah lempung daerah Kalibawang, Dusun Semaken II, Desa Banjarharum merupakan tanah secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan. Sifat-sifat tanah lempung ini yang kurang baik untuk bangunan adalah kekuatannya rendah dan pengembangannya cukup besar sehingga lempung ini potensial untuk menimbulkan kerusakan pada bangunannya di atasnya. Kerusakan pada bangunan umumnya retak-retak akibat penurunan yang tidak merata dan akibat pengembangan yang besar.

Berangkat dari pengertian di atas, sangat besar artinya penelitian stabilisasi tanah lempung menggunakan bahan-bahan aditif (zat kimia). Aditif yang digunakan adalah berupa

limbah kapur karbid. Stabilisasi yang dilakukan dengan kapur karbid akan menaikkan kekuatan, kekakuan dan tahanan lama dari tanah butir halus. Tanah yang diperbaiki dengan kapur pada umumnya, mempunyai kekuatan yang lebih besar dan modulus elastisnya yang lebih tinggi dari pada tanah yang tidak diperbaiki, sedangkan perkuatan tanah dengan menggunakan geotekstil dapat juga digunakan untuk memperbaiki parameter dari tanah yang jelek tersebut, diharapkan mampu memperbesar tegangan normal maupun tegangan geser yang ada.

2.2.2. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis dan mengetahui sifat-sifat tanah lempung asli, yang berasal dari daerah Kalibawang, Dusun Semaken II, Desa Banjarharum.
2. Menganalisis dan mengetahui sifat-sifat tanah lempung yang sudah distabilisasi dengan bahan stabilisasi kapur karbid.
3. Menganalisis dan mengetahui sifat-sifat tanah lempung yang sudah diperkuat dengan geotekstil jenis woven.
4. Menganalisis dan mengetahui sifat-sifat tanah lempung asli yang sudah distabilisasi dengan bahan stabilisasi kapur karbid dan diperkuat dengan geotekstil jenis woven.

2.2.3. Hasil Penelitian

1. Dari hasil penelitian sifat-sifat tanah asli, berdasarkan plastisitasnya, dengan $IP = 9,21\%$ maka, lempung Kalibawang menurut Atterberg tergolong tanah yang berplastisitas sedang. Batas cair tanah mencapai $49,35\%$ dari hasil analisis butir tanah lolos saringan no. 200, maka menurut system AASHTO lempung Kalibawang termasuk klasifikasi tanah lanau lempung kelompok A-5, dan menurut klasifikasi Unified lempung Kalibawang termasuk kelompok lempung organik berplastisitas rendah.
2. Dari pengujian Triaksial Tipe UU dengan penggunaan geotekstil 1, 2 dan 3 lapis akan memberikan peningkatan sebesar $149,10\%$, $212,20\%$, dan $254,03\%$ pada nilai kohesi terhadap tanah asli sedangkan pada parameter sudut gesek dalam terjadi peningkatan sebesar $3,61\%$, $39,63\%$, dan $68,06\%$ terhadap tanah asli.

2.3 Mirnasri Daulay, 2008, **Pengaruh Pencampuran Clean Set Cement (CS-60) Pada Tanah Gambut Terhadap Parameter Kuat Geser**, TA Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.

2.3.1. Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah seberapa besar pengaruh kuat geser tanah gambut setelah dicampur dengan *clean set cement (CS-60)* dengan kadar campuran 5%, 10%, dan 15% dari berat kering tanah, dengan waktu perawatan kering (*curing time*) masing-masing 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.

2.3.2. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pencampuran *clean set cement (CS-60)* pada tanah gambut terhadap parameter kuat geser.
2. Mengetahui jenis tanah yang diuji.

2.3.3. Hasil Penelitian

1. Sampel tanah yang digunakan dalam percobaan ini adalah tanah gambut yang diambil pada lokasi Km.84+000 jalan lintas Kalimantan Poros Selatan di Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Sifat fisik tanah gambut asli yang digunakan adalah kadar air (w) 188,06%, berat jenis (G_s) 0,69, dan berat volume (γ) 0,68 gr/cm³. Dalam pengklasifikasin tanah secara *USCS*, sampel termasuk ke dalam tanah gambut (*peat*) secara visual memiliki tekstur yang berserat dan berwarna cokelat, secara *AASHTO* tanah termasuk ke dalam kelompok A-8 yaitu tanah organik.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan terhadap parameter kuat geser tanah gambut yang dicampur dengan *clean set cement* tipe *CS-60* yang diukur dengan uji geser langsung dan uji Triaksial UU.
 - a. Geser Langsung

- 1) Sudut geser dalam (ϕ) benda uji meningkat secara signifikan, dimana sudut geser dalam tertinggi dengan kadar *clean set cement* 15% dan lama pemeraman 7 hari yakni sebesar $29,65^\circ$.
 - 2) Nilai kohesi (c) benda uji juga meningkat secara signifikan dengan nilai kohesi tertinggi yakni sebesar $0,38 \text{ kg/cm}^2$, terjadi pada pencampuran dengan kadar *clean set cement* 15% dengan lama pemeraman 7 hari.
- b. Triaksial UU
- 1) Terjadi peningkatan nilai sudut geser dalam (ϕ) yang signifikan pada sampel tanah gambut yang distabilisasi dengan *clean set cement* tipe CS-60. Pada benda uji dengan kadar *clean set cement* 10% dengan lama pemeraman 7 hari tercatat nilai sudut geser dalam (ϕ) $26,5^\circ$, sehingga diyakini bahwa pada proporsi 15% dan lama pemeraman 7 hari nilai sudut geser dalam (ϕ) akan jauh di atas $26,5^\circ$. Nilai sudut geser dalam (ϕ) tertinggi yakni sebesar $28,22^\circ$ terjadi pada penambahan aditif sebesar 15% dengan lama pemeraman 3 hari.
 - 2) Nilai kohesi (c) meningkat secara signifikan dimana pada kadar *clean set cement* 15% dan lama pemeraman 7 hari tercatat nilai kohesi (c) sebesar $0,845 \text{ kg/cm}^2$.

BAB III

LANDASAN TEORI

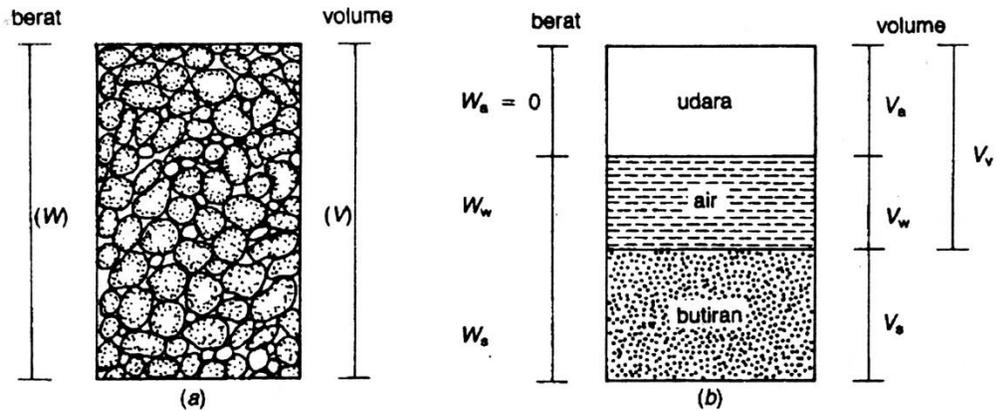
3.1 Pengertian Tanah

Tanah merupakan sekumpulan material yang terdiri dari mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Pada mulanya batuan-batuan induk (alam) tersebut mengalami pelapukan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi yang kemudian membentuk tanah.

Pembentukan tanah yang berasal dari batuan alam dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, perbuatan manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel dapat berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk diantara keduanya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama mengandung yang asam) dan proses-proses kimia yang lain. (*Hardiyatmo, H.C. 2006, hal.1*).

3.2 Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah

Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu: udara, air dan butiran tanah. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis, sedang air sangat mempengaruhi sifat-sifat mekanis tanah. Ruang di antara butiran-butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Sedangkan bila rongga tersebut terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Untuk rongga terisi oleh udara dan air, tanah pada kondisi jenuh sebagian (*partial saturated*). Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol. Ilustrasi bagian-bagian dari tanah itu sendiri digambarkan dalam bentuk diagram fase, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah

(Sumber: Hardiyatmo, H.C. 2006)

Dari Gambar 3.1 dapat didefinisikan beberapa persamaan sebagai berikut:

Berat total tanah (W) adalah berat butiran padat (Ws) ditambah dengan berat air (Ww), dengan persamaan:

$$W = W_s + W_w \dots\dots\dots (3.1)$$

Volume total tanah (V) adalah penjumlahan dari volume butiran padat (Vs), volume udara (Va) dan volume air (Vw).

$$V = V_s + V_v \dots\dots\dots (3.2)$$

Dan

$$V_v = V_w + V_a \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

$$V = \text{isi/volume (cm}^3\text{)}$$

V_w = isi air/volume of water (cm^3)

V_v = isi pori/rongga/volume of void (cm^3)

V_s = Isi butir-butir tanah/volume of solid (cm^3)

W = berat/weight (gr)

W_a = berat udara/weight of air = 0

W_w = berat air/weight of water (gr)

W_s = berat butir-butir padat/weight of solid (gr)

Hubungan-hubungan yang sering digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kadar air (*Moisture content/water content*)

Kadar air (w) adalah perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat partikel padat (W_s) dalam tanah, dinyatakan dalam persen:

$$w (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots (3.4)$$

2. Berat volume lembab atau basah (*Submerged/wet density*)

Berat volume basah (γ_b) adalah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara (W) dengan volume tanah

$$\gamma_b = \frac{W_w + W_s}{V} \dots\dots\dots (3.5)$$

3. Berat volume kering (*Dry density*)

Berat volume kering (γ_d) adalah perbandingan antara berat butiran (W_s) dengan volume total (V) tanah.

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots (3.6)$$

4. Berat spesifik atau berat jenis (*Specific Gravity*) tanah (G_s)

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s), dengan berat volume air (γ_w) pada temperature 4° C.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots (3.7)$$

Nilai-nilai berat jenis untuk berbagai macam tanah dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini:

Tabel 3.1 Nilai Berat Jenis tanah (*specific gravity*)

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau anorganik	2,62-2,68
Lempung organik	2,58-2,65
Lempung anorganik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,80

(Sumber:Hardiyatmo, H.C. 2006)

3. 3 Klasifikasi Tanah

Umumnya, dalam banyak masalah teknis seperti perencanaan perkerasan jalan, bendungan, urugan, dan lainnya sering dijumpai berbagai macam/jenis tanah dengan masing-masing karakteristiknya yang berbeda-beda. Untuk itu perlu dilakukan pengelompokan tanah-tanah tersebut ke dalam kelompok ataupun subkelompok yang menunjukkan sifat dan karakteristik dari suatu tanah. Oleh karena itu diperlukan pengklasifikasian tanah untuk memudahkan perencana dalam pengelompokan tanah sesuai sifat-sifat teknisnya.

Kebanyakan klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sederhana untuk memperoleh karakteristik tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasi tanah tersebut. Umumnya klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisa saringan dan uji sedimentasi serta plastisitas. (Hardiyatmo, H.C 2006).

Sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu USCS (*Unified Soil Classification System*). Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair, dan indeks plastisitas. Klasifikasi tanah dari Sistem Unified pertama kali diusulkan oleh Casagrande (1942), kemudian direvisi oleh kelompok teknisi dari USBR (*United State Bureau of Reclamation*). Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan oleh berbagai organisasi konsultan geoteknik.

3.3.1 Sistem Klasifikasi Unifed

Berdasarkan Klasifikasi Unified Sistem dilakukan dengan mengelompokkan tanah, ke dalam tiga kelompok besar yakni tanah berbutir kasar, berbutir halus dan tanah organik. Tanah berbutir kasar terdiri dari material kerikil dan pasir jika berat butirannya kurang dari 50% yang lolos saringan no.200. Tanah berbutir halus (lanau/lempung) adalah tanah butirannya lebih dari 50% lolos saringan no.200. Adapun tanah organik adalah tanah dengan kadar organik tinggi. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok, dan untuk jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.2 sistem klasifikasi berdasarkan *Unified System*.

Simbol-simbol yang digunakan dalam klasifikasi ini adalah sebagai berikut:

G = kerikil (*gravel*)

S = pasir (*sand*)

C = lempung (*clay*)

M = lanau (*silt*)

O = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)

W = gradasi baik (*well-graded*)

P = gradasi buruk (*poorly-graded*)

H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*)

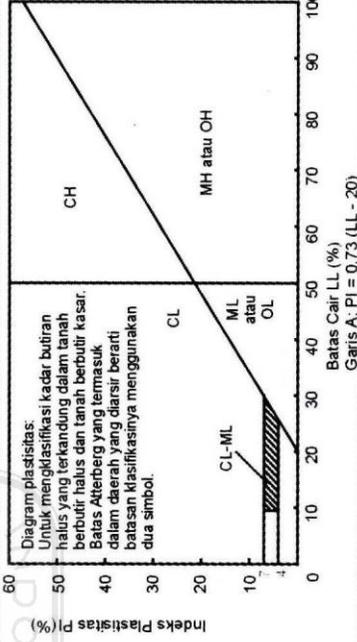
L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

Untuk jelasnya uraian di atas, di bawah ini disajikan secara lengkap uraian dalam bentuk tabelaris yakni Tabel 3.2.



Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Berdasarkan Unified Soil Classification System

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus	Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% (0,075 mm) terahan saringan no. 200 (0,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Kurang dari 5% lolos saringan no. 200; GW, GM, SP Lebih dari 12% lolos saringan no. 200; GM, SC, 5% - 12% lolos saringan no. 200; GC, SM.	Nama Jenis $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas Atterberg berada di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus		
Kerikil banyak kandungan butiran halus	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		
Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus	Batas-batas Atterberg berada di daerah arsisir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.		
Kerikil banyak kandungan butiran halus	Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus	Batas-batas Atterberg berada di daerah arsisir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
Tanah berbutir halus 50% (0,075 mm) terahan saringan no. 200 (0,75 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus	Batas-batas Atterberg berada di daerah arsisir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('lean clays')		
Tanah berbutir halus 50% (0,075 mm) terahan saringan no. 200 (0,75 mm)	Lanau dan lempung batas cair > 50%	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus	Batas-batas Atterberg berada di daerah arsisir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
		MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.		
Tanah dengan kadar organik tinggi	Lanau dan lempung batas cair > 50%	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus	Batas-batas Atterberg berada di daerah arsisir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi		
Tanah dengan kadar organik tinggi		P _t	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488



3.4 Tanah Gambut

Gambut merupakan bahan organik setengah lapuk berserat atau suatu tanah yang mengandung bahan organik berserat dalam jumlah besar. Gambut mempunyai angka pori yang sangat tinggi dan sangat kompresibel. Terkait dengan hal tersebut, Su dan Prysock (1972) menyampaikan bahwa penurunan sebuah *embankment* setinggi 2,68 m yang terletak di atas tanah gambut setebal 8,24 m dan lempung gambut setebal 12,4 m adalah 2,13 m dalam jangka waktu 13 tahun. Penurunan suatu *embankment* diperkirakan sebesar 2,59 m selama 25 tahun, merupakan bukti bahwa gambut mempunyai angka pori yang sangat tinggi dan kompresibel.

Tanah gambut (peat) merupakan deposit tanah dari bahan tumbuhan yang busuk dan didekomposisi secara kimia, dimana endapan sisa tumbuhan yang telah berubah menjadi sejenis tanah yang dapat dibakar. Gambut biasanya mengonggok dalam lingkungan jenis air, seperti rawa yang berkadar paling rendah 75%. Gambut dapat dimasukkan ke dalam kelompok batu bara muda, pada tingkatan yang paling rendah.

Luas lahan gambut di dunia diperkirakan sekitar 400 juta ha. Untuk itu, Indonesia merupakan negara ke empat dengan lahan rawa gambut terluas di dunia, yaitu sekitar 17,2 juta ha, Kanada seluas 170 juta ha, Uni Soviet seluas 150 juta ha, dan Amerika Serikat seluas 40 juta ha (Euroconsult, 1984). Indonesia merupakan negara dengan kawasan gambut tropika terluas di dunia, yaitu antara 13,5-26,5 juta ha. Luas gambut di Indonesia diperkirakan 20 juta ha, dan sekitar 50% gambut tropika dunia (yang luas totalnya sekitar 40 juta ha) berada di Indonesia. Luasnya lahan gambut dan fungsinya yang kompleks, menunjukkan betapa gambut memiliki arti yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Adapun perkiraan luas serta penyebaran lahan gambut di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 3.4 di bawah ini.

Tabel 3.3 Perkiraan Luas dan Penyebaran Lahan Gambut di Indonesia menurut beberapa sumber

Penulis/Sumber	Penyebaran Gambut (dalam juta hektar)				Total
	Sumatera	Kalimantan	Papua	Lainnya	
Driessen (1978)	9,7	6,3	0,1	-	16,1
Puslittanak (1981)	8,9	6,5	10,9	0,2	26,5
Euroconsult (1984)	6,84	4,93	5,46	-	17,2
Soekardi & Hidayat (1988)	4,5	9,3	4,6	<0,1	18,4
Deptrans (1988)	8,2	6,8	4,6	0,4	20,1
Subagyo <i>et al.</i> (1990)	6,4	5,4	3,1	-	14,9
Deptrans (1990)	6,9	6,4	4,2	0,3	17,8
Nugroho <i>et al.</i> (1992)	4,8	6,1	2,5	0,1	13,5*
Radjagukguk (1993)	8,25	6,79	4,62	0,4	20,1
Dwiyono & Racman (1996)	7,16	4,34	8,40	0,1	20,0

*tidak termasuk gambut yang berasosiasi dengan lahan salin dan lahan lebak (2,64 juta hektar)

Luas lahan gambut (termasuk gambut sangat dangkal atau tanah mineral bergambut) pada masing-masing provinsi di Sumatera, terlihat pada tahun 2002, diurutkan dari yang terluas adalah sebagai berikut:

- i) Riau 4,044 juta ha (56,1% dari luas total lahan gambut)
- ii) Sumatera Selatan 1,484 juta ha (20,5%)
- iii) Jambi 0,717 juta ha (9,9%)
- iv) Sumatera utara 0,325 juta ha (4,5%)
- v) Nang. Aceh D 0,274 juta ha (3,8%)
- vi) Sumatera Barat 0,210 juta ha (2,9%)

vii)	Lampung	0,088 juta ha (1,2%)
viii)	Bengkulu	0,063 juta ha (0,9%)

Berdasarkan ketebalan lapisan gambut, terlihat bahwa pada tahun 2002, komposisi ketebalan lahan gambut di Sumatera adalah sebagai berikut:

i)	Gambut-dangkal (50-100 cm)	1,058 juta ha (17,3%)
ii)	Gambut-sedang (100-200 cm)	2,107 juta ha (34,5%)
iii)	Gambut-dalam (200-400 cm)	1,243 juta ha (20,3%)
iv)	Gambut-sangat dalam (400-800 cm)	1,704 juta ha (27,9%)

Di Indonesia daerah gambut yang tersebar di sepanjang pantai Sumatera Timur dan Kalimantan, dan tanah tersebut umumnya bersifat asam. Tanah yang umumnya terdapat di daerah pasang surut yang berasal dari bahan organik yang mengendap dan kemungkinan menjadi busuk.

3.4.1 Ciri-ciri Tanah Gambut

Dari berbagai pendapat yang telah dihimpun diketahui bahwa ciri tanah gambut adalah berwarna coklat sampai dengan coklat kehitam-hitaman. Hal ini disebabkan karena gambut mengandung bahan organik. Semakin banyak kandungan organik dalam tanah tersebut maka warnanya semakin gelap atau tua. Selain itu dari pengamatan secara visual bahwa tanah gambut ini berserat, hal ini disebabkan karena tanah gambut berasal dari sisa-sisa tumbuhan atau vegetasi yang mengalami pelapukan. Selain itu kandungan bahan organik pada tanah gambut 50% atau lebih dan mempunyai berat jenis atau *Specific Gravity* kecil sehingga tanah tersebut sangat ringan. Di samping itu tanah gambut bersifat asam mengingat kandungan unsur karbon (C) cukup tinggi dibanding unsur organik lainnya dimana unsur C adalah termasuk unsur non logam dan merupakan unsur pembentuk asam. Sifat asam ini dapat dideteksi dengan mengukur pH tanah. Apabila pH tanah kurang dari 7 maka tanah tersebut termasuk kategori asam sedangkan jika pHnya 7 maka tanah netral selanjutnya jika pH nya lebih dari 7 maka tanah tersebut bersifat basa.

3.4.2 Sifat Umum Tanah Gambut

Beberapa sifat umum tanah gambut adalah:

1. Sebagai bahan *koloid* kuat yang mampu mengikat air.
2. Mengandung unsur C sekitar 58%, H 5,5%, O 34,5% dan N sebesar 2%.

Menurut Sri Najiyati dkk, 2005, sifat tanah gambut dapat dikelompokkan menjadi dua sifat yaitu sifat fisik dan kimia, yang mana tidak saja ditentukan oleh tingkat dekomposisi bahan organik tetapi juga oleh tipe vegetasi asal bahan organik.

a. Sifat Fisik Tanah Gambut

Sifat fisik tanah gambut yang penting untuk diketahui antara lain:

(1) Tingkat Kematangan Gambut

Gambut yang telah matang akan cenderung lebih halus dan lebih subur, dan sebaliknya. Berdasarkan tingkat kematangan/dekomposisi bahan organik, tanah gambut dibedakan menjadi tiga yakni:

- (i) Fibrik, yaitu gambut dengan tingkat pelapukan awal dan lebih dari $\frac{3}{4}$ bagian volumenya berupa serat segar.
- (ii) Hemik, yaitu gambut yang mempunyai tingkat pelapukan sedang (setengah matang), sebagian bahan telah mengalami pelapukan dan sebagian lagi berupa serat.
- (iii) Saprik, yaitu gambut yang tingkat pelapukannya sudah lanjut (matang).

Untuk mempercepat kematangan tanah gambut, biasanya digunakan tanaman ubikayu, pemberian pupuk kandang atau kompos, pemberian pupuk organik cair, dan drainase.

(2) Berat Jenis

Gambut memiliki berta jenis yang jauh lebih rendah dari tanah aluvial. Makin matang gambut, semakin besar berat jenisnya. Akibat berat jenisnya yang ringan, gambut kering mudah tererosi/terapung terbawa aliran air.

(3) Kapasitas Menahan Air

Gambut memiliki porositas yang tinggi sehingga mempunyai daya menyerap air yang sangat besar. Oleh sebab itu, gambut memiliki kemampuan sebagai penambat air (reservoir)

yang dapat menahan banjir saat musim hujan dan melepaskan air saat musim kemarau sehingga intrusi air laut saat kemarau dapat dicegahnya.

(4) Daya Dukung (*Bearing Capacity*)

Gambut memiliki daya dukung yang rendah karena mempunyai ruang pori yang besar sehingga kerapatan tanahnya rendah dan bobotnya ringan. Rendahnya daya dukung akan menjadi masalah dalam pembuatan saluran irigasi, jalan, pemukiman dan pencetakan sawah (kecuali gambut dengan kedalaman kurang dari 75 cm).

(5) Penurunan Tanah

Setelah dilakukan drainase, gambut berangsur akan kempes dan mengalami subsidence/ambias yaitu penurunan tanah. Kondisi ini disebabkan oleh proses pematangan gambut dan berkurangnya kandungan air. Masalah penurunan gambut pada tanaman tahunan, biasanya ditanggulangi dengan cara sebagai berikut:

- (i) Penanaman tanaman tahunan didahului dengan penanaman tanaman semusim minimal tiga kali musim tanam.
- (ii) Dilakukan pemadatan sebelum penanaman tanaman tahunan.
- (iii) Membuat lubang tanam bertingkat.

(6) Daya Hantar Hidrolik

Gambut memiliki daya hantar hidrolik (penyaluran air) secara horizontal yang cepat sehingga memacu percepatan pencucian unsur-unsur hara ke saluran drainase, dan sebaliknya. Akibatnya, lapisan atas gambut sering mengalami kekeringan, meskipun lapisan bawahnya basah.

(7) Warna

Meskipun bahan asal tanah gambut berwarna kelabu, coklat atau kemerahan tetapi setelah dekomposisi muncul senyawa-senyawa yang berwarna gelap sehingga gambut umumnya berwarna coklat sampai kehitaman. Warna gambut menjadi salah satu indikator kematangan gambut. Semakin matang, gambut semakin berwarna gelap.

(8) Mudah terbakar

Lahan gambut cenderung mudah terbakar karena kandungan bahan organik yang tinggi dan memiliki sifat kering tak balik, porositas tinggi, dan daya hantar hidrolis vertikal yang rendah. Kebakaran hutan dan lahan gambut mempunyai dampak negatif ekologi berupa musnahnya sebagian besar sumber keanekaragaman hayati, terbunuhnya ratusan satwa liar, polusi udara yang menyebabkan gangguan kesehatan, aktivitas ekonomi, dan transportasi.

b. Sifat Kimia Tanah Gambut

Sifat kimia tanah gambut yang penting untuk diketahui antara lain:

(1) Kesuburan Tanah Gambut

Friessher dalam Driessen dan Soeprahardjo (1974) membagi gambut dalam tiga tingkatan kesuburan yaitu eutropik (subur), mesotropik (sedang), dan oligotropik (tidak subur). Kadar abu merupakan petunjuk yang tepat untuk mengetahui keadaan tingkat kesuburan alami tanah gambut.

Tabel 3.4 Kandungan Hara Pada Tiga Tipologi Tanah Gambut

Tipe Gambut	Kandungan (persen berat kering gambut)			
	Abu	P2O5	CaO	K2O
Eutrofik	> 10	> 0,25	> 4,0	> 0,10
Mesotrofik	5-10	0,20-0,25	1-4,0	0,10
Oligotrofik	2-5	0,05-0,20	0,25-1	0,03-1

(Sumber: Sri Najiyati dkk, 2005)

Tanah gambut umumnya memiliki kesuburan yang rendah, ditandai dengan pH rendah (masam), ketersediaan sejumlah unsur hara makro (K, Ca, Mg, P) dan mikro (Cu, Zn, Mn, dan Bo) yang rendah, mengandung asam-asam organik yang beracun, serta memiliki Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang tinggi tetapi Kejenuhan Basa (KB) rendah karena jumlah kation basanya rendah, KB yang rendah menyebabkan pH rendah. KTK adalah

kemampuan tanah untuk mengikat (menyerap) dan mempertukaran kation yang dinyatakan dalam miliekuifalen.

(2) Faktor Yang Mempengaruhi Kesuburan

Tingkat kesuburan tanah gambut dipengaruhi oleh berbagai hal yaitu ketebalan tanah gambut, bahan asal, kualitas air, kematangan gambut, dan kondisi tanah di bawah gambut.

Tabel 3.5 Faktor Pembatas Kesuburan di Lahan Gambut

Kategori	Sifat/Perilaku
Sifat Fisik	Kematangan gambut bervariasi
	Berat jenis rendah
	Kapasitas menahan air tinggi, tetapi bila sudah kering sulit menyerap air kembali
	Daya hantar air vertikal rendah
	Daya dukung rendah
	Mengalami penurunan permukaan tanah
Sifat Kimia	Kesuburan rendah
	a. pH rendah
	b. KTK tinggi
	c. Kejenuhan basa rendah
	d. Ketersediaan unsur hara makro (N, Ca, Mg, K) rendah
	e. Ketersediaan unsur hara mikro (Cu, Mo, Zn, Mn, Fe) rendah

(Sumber: Sri Najiyati dkk, 2005)

3.4.3 Proses Pembentukan Tanah Gambut

Pembentukan tanah gambut terjadi pada keadaan topografi dan iklim sedemikian rupa, sehingga akumulasi bahan organik lebih cepat daripada destruksi bahan organik tersebut. Pembentukan tanah gambut merupakan proses pengkarbonan karena seolah-olah

mempertinggi kadar karbon dalam tanah. Dengan demikian profilnya dicirikan oleh susunan lapisan bahan organik. Pada prinsipnya pembentukan gambut merupakan proses pengkarbonan (*cooling*) karena relatif bersifat mempertinggi kadar karbon dalam tanah dibandingkan dengan kadar N, H, dan O.

Pembentukan gambut di beberapa daerah pantai Indonesia diperkirakan dimulai sejak zaman glasial akhir, sekitar 3.000-5.000 tahun yang lalu. Proses pembentukan gambut pedalaman bahkan lebih lama lagi, yaitu sekitar 10.000 tahun yang lalu (Brady 1997 dalam Daniel Murdiyarto dkk, 2004). Karena lambatnya proses dekomposisi, di ekosistem rawa gambut masih dapat dijumpai batang, cabang, dan akar tumbuhan yang besar.

Secara umum, pembentukan dan pematangan gambut berjalan melalui tiga proses yaitu pematangan fisik, pematangan kimia dan pematangan biologi. Kecepatan tersebut dipengaruhi oleh iklim (suhu dan curah hujan), susunan bahan organik, aktivitas organisme, dan waktu. Pematangan gambut dapat digambarkan sebagai berikut:

- (1) Pematangan fisik terjadi dengan adanya pelepasan air (dehidrasi) karena drainase, evaporasi (penguapan), dan hisap oleh akar. Proses ini ditandai dengan penurunan dan perubahan warna tanah;
- (2) Pematangan kimia terjadi melalui peruraian bahan-bahan organik menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Pada proses ini akan melepaskan senyawa-senyawa asam-asam organik yang beracun bagi tanaman dan membuat suasana tanah menjadi asam. Gambut yang telah mengalami pematangan kimia secara sempurna akhirnya akan membentuk bahan organik baru yang disebut sebagai humus;
- (3) Pematangan biologi merupakan proses yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme tanah. Proses ini biasanya akan lebih cepat terjadi setelah pembuatan drainase karena tersedianya oksigen yang cukup menguntungkan bagi pertumbuhan mikroorganisme.

3.5 Geotekstil

Geotekstil adalah suatu material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil Polymeric, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (*non woven*), rajutan atau anyaman (*woven*) yang digunakan dalam kontak dengan tanah/batu/atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil, yang berfungsi untuk memperbaiki atau menstabilkan tanah lunak. (Hardiyatmo, H.C. 2008, hal.18). Apabila dicampur dengan tanah, maka geotekstil

mampu mengikat molekul air dan dapat menaikkan kekuatan tanah. Geotekstil tidak mengandung bahan yang berbahaya untuk kesehatan dan lingkungan. Geotekstil merupakan bahan geosintetik yang paling banyak digunakan manusia. Terdiri dari serat-serat sintetis yang lentur dan tidak ada masalah penyusutan, seperti pada material dari serat alam : wol, katun, ataupun sutera.

Berdasarkan pembuatannya, geotekstil dapat digolongkan menjadi beberapa jenis:

1. Geotekstil yang ditenun (*woven*)

Geotekstil yang pembuatannya merupakan dari gabungan dari dua set benang-benang paralel yang dijalin secara sistematis untuk dapat membentuk suatu struktur bidang. Jenis barang yang dapat digunakan seperti *monoflamen*, *multiflamen*, dll. Geotekstil tipe woven mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi sehingga pada aplikasinya di lapangan lebih banyak digunakan sebagai perkuatan dan sebagai lapisan pemisah, sedangkan sebagai separator, geotekstil berfungsi memisahkan antara tanah lunak dan tanah keras. Fungsi utama dari geotekstil yang ditenun (*woven*) adalah sebagai perkuatan tanah.

2. Geotekstil yang tidak ditenun (*non woven*)

Geotekstil yang pembuatannya tidak dengan ditenun, tetapi jaringan atau serat-serat pembentukannya diletakan satu sama lain dengan cara diikat atau dengan bahan perekat. Cara produksinya antara lain :

a) *Needle Punch Process* (proses penjaruman)

Geotekstil yang dihasilkan dari proses penjaruman, dibuat dari serat web yang diletakan dalam mesin yang dilengkapi jarum-jarum yang dirancang khusus. Saat serat web terletak diantara plat yang ditanam dan plat mesin pengupas, maka jarum akan menembus kembali arah serat sehingga terjadi ikatan mekanik pada serat-serat tersebut.

b) *Melt (heat) Bonded* (proses ikatan leleh)

Geotekstil ini terdiri dari filamen-filamen menurus atau serat yang panjang dan terkait. Pengikatan dicapai dengan operasi kalendering temperatur tinggi dilakukan dengan melewati bahan tersebut diantara dua roller panas. Geotekstil tipe ini kuat tariknya lebih kecil dibanding dengan yang woven, tetapi geotekstil non

woven mempunyai sifat permeabilitas yang baik. Sesuai dengan karakteristik fisiknya, maka geotekstil non woven lebih banyak digunakan sebagai penyaring (*filtration*) dan sebagai pengalir (*drainage*). Sebagai alat untuk memperlancar proses mengalirnya air. Maka fungsi geotekstil jenis non woven akan berfungsi sebagai pengalir sekaligus penyaring, yaitu menyaring butiran tanah agar tidak ikut terbawa aliran air.

Fungsi utama dari geotekstil yang tidak ditenun (*non woven*) adalah sebagai separasi.

3.5.1 Karakteristik Geotekstil

Sebagai acuan dalam perencanaan perlu diketahui bagaimana cara memilih bahan geotekstil. Berbagai karakteristik tersebut antara lain (Koerner, 1988) :

1. Karakteristik Fisik

- a. Tebal (*thickness*), yaitu jarak antara permukaan sampai bagian bawah geosintetik yang diukur dengan tekanan tertentu. Geotekstil umumnya mempunyai ketebalan berkisar antara 10 mil sampai 300 mil (1 mil = 0,001")
- b. Bahan baku (*raw material*) yaitu polimer utama yang digunakan dalam pembuatan geotekstil. Bahan baku yang biasa digunakan dalam geotekstil ini adalah *polypropylene*.
- c. Warna (*colour*), berwarna hitam, abu-abu, merah, hijau, biru, dsb.

2. Karakteristik Mekanik

- a. Kuat tarik (*tensile strength*), merupakan suatu sifat yang sangat penting pada geotekstil. Tegangan (*stress*) biasanya diukur dalam satuan gaya per unit lebar (lb/m, t/m, kg/m, dsb), sedangkan regangan (*strain*) adalah nilai deformasi dibagi dengan lebar awal. Karena aplikasi penggunaan geotekstil beraneka ragam di lapangan, bahan geotekstil disyaratkan dilengkapi dengan berbagai macam kekuatan tarik dari beberapa macam tes kekuatan tarik, diantaranya *Wide width tensile strength*, untuk memberikan kemampuan tarik bahan dengan deformasi lateral sekecil-kecilnya. Tes ini biasanya dilakukan pada lebar lembaran 200 mm sampai 1000 mm.
- b. Kuat pecah (*burst strength*), yaitu kekuatan bahan dalam menerima beban terpusat dalam arah tegak lurus lembaran geotekstil. Beban terpusat ini dapat berupa beban pecah (*bursting load*) atau beban coblos (*puncturing load*). Beban pecah terjadi bila geosintetik harus menerima beban terpusat pada luasan yang relatif sempit, arahnya

tegak lurus lembaran geotekstil. Beban coblos beban tegak lurus pada lembaran geotekstil pada muatan yang bersudut runcing yang cenderung mecoblos lembaran.

- c. Kuat robek (*tear strength*), adalah ketahanan bahan terhadap menjalarnya robekan dalam kondisi menahan tarik. Kuat robek juga diperlukan saat bahan geotekstil menerima beban coblos. Kekuatan robek dapat dicari dengan beberapa cara, antara lain *Trape zoidal test*, dilakukan dengan menarik bahan geosintetik yang sudah robek pada pola tertentu. Kekuatan robek merupakan gaya dimana robekan mulai menjalar ke seluruh lembaran.

3. Karakteristik Hidrolis

- a. Apparent Opening Size (AOS), yaitu sebuah ukuran yang menunjukkan diameter tertentu pada lubang-lubang geotekstil yang berfungsi sebagai filter dan struktur drainasi, umumnya berbentuk seperti penyaring dimana permukaan geotekstil tersebut mempunyai lubang-lubang dengan diameter yang kecil. AOS dinyatakan dalam simbol O_n , maka untuk AOS pada O_{95} artinya diameter tersebut merupakan diameter lubang yang relatif terbesar sehingga 95% dari lubang-lubang filter yang lain mempunyai diameter yang relatif lebih kecil dari O_{95} tersebut (Koerner, 1991).
- b. *Permeability*, yaitu koefisien rembesan air tanah arah normal bidang geosintetik (tegak lurus bidang geosintetik).
- c. *Permittivity*, yaitu harga koefisien *permeability* arah normal bidang untuk tiap satuan tebal geosintetik. Semakin tebal bahan geosintetik maka *permeability* semakin kecil.

3.5.2 Tujuan Perkuatan Tanah Dengan Geotekstil

Teknik perkuatan tanah dengan geotekstil merupakan paduan antara seni dan sains dalam penerapan pertimbangan-pertimbangan teknis dan prinsip-prinsip mekanika tanah, yaitu penerapan dalam hal memilih tipe, merancang dan membangun suatu bangunan bagian bawah pondasi dari suatu struktur, dinding penahan tanah, badan jalan, dan lain sebagainya. Secara umum, penggunaan bahan geotekstil untuk perkuatan tanah mempunyai tujuan utama membuat struktur yang *deformable* dengan memperbaiki karakteristik mekanik tanah dan membentuk struktur yang semi *flexible*, sehingga parameter kuat geser dan daya dukung tanah meningkat.

3.5.3 Stabilisasi Tanah Gambut dengan Geotekstil

Stabilisasi atau perbaikan tanah dengan menggunakan bahan Geotekstil akan menambah nilai kohesi dari tanah tersebut dan menaikkan sudut geser tanah. Sifat-sifat dari Geotekstil adalah:

- (1) Geotekstil dapat dipergunakan terhadap hampir seluruh jenis tanah
- (2) Pada Geotekstil, mereduksi yang terjadi di dalam tanah, dan menjaga tanah dasar terhadap retak akibat tarik,
- (3) Menyebarkan beban ke area yang lebih luas, sehingga mereduksi tegangan,
- (4) Geotekstil tidak mengandung senyawa yang berbahaya, sehingga Geotekstil tidak menyebabkan polusi sekunder (pencemaran ulang),
- (5) Karena pengawasan mutu yang ketat di pabrik, maka kualitas Geotekstil cukup stabil/konsisten.

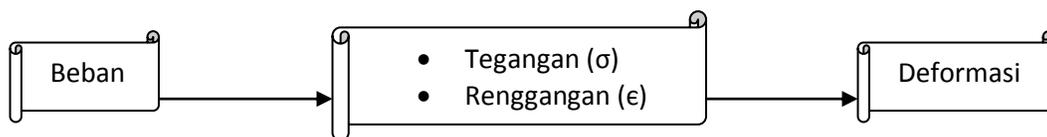
3.6 Perkuatan Tanah

Perkuatan tanah adalah salah satu teknik pemecahan untuk meningkatkan daya dukung tanah, terutama untuk tanah dengan konsistensi lunak. Teknik perkuatan tanah yang berkembang hingga saat ini menggunakan material yang mempunyai sifat fleksibilitas relatif tinggi.

3.6.1 Dasar-dasar Perkuatan Tanah

a. Konsep Tegangan – Regangan

Salah satu fungsi yang terpenting dalam studi Mekanika tanah adalah perkiraan mengenai besarnya ‘**Tegangan**’ akibat suatu beban atau pembebanan yang akan menghasilkan deformasi yang berlebihan disebut ‘**Tegangan Runtuh**’.



Gambar 3.2 Konsep Tegangan – Regangan

b. Masa Tanah

Tanah merupakan material berbutir halus. Keruntuhan yang terjadi terutama disebabkan oleh terguling dan tergelincirnya butir-butiran dan bukan karena oleh tarikan atau tekanan antar butir-butir tanah.

Oleh karena itu sifat keruntuhan :

1. Tegangan yang perlu ditinjau adalah Tegangan Geser, sedangkan tanah atau kekuatannya yang ditinjau adalah Kuat Geser.
2. "keruntuhan" adalah suatu perubahan keadaan dalam struktur tanah yang disertai dengan "deformasi" pada zona tegangan sampai deformasi itu berhenti. Deformasi total yang dihasilkan adalah :
 - a) deformasi akibat tegangan-tegangan sampai saat tanah tersebut menjadi runtuh.
 - b) deformasi yang terjadi sesudah keruntuhan. Keruntuhan tanah sesudah runtuh disebut "Keruntuhan sisa" (*Residual strength*).

Dengan mengetahui tipe keruntuhan yang terjadi, maka perkuatan tanah dapat diterapkan pada bidang longsor dengan cara :

- 1) Meletakkan material perkuatan tanah misal : plat baja, baja, anyaman bamboo, kayu, Geosintetik (geotekstil), dsbnya.
- 2) Penjangkaran (*Soil Nailing*) pada lereng tanah.

3.7 Uji Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume, serta mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan. Proktor (1993) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering supaya tanah padat. Pada berbagai macam jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya.

Tujuan pemadatan tanah adalah memadatkan tanah pada kadar air optimum dan memperbaiki karakteristik mekanisme tanah, yang akan memberikan keuntungan yaitu:

- a. memperkecil pengaruh air terhadap tanah

- b. bertambahnya kekuatan tanah
- c. memperkecil pemampatannya dan daya rembes airnya
- d. mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air

Pemadatan dapat dilaksanakan di lapangan maupun laboratorium. Di lapangan biasanya tanah digilas dengan mesin penggilas. Sedangkan di laboratorium menggunakan pengujian standar yang disebut dengan *Proctor Standard*. Dalam pengujian pemadatan, percobaan diulang paling sedikit lima kali dengan kadar air tiap percobaan divariasikan. Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya, hubungan berat volume tanah kering (γ_d), berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w) dinyatakan dengan persamaan:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots (3.9)$$

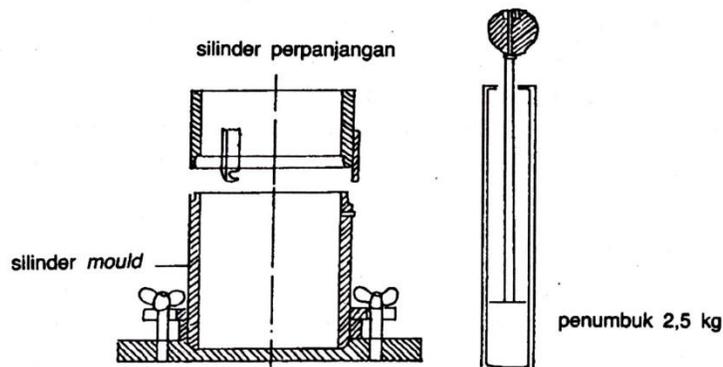
Keterangan : γ_d = berat volume tanah kering (kg/cm^3)

γ_b = berat volume air (kg/cm^3)

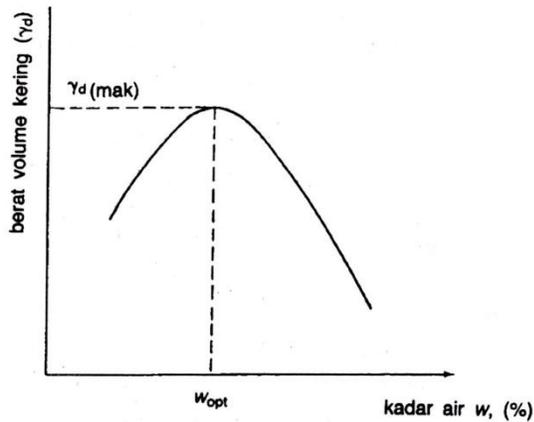
w = kadar air (%)

Kadar air yang memberikan berat unit kering yang maksimal disebut kadar air optimum (*Dunn dkk, 1980*).

Berikut ini adalah gambar alat uji proctor standar dan kurva hasil dari pengujiannya.



Gambar 3.3 Alat Uji Standar Proctor

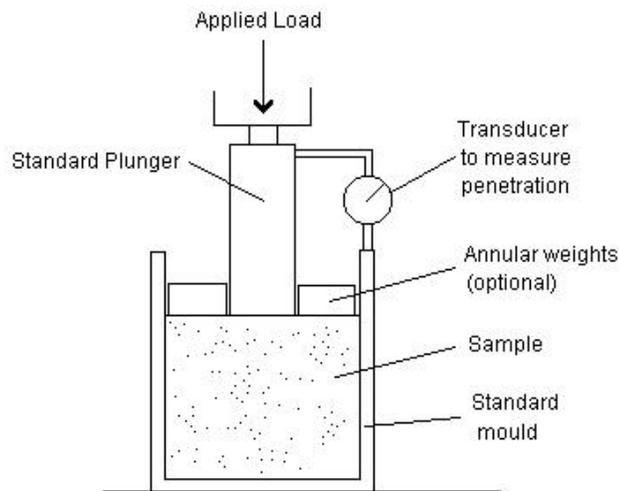


Gambar 3.4 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Tanah Kering

(Sumber: Hardiyatmo, H.C. 2006 hal.78)

3.8 Nilai CBR Tanah

Pada pembuatan jalan baru, tanah dasar (*subgrade*) harus didapatkan sebaik-baiknya, untuk menjadikan lebih kuat dan menjamin supaya kekuatannya cukup seragam. Pemadatan tanah dasar ini harus dilakukan secara teratur, yaitu kadar airnya harus diperlihatkan antara batas-batas tertentu (dekat pada optimum) dan kepadatan harus sedemikian sehingga berat isi keringnya tidak kurang dari suatu angka tertentu. Berikut ini adalah gambar alat uji CBR, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Alat Uji CBR

Kekuatan tanah dasar banyak tergantung pada kadar airnya. Makin tinggi kadar airnya semakin kecil kekutan nilai CBR dari tanah tersebut. Untuk memperhitungkan pengaruh air terhadap kekuatan tanah, maka contoh untuk percobaan CBR sering direndam di dalam air selama 4 hari sebelum dilakukan percobaan CBR. Selama perendaman ini contoh diberi beban berbentuk plat yang bulat pada permukaannya. Berat plat ini disesuaikan dengan tekanan yang akan bekerja pada tanah dasar di lapangan akibat berat perkerasan di atasnya.

Untuk perencanaan jalan baru, tebal perkerasan biasanya ditentukan dari nilai CBR dari tanah dasar yang didapatkan. Nilai CBR yang digunakan untuk perncanaan ini disebut “design CBR”. Cara yang dipakai untuk mendapatkan “design CBR” ini ditentukan dengan perhitungan dua faktor yaitu (Wesley, 1977):

1. Kadar air tanah serta berat isi kering pada waktu didapatkan.
2. Perubahan pada kadar air yang mungkin akan terjadi setelah perkerasan selesai dibuat.

Lebih jelas lagi dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$CBR = \frac{P_T}{P_S} \times 100\% \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

P_T = beban percobaan (*test load*)

P_S = beban standar (*standard load*)

Pemeriksaan untuk penetrasi 0,100 dan 0,200 inc

Pembacaan dial :

- Penetrasi 0,1” dan 0,2” :

$$= \frac{\text{Beban.}(lbs)}{3}$$

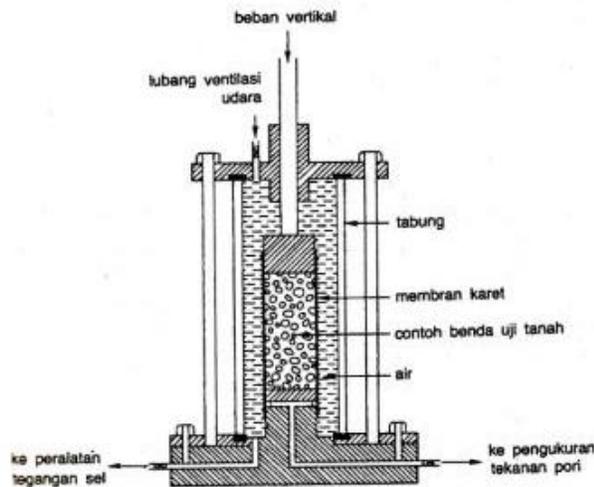
Nilai CBR :

- Penetrasi 0,1” $= \frac{\text{Tekanan.dikoreksi}}{1500} \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$

- Penetrasi 0,2” $= \frac{\text{Tekanan.dikoreksi}}{1500} \times 100\% \dots\dots\dots(3.12)$

3.9 Uji Triaksial (*Triaxial Test*)

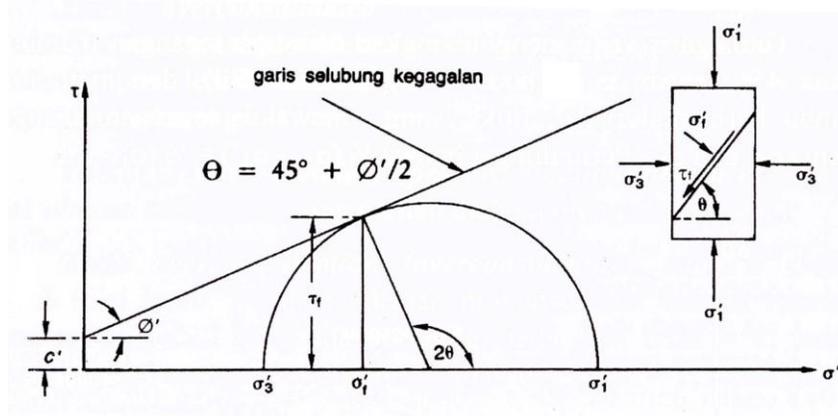
Pengujian triaksial adalah pengujian tanah dengan tiga dimensi tekanan. Pengujian ini disamping dapat mengetahui tegangan geser (σ_1) juga diperoleh tegangan normal (σ_3). Kegunaan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kohesi (c_u) dan sudut geser dalam (ϕ_u) dari suatu contoh tanah. Berikut ini adalah gambar alat uji triaksial, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Alat Uji Triaksial

Pengujian triaksial merupakan metode yang paling umum digunakan untuk mencari kekuatan geser suatu tanah. Tegangan-tegangan yang bekerja pada benda uji dinotasikan dengan σ_1 , σ_2 dan σ_3 . Tegangan σ_1 disebut *tegangan utama mayor (major principal stress)*, tegangan σ_3 disebut *tegangan utama minor (minor principal stress)*. *Tegangan utama tengah (intermediate principal stress)* $\sigma_2 = \sigma_3$, merupakan tegangan kekang atau tegangan sel (*confining stress*). Karena yang ditinjau hanya dua dimensi, tegangan σ_2 sering tidak diperhitungkan. Tegangan yang terjadi dari selisih σ_1 dan σ_3 atau $(\sigma_1 - \sigma_3)$ disebut tegangan deviator (*deviator stress*) atau beda tegangan (*stress difference*). (Hardiyatmo, H.C, 2006).

Untuk mengetahui jenis-jenis tegangan di atas dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.7 Lingkaran Mohr

Dari gambar di atas nilai c dan ϕ dapat diperoleh dari absis $\frac{\sigma_2 + \sigma_3}{2}$ dan ordinat $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$

$$\sin \phi = \frac{\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}}{\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3}$$

$$\phi = \arcsin \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} \dots\dots\dots(3.13)$$

$$c = T - \sigma' \tan \phi \dots\dots\dots(3.14)$$

Keterangan :

T = Kekuatan Geser Tanah

σ' = Tegangan Efektif

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan dan Materi Penelitian

4.1.1 Bahan

1. Tanah

Dalam penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah gambut yang berasal dari daerah Kabupaten Kampar, Riau.

2. Geotekstil

Geotekstil yang digunakan adalah jenis *Woven* HRX 300 dengan proporsi lapisan 1 lapis dan 2 lapis.

4.1.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji proktor standar, uji CBR, dan uji Triaksial (UU) di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

4.1.3 Benda Uji

1. Jumlah benda uji

Pada penelitian ini benda uji dibuat dan dipersiapkan di Laboratorium sesuai dengan standar. Adapun jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Jenis Pengujian

NO	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
1	Mengukur Sifat Fisik Tanah Asli:		

	.Hidrometer + Analisa saringan	2	Buah
	.Kadar Air (w)	2	Buah
	.Berat Jenis	2	Buah
	.Berat Volume Tanah	2	Buah

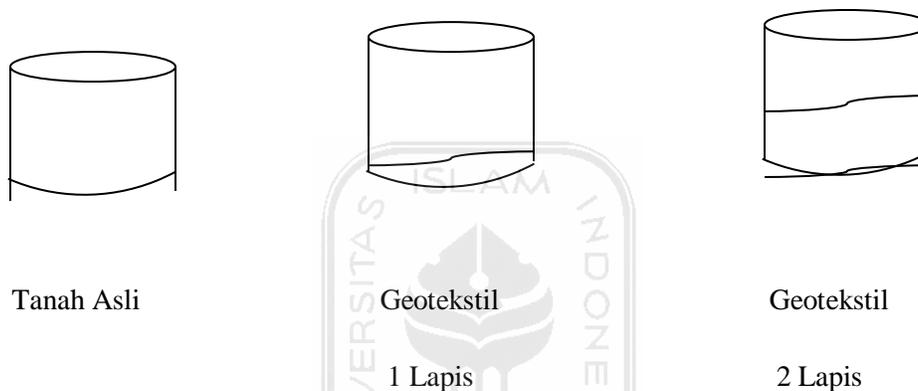
Lanjutan Tabel 4.1 Jenis Pengujian

	.Batas Cair	2	Buah
	.Batas Plastis	2	Buah
	.Batas Susut	2	Buah
2	Mengukur Sifat Mekanis Tanah Asli:		
	.Uji Proktor	10	Buah
	.Uji Triaksial:		
	a. Tanah Asli	6	Buah
	b. Tanah (w optimum) + Geotekstil		
	. Tanah (w optm) + Geotekstil 0 lapis	6	Buah
	. Tanah (w optm) + Geotekstil 1 lapis	6	Buah
	. Tanah (w optm) + Geotekstil 2 lapis	6	Buah
	.Uji CBR		
	a. Tanah Asli	2	Buah
	b. Tanah (w optimum) + Geotekstil	2	Buah
	. Tanah (w optm) + Geotekstil 0 lapis	2	Buah

	. Tanah (w optm) + Geotekstil 1 lapis	2	Buah
	. Tanah (w optm) + Geotekstil 2 lapis	2	Buah

2. Model benda uji

Model benda uji disesuaikan dengan peralatan pengujian. Namun secara umum model benda uji dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Model Benda Uji

4.2 Jalannya Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu: persiapan, pekerjaan lapangan dan pekerjaan laboratorium.

4.2.1 Tahap Persiapan

1. Studi Lapangan
2. Mengumpulkan informasi dan data mengenai tanah gambut dan geotekstil.
3. Pengajuan proposal dan mengurus perijinan untuk kegiatan penelitian.

4.2.2 Tahapan Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan adalah menentukan tempat dan lokasi pengambilan sample dilanjutkan pengambilan sample tanah gambut. Sample tanah yang diambil adalah tanah gambut terganggu yang diambil dari daerah Kabupaten Kampar, Riau.

4.2.3 Tahapan Pekerjaan Laboratorium

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Pekerjaan laboratorium adalah pengujian sifat-sifat tanah asli, campuran tanah dengan geotekstil. Pengujian yang dilakukan meliputi: pengujian sifat-sifat mekanis tanah, pengujian kepadatan tanah, dan pengujian parameter geser tanah.

1. Pengujian sifat-sifat fisik tanah

Pengujian sifat-sifat fisik tanah yang dilakukan meliputi :

- a. Pengujian Kadar Air Tanah (ASTM D 2216-71).
- b. Pengujian Berat Jenis Tanah (ASTM D 854-72).
- c. Pengujian Berat Volume Tanah (ASTM D 2980-71).

2. Pengujian sifat-sifat mekanis tanah

Pengujian sifat-sifat mekanis tanah yang dilakukan meliputi :

- a. Pengujian Kepadatan Tanah Proktor Standar (ASTM D 698-70)
- b. Pengujian CBR (ASTM D 1883-73)
- c. Pengujian Triaksial (ASTM D 2850)

4.3 Proses Pengujian

Dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap proses penelitian.

4.3.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah

a. Uji Kadar Air Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa dan menentukan kadar air sampel tanah. Kadar air adalah nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut.

Alat yang digunakan terdiri dari timbangan/neraca dengan ketelitian 0,01 gr, oven, desikator, dan cawan. Sampel tanah yang akan diperiksa dimasukkan ke dalam cawan kemudian ditimbang beratnya. Setelah dioven selama 16 – 24 jam dengan suhu 100° -110° C, cawan dan sampel tanah dikeluarkan, setelah dingin sampel tanah kering kemudian ditimbang beratnya.

b. Uji Berat Volume Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai perbandingan berat tanah termasuk berat air yang dikandungnya dengan volume seluruhnya. Alat yang digunakan terdiri dari timbangan/neraca dengan ketelitian 0,01 gr, ring dan pisau.

Ring dibersihkan dan diukur diameter, tinggi, dan selanjutnya dihitung volumenya dan ditimbang. Ring diolesi oli tipis kemudian ditekan menembus sampel tanah. Permukaan atas dan bawah diratakan dengan pisau, sisi ring dibersihkan kemudian ditimbang beratnya.

c. Uji Berat Jenis Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu sampel, yaitu nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya diambil pada suhu 27,5°C.

Alat yang digunakan terdiri dari piknometer, timbangan dengan ketelitian 0,01 gr, oven, desikator, saringan no.10, termometer, kompor/alat *vacuum*, air desikator (dalam *wash bottle*).

Sampel tanah dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak seperempat dari volume piknometer, setelah itu air destilasi dimasukkan ke dalam piknometer sampai 2/3 dari isinya, kemudian dibiarkan kira-kira 30 menit. Udara yang terperangkap di antara butir tanah dikeluarkan dengan cara, diantaranya piknometer direbus dengan hati-hati selama 10 menit dengan sesekali piknometer digoyang-goyang untuk membantu keluarnya gelembung udara hingga mencapai suhu ruangan selama 20 jam. Air destilasi ditambahkan ke dalam piknometer sampai penuh dan ditutup bagian luar piknometer dikeringkan dengan kain kering, kemudian ditimbang dan dicatat suhu air dalam piknometer dengan termometer (T).

4.3.2 Pengujian Sifat Mekanis Tanah

a. Uji Proktor Standar

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan berat volume kering tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder berukuran tertentu menggunakan alat penumbuk. Dari pengujian ini akan diperoleh nilai dari berat volume kering maksimum (*Maximum Dry Density/MDD*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content/OMC*).

Alat yang digunakan terdiri dari cetakan silinder, alat pengeluar sampel tanah (*extruder*), timbangan, alat perata besi, saringan nomor 4, talam, penumbuk dari kayu, pengaduk, sendok, dan satu unit alat pengujian kadar air.

Benda yang diuji merupakan tanah yang sudah ditumbuk dan disaring dengan saringan nomor 4. Timbanglah cetakan kemudian taruhlah dilandasan alat uji proktor standar. Ambil salah satu sampel yang sudah dipersiapkan, diaduk dan dipadatkan dalam cetakan. Jumlah seluruh cetakan tanah harus tepat sehingga tinggi kelebihan tanah yang diratakan setelah leher dilepas tidak lebih dari 5 mm. Pemdatan dilakukan dengan cara ditumbuk dengan menggunakan alat uji proktor standar, tanah dipadatkan dalam 3 lapis, tiap lapis ditumbuk dengan 25 kali tumbukan. Kemudian lepasilah leher sambung, potong kelebihan tanah dari

bagian keliling dengan pisau perata, setelah itu cetakan yang telah berisi tanah ditimbang. Sampel dikeluarkan dengan alat ekstruder dan ambil sebagian kecil tanahnya untuk digunakan dalam pengujian kadar air.

b. Uji CBR Laboratorium

CBR (California Bearing Ratio) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban standar (standard load) dan dinyatakan dalam presentase (Djatmiko Soedarmo, 1993).

Tanah dasar (subgrade) pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95 % kepadatan maksimum. Pengujian CBR dipakai untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang akan dipakai pada pembuatan perkerasan jalan raya. Nilai CBR selanjutnya dipakai untuk penentuan tebal perkerasan yang akan dibuat diatas tanah dasar. Semakin besar nilai CBR-nya, maka tebal perkerasannya akan semakin kecil (Wesley, 1997).

Pengujian CBR Laboratorium menggunakan contoh tanah kering udara yang dicampur dengan air sampai kadar air optimum, kemudian dидiamkan dalam kantong plastik selama 24 jam. Contoh tanah kemudian dipadatkan dengan cara dibagi menjadi 3 lapis dan ditumbuk sebanyak 56 kali per lapisan. Untuk pemeriksaan CBR langsung (unsoaked CBR), benda uji telah siap diperiksa nilai CBR-nya. Untuk benda uji yang memakai geotekstil 1 lapis, maka tanah yang ditumbuk 56 kali untuk lapisan pertama, kemudian diletakkan geotekstil ditambah tanah dan ditumbuk 56 kali untuk lapisan kedua, kemudian ditambah lagi untuk ditumbuk 56 kali untuk lapisan yang ketiga. Untuk benda uji yang memakai geotekstil 2 lapis, maka geotekstil diletakkan pada 1/3 dari tinggi mold dan 2/3 dari tinggi mold.

a. Tujuan Pengujian

Untuk menentukan nilai CBR tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu.

b. Peralatan Yang Digunakan dan Jumlah Benda Uji

Terdiri dari mesin penetrasi, cetakan logam berbentuk silinder, piringan pemisah dari logam, alat penumbuk, keping beban, torak penetrasi logam serta timbangan.

c. Prosedur Pengujian

- 1) Benda uji beserta keping alas diletakkan di atas mesin penetrasi. Keping pemberat diletakkan di atas permukaan benda uji seberat 4,5 kg.
- 2) Torak penetrasi dipasang dan diatur pada permukaan benda uji sehingga arloji benda beban menunjukkan beban permulaan sebesar 2 lbs. Pembebanan permulaan ini untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara permukaan benda uji dengan torak penetrasi.
- 3) Pembebanan diberikan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit (0,05 inc/menit). Pembacaan pembebanan dilakukan pada interval penetrasi 0,025 inc (0,64 mm), hingga mencapai penetrasi 0,5 inc.
- 4) Beban maksimum dan penetrasinya dicatat bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm (0,5 inchi).
- 5) Benda uji dikeluarkan dari cetakan dan kadar air dihitung dari lapisan atas benda uji setebal 25 mm.

c. **Pengujian Triaksial *Unconsolidated Undrained***

Tahap pengujian triaksial *unconsolidated undrained*

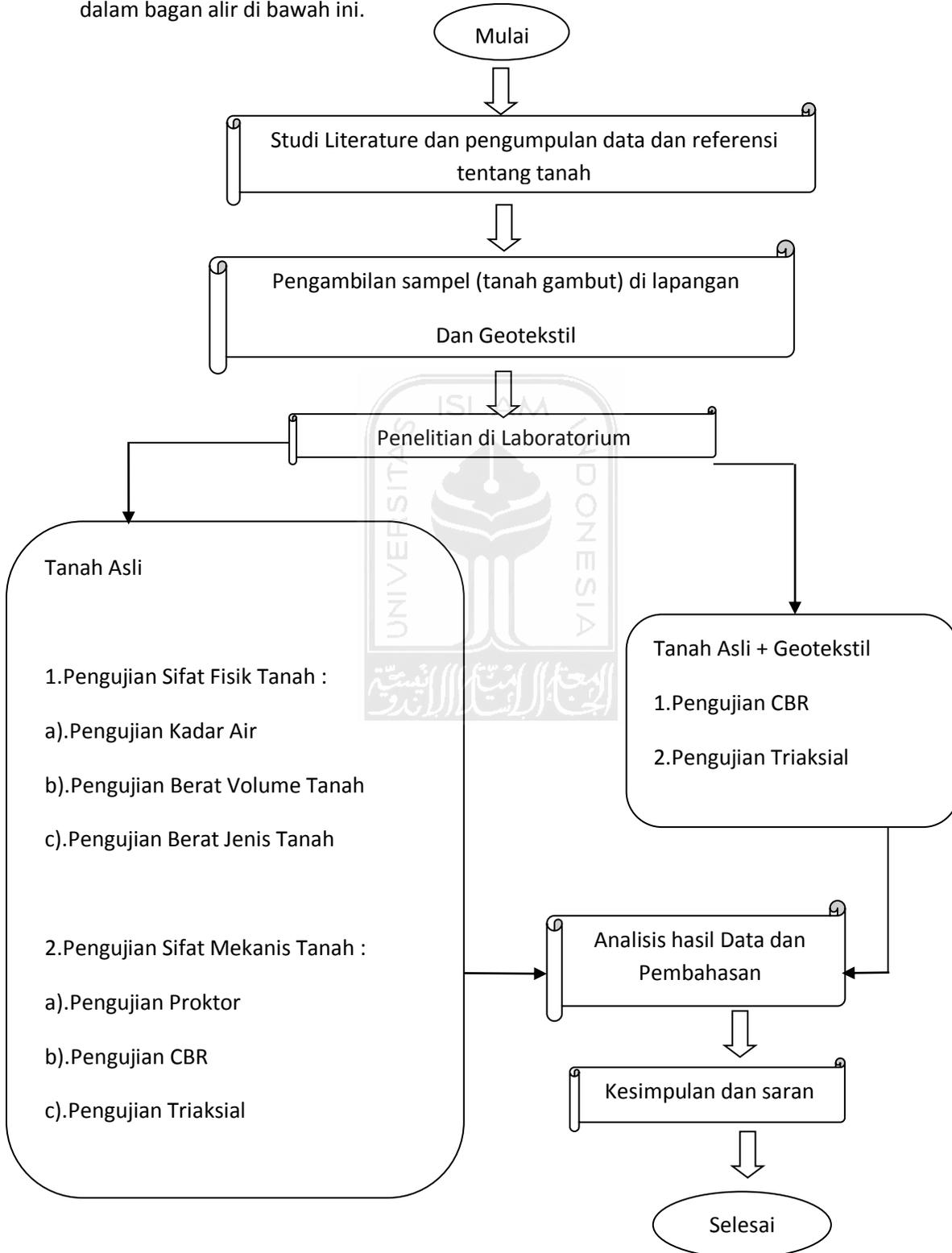
1. Bila tanah yang diuji adalah tanah asli (*undisturbed*) dari tabung yang sudah sesuai dengan benda uji yang diinginkan, maka contoh tanah dari tabung dikeluarkan dengan pengeluar contoh tanah (*extruder*), dimasukkan dalam tabung cetak belah. benda uji bagian atas dan bawahnya dipotong sehingga rata dengan cetakan, permukaan benda uji ditambal apabila tidak ada yang rata.
2. Bila contoh tanah tidak asli (*disturbed*) ukurannya lebih besar dari pada benda uji yang diinginkan, benda uji dipotong dengan pisau atau gergaji kawat sehingga sesuai dengan benda yang diinginkan.
3. Bila contoh tanah padat, batuan, maka dapat berupa :

- a. Contoh tanah yang rusak (gagal dalam persiapan/pelaksanaan pengujian) dapat dibentuk kembali dalam kantong plastik/karet, Diremas dengan jari sampai merata seluruhnya. Tambahnya udara dalam pori dihindarkan. Kemudian dibentuk kembali dan dipadatkan dalam cetakan sehingga kepadatannya sama dengan aslinya.
 - b. Contoh tanah padat buatan dapat diperoleh dengan memadatkan contoh tanah dengan kasar air dan kepadatan sesuai dengan yang diinginkan. Pemadatan dapat dilaksanakan dengan menumpuk tanah dengan silinder pemadatan kemudian didorong keluar dengan alat pengeluar (*extruder*), kemudian dipotong atau dibuat sesuai dengan benda uji yang diinginkan.
4. Pendapatan dapat pula langsung dilaksanakan pada cetakan belah.
 5. Bila dihendaki contoh tanah dalam keadaan jenuh, maka dapat dijenuhkan sebelum pengujian. Bila demikian dicatat dan dicantumkan pada laporan.
 6. Ukuran diameter dan tinggi dari benda uji ukur dan dicatat.
 7. Benda uji ditimbang untuk menghitung berat volumenya.
 8. Dua buah batu pori diambil dan direbus untuk menghilangkan gelembung udara dalam batu pori tersebut
 9. Pipa-pipa penghubung pada pelat dasar sel tri aksial dibebaskan dari udara.
 10. Plat bawah dihubungkan dengan dasar sel
 11. Batu pori yang telah dibersihkan ditempatkan diatas pelat dasar.
 12. Membran karet dengan ukuran hamper sama dengan ukuran contoh tanah diambil.
 13. Membran karet ditaruh pada tabung kecil yang dilengkapi dengan tempat penyedot udara (Ring 0 / tabung membuat kencang membrane). Pada umumnya tabung berdiameter $\frac{1}{4}$ inci (± 6 mm), dan lebih besar dari contoh tanah yang digunakan. Membran karet diletakkan didalam tabung pengencang membran, kemudian dihisap dengan pompa penghisap atau dengan mulut, hal ini membuat membran menempel dengan baik pada bagian dalam tabung pengencang membran.
 14. Contoh tanah yang sudah diletakan diatas pelat dasar sel triaksial dimasukkan kedalam tabung pengencang membran. Pompa penghisap dihisap dan membran karet doluruskan pada ujung tabung untuk tempat pada pelat atas.
 15. Plat dasar triaksial yang sudah terselubungi oleh membran di ikat dengan karet supaya air sel tidak masuk ke dalam sampel tanah melalui daerah ini.

16. Kertas saring dan batu pori dipasang diatas sampel tanah dan dipasang pula pelat atas triaksial didalam membran karet tersebut.
17. Karet digunakan untuk mengikat kuat-kuat membran karet dengan pelat bagian atas.
18. Tabung sel triaksial dipasang dan baut pengencangnya dikeraskan.
19. Ruang triaksial diisi dengan air, dengan cara memutar regulator pengatur tekanan sel sehingga takanan menunjukkan $0,25 \text{ kg/cm}^2$, kemudian kran yang menghubungkan tangki air dengan sel triaksial dibuka, sehingga air mengalir masuk memenuhi ruang sel triaksial.
20. Tekanan sel (O_3) diberikan sesuai dengan harga yang diinginkan.
21. Piston beban dijalankan/diatur dengan pemutar tangan sehingga hampir menyentuh benda uji, arloji cincin beban yang akan mengukur gaya akibat tekanan keatas oleh air sel dala piston, berat piston dan gesekan, dibaca dan dicatat, dipakai sebagai koreksi pada beban selanjutnya.
22. Piston beban diatur lagi sehingga piston mulai menempel benda uji.
23. Arloji cincin beban diatur sehingga dengan diperhitungkan koreksi tersebut arloji menunjukkan nol.
24. Arloji regangan (pemendekan) benda uji diatur pada pembacaan nol.
25. Mesin beban dijalankan dengan kecepatan 0,5 - 1,0 rersen/menit. Arloji cincin baben dan arloji pemendekan benda uji dibaca dan dicatat pada kedudukan pemendekan 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; persen, kemudian pada 1; 1,5; 2,5; 3,0 persen dan setelah itu setiap tambahan 1,0 persen (jika tanah belum pecah) dapat setiap 2 persen dibaca. Pembacaan ini dilanjutkan sampai 15% (meskipun tanah sudah pecah atau jika tanah belum pecah lanjutkan sampai pemendekan 20%. Pembacaan yang lebih teliti / kerap perlu dilakukan apabila benda uji mendekati pecah.
26. Selama pembacaan manometer tekanan sel selalu diamati dan diatur agar tekanan selalu dalam keadaan konstan.
27. Setelah pembebanan selesai mesin pembebanan dihentikan lalu air dalam sel dikeluarkan, kemudian sel dibuka dan benda uji dikeluarkan.
28. Membran karet dibuka dan dicatat atau digambar sket bentuk pecahnya tanah. Berat benda uji ditimbang dan dicatat.
29. Kadar air pada benda uji tersebut dicari.
- 30.** Beda uji kedua dan ketiga dikerjakan dengan cara yang sama, dengan menaikkan harga tekanan selnya.

4.4 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir

Adapun rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat dalam bagan alir di bawah ini.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini di uraikan hasil dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan geotekstil HRX 300 sebagai bahan perkuatan pada tanah lempung. Pengujian telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah JTS, FTSP, Universitas Islam Indonesia dan memperoleh hasil-hasil yang meliputi sifat-sifat fisis tanah, mekanis tanah, nilai kohesi, sudut geser dalam dan nilai CBR. Hasil dari pengujian tersaji dalam bentuk tabel dan grafik.

5.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah di Laboratorium meliputi pengujian: Kadar air, Berat Jenis, Berat Volume Tanah. Pengujian sifat tanah ini menggunakan dua buah sampel, dimana masing-masing akan memberikan hasil yang berbeda. Nilai yang akan dipakai adalah nilai rata-rata dari hasil pengujian.

5.1.1 Pengujian Kadar Air Tanah

Kadar air (w) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat butiran (W_s) dalam tanah tersebut, dinyatakan dalam persen. (Hary Christady, 1992).

Adapun hasilnya didapat dengan perhitungan dari persamaan berikut:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots (5.1)$$

Hasil dari pengujian kadar air sampel tanah daerah Kampar ditunjukkan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Kampar

No	Keterangan		1	2
1	Berat Container	W1 (gr)	6,59	7,08
2	Berat Container + Tanah basah	W2 (gr)	19,69	14,99
3	Berat Container + Tanah kering	W3 (gr)	12,03	10,42
4	Berat air	Wa (gr)	7,66	4,57
5	Berat tanah kering	Wt (gr)	5,44	3,34
6	Kadar air	w (%)	140,81	136,83
7	Kadar air rata-rata	w (%)	138,82	

Contoh perhitungan kadar air (w)

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

$$w = \frac{19,69 - 12,03}{12,03 - 6,59} \times 100\%$$

$$= 140,81 \%$$

Dari hasil pengujian kadar air di atas dapat diketahui bahwa tanah gambut yang berasal dari Kampar ini mengandung kadar air rata-rata sebesar 138,82 %. Hal ini tidak mengherankan mengingat salah satu sifat dari tanah gambut adalah memiliki kadar air di atas 100%, sebagaimana telah diuraikan pada bab III di atas.

5.1.2 Pengujian Berat Volume Tanah

Untuk mendapatkan berat volume tanah dapat digunakan persamaan berikut:

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (5.2)$$

Hasil dari pengujian berat volume sampel tanah daerah Kampar ditunjukkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Kampar

Keterangan	Sampel	
	I	II
Diameter ring (cm)	5.00	5.00
Tinggi cincin (cm)	2.00	2.00
Volume ring (cm ³)	39.27	39.27
Berat ring (gram)	34.20	34.20
Berat ring + tanah basah (gram)	79.60	76.48
Berat tanah basah (gram)	45.40	42.28
Berat volume tanah (gr/cm ³)	1.16	1.08
Berat volume tanah rerata (gr/cm ³)	1.12	

Contoh perhitungan berat volume tanah:

$$\gamma_b = \frac{W}{V}$$

$$\gamma_b = \frac{45,40 \text{ gr}}{39,27 \text{ cm}^3}$$

$$= 1,16 \text{ gr/cm}^3$$

Dari pengujian di atas dapat dilihat bahwa berat rata-rata volume tanah gambut daerah Kampar adalah: $1,12 \text{ gr/cm}^3$.

5.1.3 Pengujian Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$G_s(t) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots (5.3)$$

$$G_s(27,5^\circ) = G_s(t) \times [(G_s \text{ air } t^\circ \text{C}) / (G_s \text{ air } 27,5^\circ \text{C})] \dots\dots (5.4)$$

Hasil dari pengujian berat jenis sampel tanah daerah Kampar ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Kampar

No	No. Pengujian	1	2
1	Berat Picnometer (W_1)	18.70	28.49
2	Berat Picnometer + tanah kering (W_2)	24.28	33.92
3	Berat Picnometer + tanah + air (W_3)	69.50	78.88
4	Berat Picnometer + air (W_4)	68.75	78.15
5	Temperatur (t°)	26	26
6	Bj pada temperature (t°)	0.9968	0.9968
7	Bj pada temperature ($27,5^\circ \text{C}$)	0.9964	0.9964
8	Berat tanah kering (W_t)	5.58	5.43
9	$A = W_t + W_4$	74.33	83.58
10	$I = A - W_3$	4.83	4.70

11	Berat Jenis tanah, $G_s = W_t/I$	1.155	1.155
12	Berat Jenis = $G_s \cdot (B_j t^\circ / B_j t 27,5^\circ C)$	1.156	1.156
13	Berat jenis rata-rata	1.156	

Contoh perhitungan berat jenis tanah sampel I :

$$G_s (t) = \frac{(24,28 - 18,70)}{(68,75 - 18,70) - (69,50 - 24,28)}$$

$$= 1,1553$$

$$G_s (27,5^\circ C) = 1,1553 \times \frac{0,9968}{0,9964}$$

$$= 1,156$$

Dari pengujian di atas dapat dilihat bahwa berat rata-rata jenis tanah (G_s) tanah gambut Kampar adalah: 1,156. Serta hasil pengujian sifat-sifat mekanis sampel tanah daerah Kampar dapat dilihat pada Tabel 5.4 di bawah ini.

Tabel 5.4 Sifat-sifat Mekanis Sampel Tanah Kampar

Sifat Mekanis	Hasil
Kadar air (%)	138,82
Berat jenis	1,156
Berat volume (gr/cm ³)	1,12

5.1.4 Pembahasan Sifat Fisik Tanah Gambut

Berdasarkan Klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)* tanah dibagi ke dalam tiga kelompok besar, yakni tanah berbutir kasar, tanah berbutir halus dan tanah organik. Untuk tanah yang digunakan dalam pengujian ini merupakan tanah gambut, yang mana kadar organiknya sangat tinggi, karena memiliki tekstur berserat maka *Unified soil Classification System* mengusulkan agar pengklasifikasiannya dilakukan secara visual (*ASTM D 2488*) dengan melihat sifat-sifat fisik tanah gambut, mengidentifikasi warna, bau, tekstur, kadar air, partikel tumbuhan serta tanah mineralnya. Adapun sampel tanah gambut yang berasal dari Kampar – Riau ini tidak dilakukan pengklasifikasian secara khusus mengingat tinggi kadar bahan organiknya. Namun demikian, secara umum dapat dijelaskan bahwa sampel tanah yang digunakan berwarna coklat, mempunyai serat yang cukup tinggi, serta memiliki kadar air yang sangat tinggi sebesar **138,82%**. Dilihat dari sifat fisik sampel ini dapat dipastikan bahwa tanah yang digunakan dalam pengujian merupakan tanah gambut. Nilai berat jenis sebesar **1,156** dan berat volumenya sebesar **1,12 gr/cm³**, ini menandakan bahwa tanah gambut yang diuji sangat ringan, sehingga apabila dicampur dengan air tanah gambut tersebut akan mengapung atau berada diatas permukaan air.

5.2 Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

5.2.1 Uji Kepadatan Tanah (Uji *Proctor* Standar)

Untuk mencari hubungan kadar air dan berat volume, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan, perlu diadakan pengujian pemadatan. Uji kepadatan tanah dilakukan dengan uji *Proctor* Standar. Adapun volume cetakan silinder sebesar 930,51 cm³. Diameter cetakan sebesar 9,89 mm. Berat penumbuk sebesar 2,505 kg dan tinggi jatuh sebesar 30,48 cm. Untuk setiap percobaan, berat volume basah (γ_b) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung dengan persamaan 5.5.

$$\gamma = \frac{W}{V(m)} \dots\dots\dots (5.5)$$

Keterangan:

W = Berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan

V (m) = Volume cetakan (cm³)

Pada setiap percobaan besarnya kadar air dalam tanah yang dipadatkan dapat ditentukan di laboratorium. Bila kadar air diketahui, maka berat volume kering (γ_d) dari tanah tersebut dapat dihitung dengan persamaan 5.6.

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w(\%)}{100}} \dots\dots\dots (5.6)$$

Keterangan;

w (%) = Persentase kadar air

Harga γ_d dari persamaan 5.6 tersebut dapat digambarkan terhadap kadar air dengan γ_d sebagai ordinat dan kadar air sebagai absis. Dengan demikian titik puncak dari grafik merupakan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum. Hasil dari pengujian kadar air sampel tanah daerah Kampar ditunjukkan pada tabel 5.5 kemudian hasilnya diposisikan pada grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 di bawah ini :

Tabel 5.5 Hasil Uji Proctor Standar Tanah Kampar

No Pengujian	1	2	3	4	5
Volume silinder (cm ³)	930,5	930,5	930,5	930,5	930,5
Berat tanah basah (gram)	1000	1000	1000	1000	1000
Kadar air mula-mula (%)	88,57	88,57	88,57	88,57	88,57

Penambahan air (%)	0	10	20	30	40
Penambahan air (ml)	0	100	200	300	400
Berat silinder + tanah padat (gram)	2440	2650	2765	2825	2790
Berat tanah padat (gram)	593	803	918	978	943
Berat volume tanah (gr/cm ³)	0,637	0,863	0,967	1,051	1,013
Kadar air (%)	88,57	134,81	157,09	186,99	211,11
Berat volume tanah kering (gr/cm ³)	0,338	0,368	0,384	0,366	0,326

Contoh hitungan berat volume tanah pada sampel 1 pada kolom sampel 1:

$$\gamma = \frac{W}{V(m)}$$

$$\gamma = \frac{593 \text{ gr}}{930,5 \text{ m}^3}$$

$$= 0,637 \text{ gr/cm}^3$$

Contoh perhitungan berat volume tanah kering pada sampel 1 pada kolom sampel 1:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + \frac{w(\%)}{100}}$$

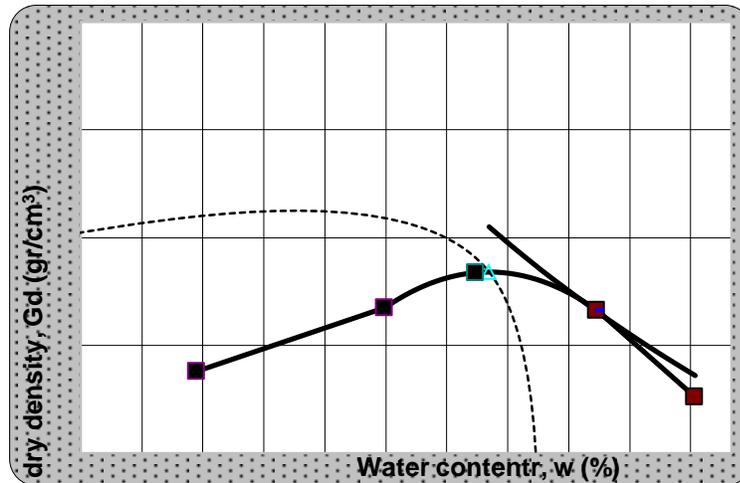
$$\gamma_d = \frac{0,637 \text{ gr/cm}^3}{1 + 0,8857} = 0,338 \text{ gr/cm}^3$$

Kurva hubungan antara kadar air (w) dan berat volume kering (γ_d) dibuat dengan kadar air (w) sebagai *absis* sedangkan berat volume kering (γ_d) sebagai *ordinat*. Puncak kurva merupakan nilai (γ_d) maksimum, kemudian dari titik puncak kurva ditarik garis vertical memotong *absis*, pada titik ini adalah merupakan kadar optimumnya.

Gambar 5.1 menunjukkan bahwa seiring berjalannya dengan bertambahnya kadar air maka meningkat pula berat volume kering sampai ditemukan kadar air optimum dari pemadatan tersebut, dan untuk selanjutnya jika terus dilakukan penambahan air akan mengakibatkan berat volume kering menurun. Gambar 5.1 menunjukkan bahwa sampel tanah Kampar mempunyai berat volume kering maksimum ($0,38402 \text{ gr/cm}^3$) pada kadar optimum 160,41%. Kurva hasil pengujian kepadatan tanah (sampel 1) dapat dilihat pada gambar 5.1 dibawah ini.

Berat vol. maksimum (gr/cm ³)
0.38402
Kadar air optimum (%)

160.41



Gambar 5.1 Hasil Uji Kepadatan Tanah (Tanah Kampar Sampel 1)

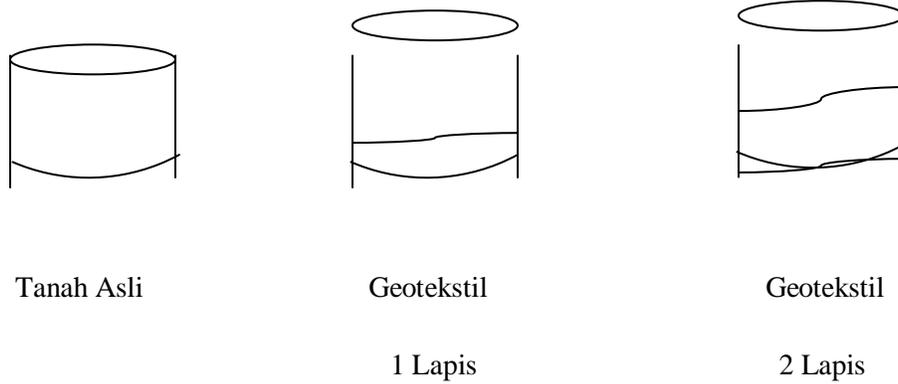
5.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Proktor Standar

Dari kedua parameter hasil pengujian proktor standar yakni $\gamma_{d \text{ maks}}$ dan w_{opt} dapat disimpulkan bahwa sifat mekanis dari sampel dalam penelitian ini yakni tanah gambut dari Kampar relatif labil sehingga tanah ini sangat terbatas penggunaannya dalam bangunan teknik sipil sehingga perlu distabilisasi untuk meningkatkan daya dukungnya. Melihat kadar air optimum yang sangat besar maka dapat dipastikan bahwa butiran tanah yang lolos saringan nomor 200 sangat dominan. Demikian pula dengan parameter berat volume tanah yang sangat rendah maka dapat dipastikan bahwa tanah ini akan sulit dipadatkan. Dari kedua parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa dari kaca mata teknik sipil tanah percobaan merupakan tanah yang sulit ditangani.

5.2.3 Uji Triaksial Unconsolidated Undrained

Pengujian triaksial unconsolidated undrained bertujuan untuk mendapatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam. Pengujian yang dilakukan meliputi dua kondisi tanah, yaitu tanah asli dan pada kondisi tanah dilapisi geotekstil (variasi: 1 lapisan dan 2 lapisan).

Model benda uji disesuaikan dengan peralatan pengujian. Namun secara umum model benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Model Benda Uji

Contoh perhitungan pada tanah Kampar sampel 1.

Pada pembacaan dial pemendekan 20 dengan $\sigma_3=0,5 \text{ kg/cm}^2$

$$\Delta H = \text{dial}/1000$$

$$= 20/1000$$

$$= 0,02$$

$$\varepsilon = \Delta H / H_0\%$$

$$= (0,020 / 7,6) \%$$

$$= 0,263 \%$$

Pada pembacaan dial 20, terbaca dial beban 1

$$\text{Tegangan : } \sigma = \frac{P}{A} = \sigma_1 - \sigma_3$$

$$= k \cdot x (1 - \varepsilon) \cdot \text{dial} = \frac{K}{A} x (1 - \varepsilon) \cdot \text{dial}$$

$$= \frac{0,165}{11,977} \times 0,997 \times 1$$

$$= 0,014 \text{ kg/cm}^2$$

Pembacaan $\sigma_3 = 0,5 \text{ kg/cm}^2$, digunakan P/A maksimum = $0,779 \text{ kg/cm}^2$

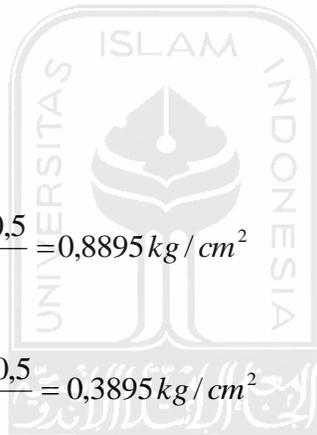
$$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{P}{A}$$

$$\sigma_1 = 0,5 + 0,779$$

$$= 1,279 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{1,279 + 0,5}{2} = 0,8895 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{1,279 - 0,5}{2} = 0,3895 \text{ kg/cm}^2$$



Dalam grafik lingkaran Mohr ini digunakan diameter : $\varphi = \sigma_3 - \sigma_1$, pusat $\frac{1}{2}$ lingkaran sebesar $= \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$, sedangkan untuk membentuk lingkaran dihubungkan titik-titik yang berasal dari:

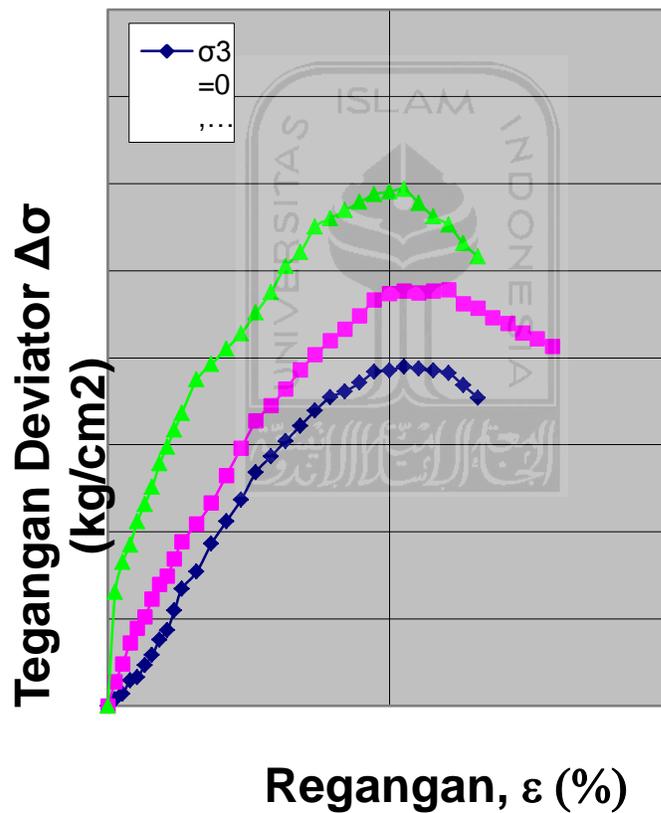
a. Sumbu Y $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$

b. Sumbu X $\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$

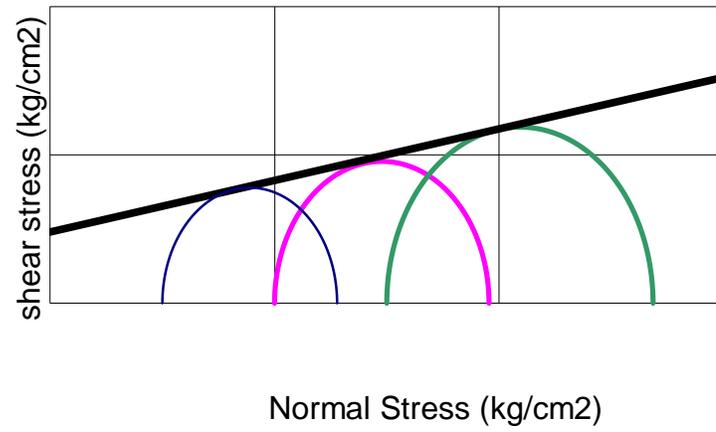
Dengan cara yang sama dibuat lingkaran MOHR untuk $\sigma_3 = 1 \text{ kg/cm}^2$ yang disebut lingkaran kedua. Lingkaran MOHR untuk $\sigma_3 = 1,5 \text{ kg/cm}^2$ yang disebut lingkaran ketiga,

kemudian tarik garis keruntuhan yang linier dan menyinggung lingkaran kedua dan ketiga. Dari garis keruntuhan tersebut didapatkan nilai kohesi yang merupakan titik potong garis dengan sumbu-Y dan nilai sudut geser dalam. Dengan cara yang sama untuk percobaan berikutnya akan didapatkan nilai ϕ dan c . Grafik regangan-tegangan dan lingkaran MOHR untuk pengujian Triaksial untuk tanah w optimum Kampar dapat dilihat pada Gambar 5.3 s/d 5.4.

Grafik regangan-tegangan dan lingkaran MOHR untuk pengujian Triaksial untuk tanah w optimum yang dilapisi dengan geotekstil dengan variasi lapisan 1 lapis dan 2 lapis dapat dilihat pada Gambar 5.5 s/d 5.8.

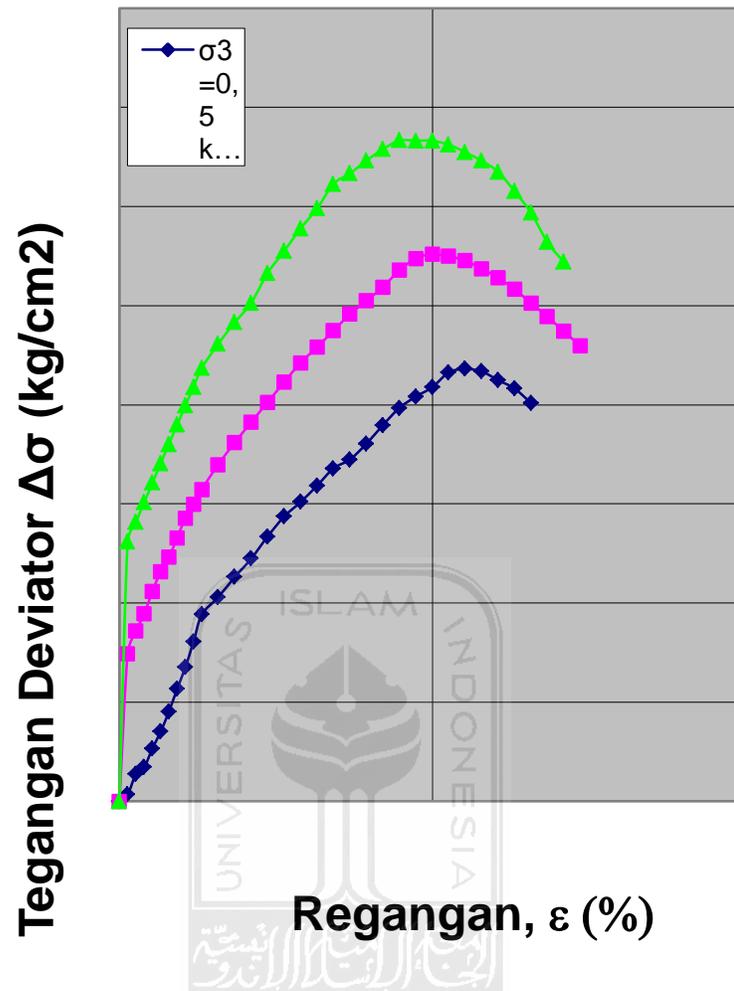


Gambar 5.3 Grafik Tegangan-Regangan Tanah w opt (Tanah Kampar Sampel 1)

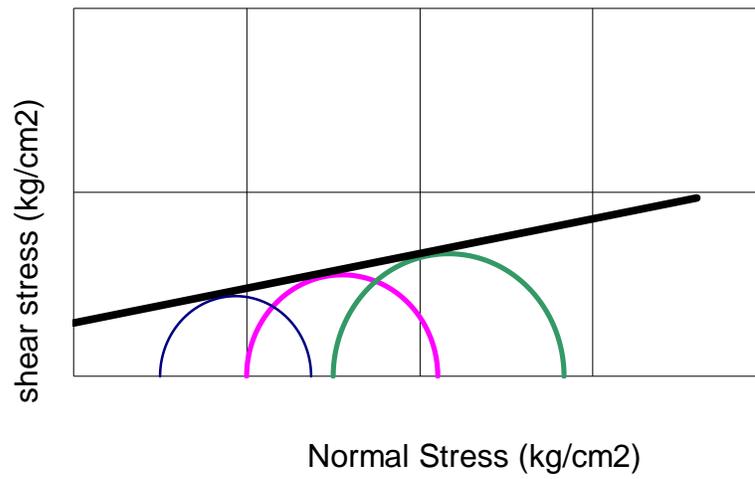


Gambar 5.4 Grafik Lingkaran MOHR Tanah w opt (Tanah Kampar Sampel 1)





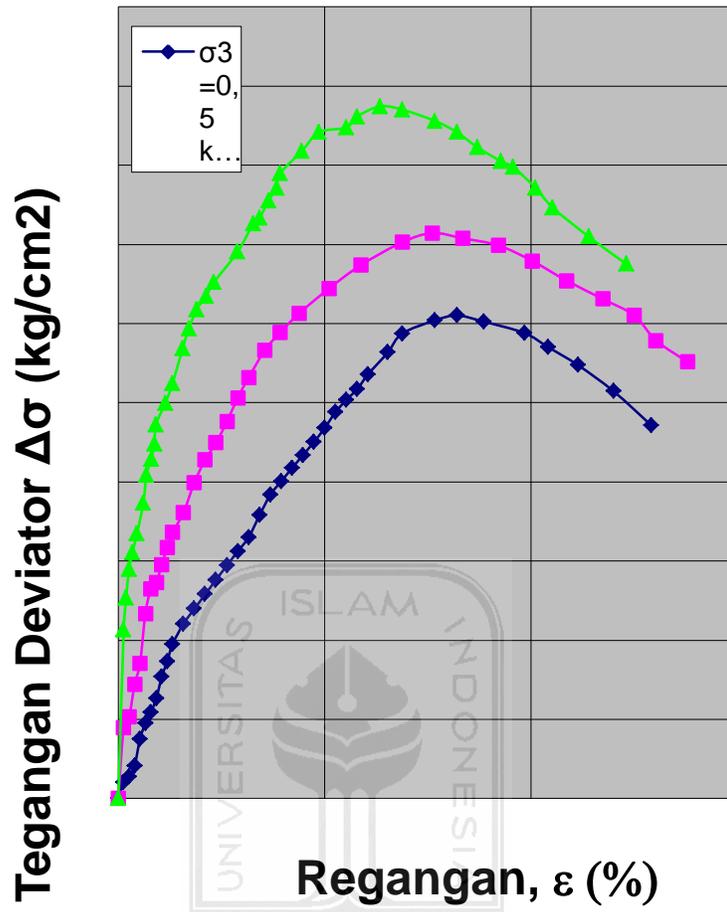
Gambar 5.5 Grafik Tegangan-Regangan Tanah w opt + Geotekstil 1 Lapis (Tanah Kampar Sampel 1)



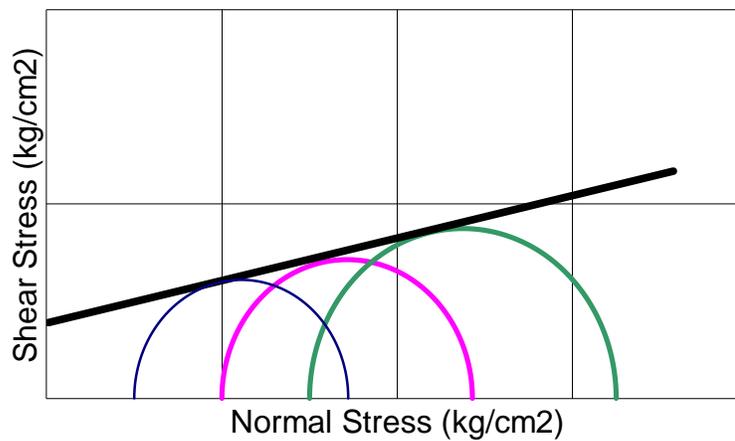
Gambar 5.6 Grafik Lingkaran MOHR Tanah w opt + Geotekstil 1 Lapis (Tanah Kampar

Sampel 1)





Gambar 5.7 Grafik Tegangan-Regangan Tanah w opt + Geotekstil 2 Lapis (Tanah Kampar Sampel 1)



Gambar 5.8 Grafik Lingkaran MOHR Tanah w opt + Geotekstil 2 Lapis (Tanah Kampar Sampel 1)

Untuk lebih jelasnya berikut ini dibuat tabel hasil pengujian triaksial *unconsolidated undrained* seperti pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Kampar

No	Kondisi Sampel	Kohesi kg/cm ² (c)	Sudut Geser dalam (φ) ^o
1	w optm	0.24	9.85
2	w optm + geo 1 lapis	0.29	10.70
3	w optm + geo 2 lapis	0.39	12.31

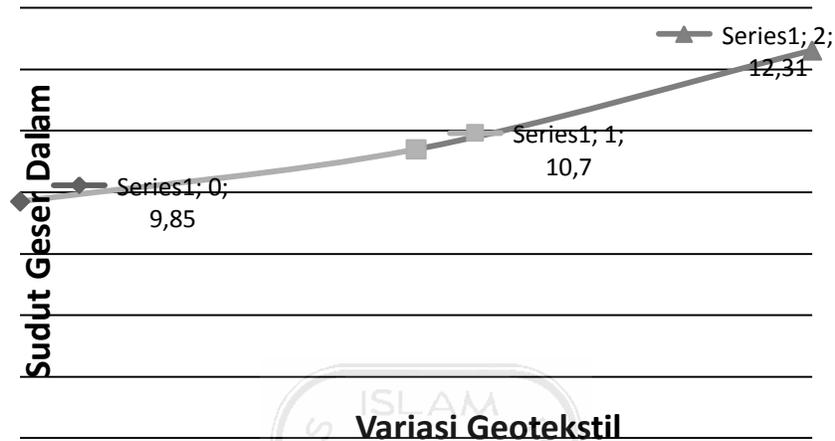
5.2.4 Pembahasan Hasil Pengujian Triaksial

a. Pembahasan Tahanan Geser

Hasil dari grafik tegangan-regangan pengujian Triaksial UU dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan gesernya maka tegangan akan semakin naik kemudian turun setelah mencapai nilai maksimum. Pada tegangan geser yang sama, maka regangan juga semakin besar.

b. Pembahasan Sudut Geser Dalam

Hasil dari pengujian Triaksial UU untuk penambahan geotekstil dengan variasi lapisan 1 lapis dan 2 lapis, untuk kohesi pada sampel tanah Kampar dapat dilihat pada Gambar 5.9 di bawah ini.

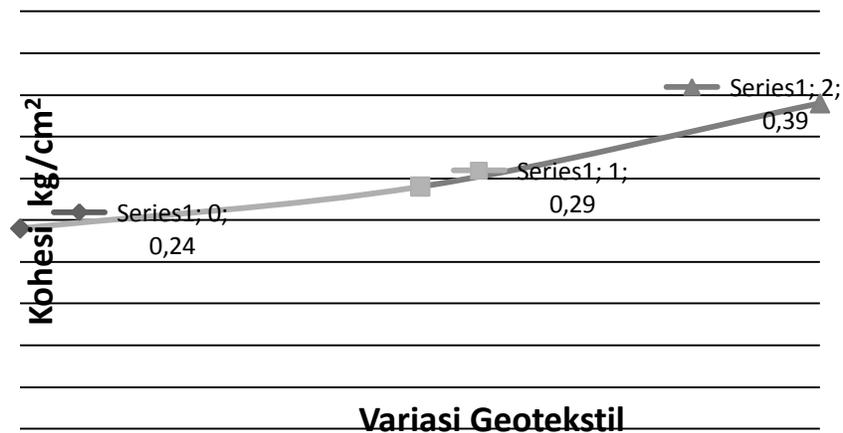


Gambar 5.9 Grafik Hubungan Variasi Geotekstil dengan Sudut Geser Tanah Kampar

Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa dari uji Triaksial UU terjadi peningkatan sudut geser dalam seiring dengan bertambahnya variasi lapisan geotekstil. Pada penambahan geotekstil terbanyak (2 lapis) didapat nilai sudut geser dalam sebesar $12,31^{\circ}$ untuk tanah Kampar, ini berarti tanah mengalami kenaikan sudut geser dalam sebesar 124,97 %.

c. Pembahasan Kohesi Tanah

Hasil dari pengujian Triaksial UU untuk penambahan geotekstil dengan variasi lapisan 1 lapis dan 2 lapis, untuk kohesi pada sampel tanah Kampar dapat dilihat pada Gambar 5.10 di bawah ini.



Gambar 5.10 Grafik Hubungan Variasi Geotekstil dengan Kohesi Tanah Kampar

Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa dari uji Triaksial UU terjadi peningkatan nilai kohesi seiring dengan bertambahnya variasi lapisan geotekstil. Pada penambahan geotekstil terbanyak (2 lapis) didapat nilai kohesi tanah sebesar 0,39 kg/cm² untuk tanah Padalarang, ini berarti tanah mengalami kenaikan sudut geser dalam sebesar 162,5 %.

5.2.5 Uji CBR

Tanah dasar (*subgrade*) pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% kepadatan maksimum. Daya dukung tanah dasar tersebut merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan. Untuk itu, nilai CBR-nya adalah nilai CBR yang diperoleh dari contoh tanah yang dibuat mewakili keadaan tanah tersebut setelah dipadatkan. CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam persentase.

Lebih jelas lagi dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$CBR = \frac{P_T}{P_S} \times 100\% \dots\dots\dots(5.7)$$

Keterangan :

P_T = beban percobaan (*test load*)

P_S = beban standar (*standard load*)

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalulintas. (Djatmiko Soedarmo, 1993).

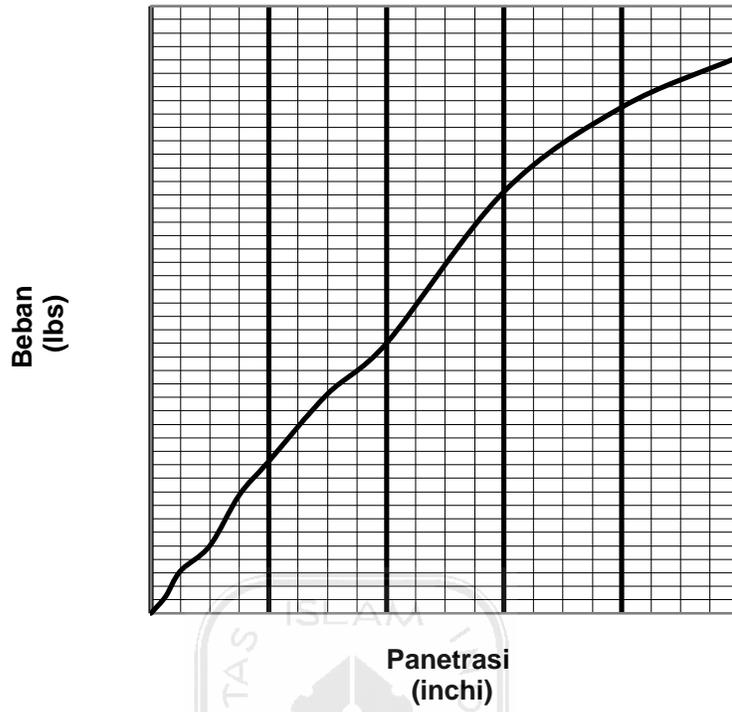
Pengujian yang dilakukan meliputi dua kondisi tanah, yaitu pada kondisi tanah asli dan pada kondisi tanah dilapisi geotekstil (variasi : 1 lapis dan 2 lapis). Perhitungan dilakukan dengan pengujian nilai CBR Soaked dan CBR Unsoaked.

Contoh perhitungan CBR Soaked pada tanah Kampar sampel I

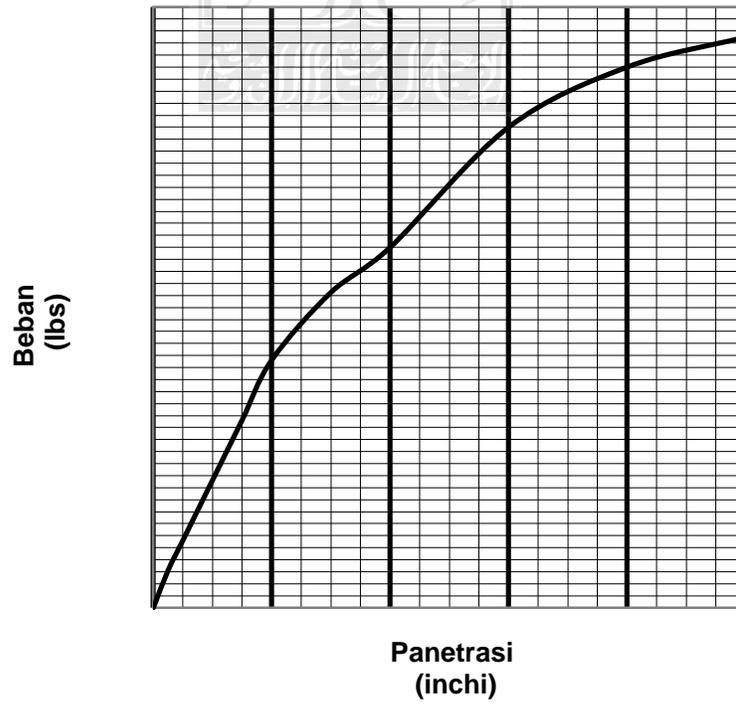
Pada menit ke-4 penurunan 0,2 inc pembacaan dial 16, beban 400,01 lbs

$$\begin{aligned}\text{Nilai CBR} &= \frac{400,01}{4500} \times 100\% \\ &= 8,89\%\end{aligned}$$

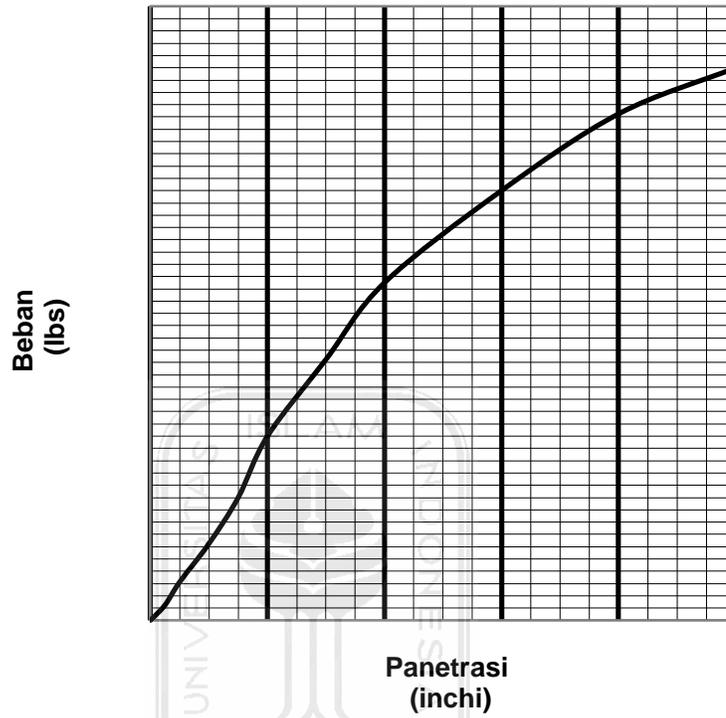
Grafik CBR Soaked dan Unsoaked untuk tanah (pada kondisi w optimum) dapat dilihat pada Gambar. 5.11 dan 5.12. Pada pengujian CBR Soaked dan Unsoaked ini tanah (pada kondisi w optimum) dilapisi dengan geotekstil dengan variasi lapisan 1 lapis dan 2 lapis dapat dilihat pada gambar. 5.13 s/d 5.16.



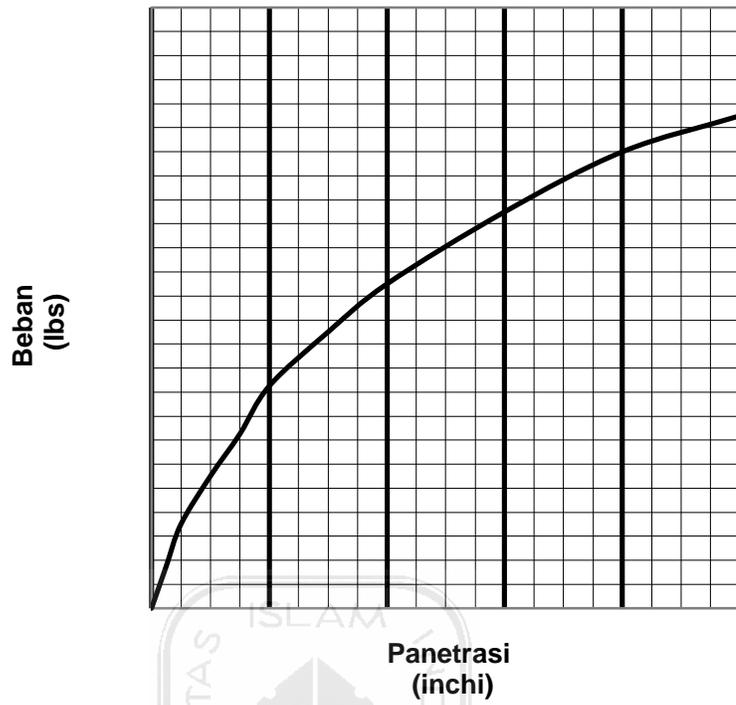
Gambar. 5.11 Grafik CBR Soaked Tanah w opt (Tanah Kampar Sampel I)



Gambar. 5.12 Grafik CBR Unsoaked Tanah w opt (Tanah Kampar Sampel I)

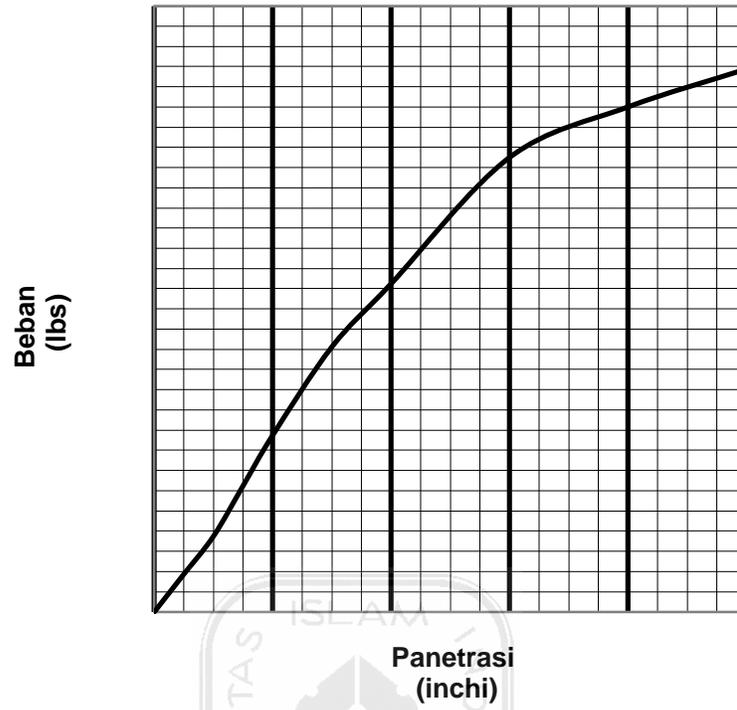


Gambar. 5.13 Grafik CBR Soaked Tanah w opt + Geotekstil 1 Lapis (Tanah Kampar Sampel I)

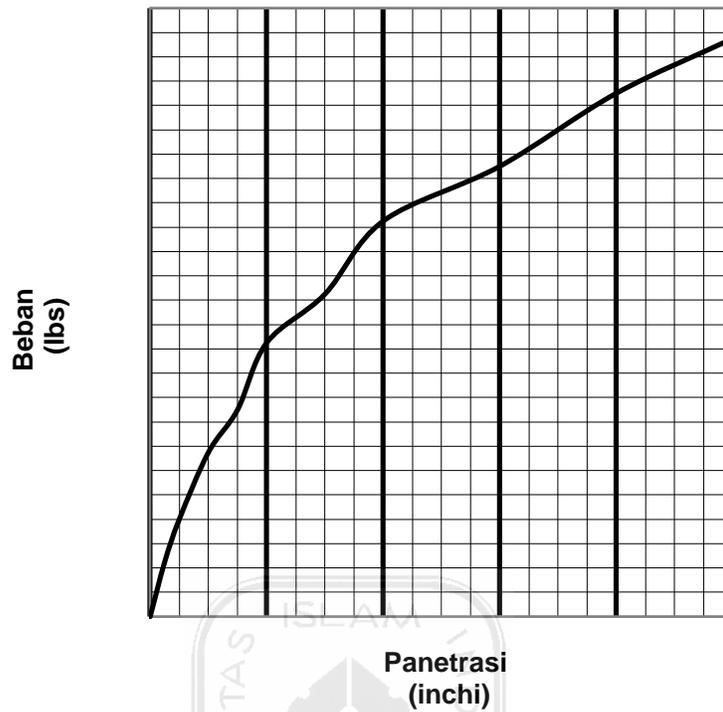


Gambar. 5.14 Grafik CBR Unsoaked Tanah w opt + Geotekstil 1 Lapis

(Tanah Kampar Sampel I)



Gambar. 5.15 Grafik CBR Soaked Tanah w opt + Geotekstil 2 Lapis
(Tanah Kampar Sampel I)



Gambar. 5.16 Grafik CBR Unsoaked Tanah w opt + Geotekstil 2 Lapis
(Tanah Kampar Sampel I)

Untuk lebih jelasnya berikut ini dibuat tabel hasil pengujian CBR seperti pada Tabel 5.7 dan 5.8.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian CBR Soaked Tanah Kampar

No	Percobaan	Nilai CBR (%)
1	Tanah w opt	8,89
2	Tanah w opt + geotekstil 1 lapis	12,22
3	Tanah w opt + geotekstil 2 lapis	14,44

Dari hasil pengujian CBR Soaked, dapat diambil penetrasi nilai CBR yang tertinggi. Untuk itu, nilai CBR penetrasi yang dipakai adalah nilai CBR 0,2”.

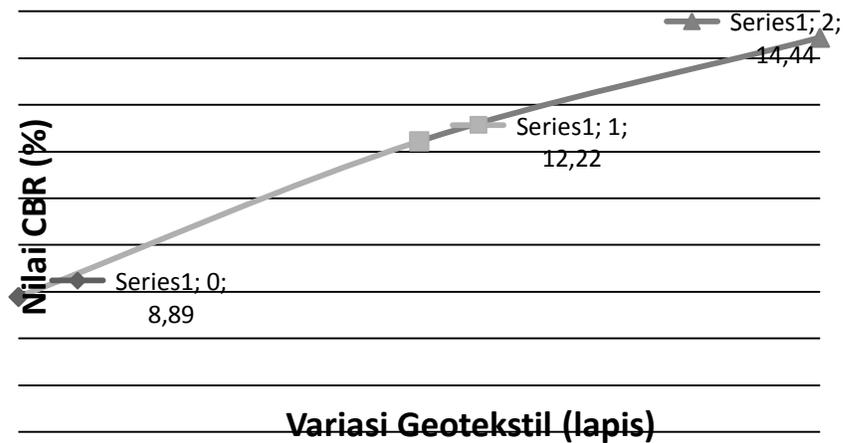
Tabel 5.8 Hasil Pengujian CBR Unsoaked Tanah Kampar

No	Percobaan	Nilai CBR (%)
1	Tanah w opt	27,50
2	Tanah w opt + geotekstil 1 lapis	30,83
3	Tanah w opt + geotekstil 2 lapis	37,50

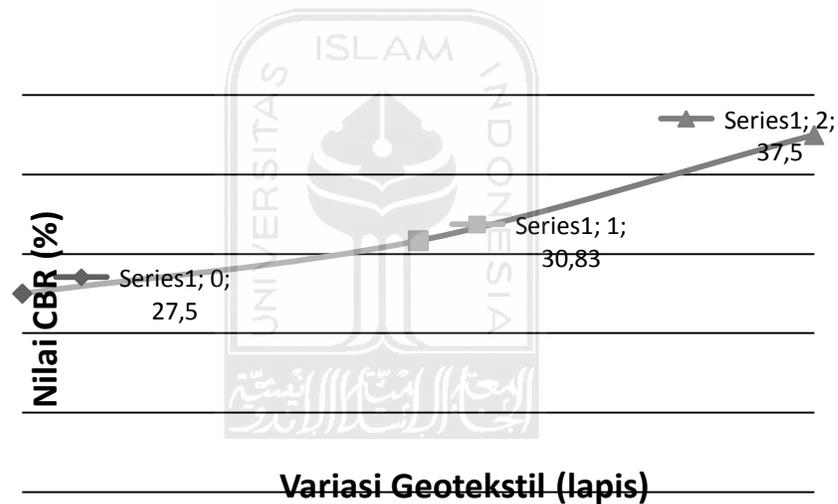
Dari hasil pengujian CBR Soaked, dapat diambil penetrasi nilai CBR yang tertinggi. Untuk itu, nilai CBR penetrasi yang dipakai adalah nilai CBR 0,1”.

5.2.6 Pembahasan Nilai CBR

Hasil dari pengujian CBR Soaked dan Unsoaked untuk penambahan geotekstil dengan variasi lapisan 1 lapis dan 2 lapis untuk penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan 5.18 di bawah ini.



Gambar 5.17 Grafik Hubungan Variasi Geotekstil dengan Nilai CBR Soaked (Tanah Kampar)



Gambar 5.18 Grafik Hubungan Variasi Geotekstil dengan Nilai CBR Unsoaked (Tanah Kampar)

Dari hasil pengujian CBR Soaked dan Unsoaked pada tanah Gambut daerah Kampar, dengan lapisan geotekstil menunjukkan nilai CBR yang semakin besar. Untuk itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penggunaan lapisan geotekstil dan pemadatan pada kadar air optimum akan mendapatkan daya dukung tanah yang semakin besar.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Tanah dasar telah dapat diperbaiki dengan diberi lapisan geotekstil, hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan pada nilai kohesi, sudut geser dalam, dan nilai CBR nya.

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium dan pembahasan pada bab sebelumnya yang menguji pengaruh penambahan lapis geotekstil *woven* tipe HRX 300 pada sampel tanah yang diambil dari daerah Kampar, Riau dengan beberapa macam variasi lapisan geotekstil maka dapat disimpulkan seperti di bawah ini:

1. Tanah di daerah Kampar adalah jenis tanah gambut memiliki kadar air sebesar **138,82%**. Nilai berat jenis sebesar **1,156**, dan berat volumenya sebesar **1,12 gr/cm³**. Dari pengujian Proktor Standar didapat berat volume kering maksimum sebesar **0,384 gr/cm³**, dan kadar air optimum **160,41%**.

2. Pengaruh penambahan geotekstil pada parameter geser tanah (1 lapis dan 2 lapis)

Dari pengujian Triaksial *unconsolidated undrained* didapat peningkatan kohesi 120,83% untuk geotekstil 1 lapis dengan 0,29 kg/cm², dan 162,5% untuk geotekstil 2 lapis dengan 0,39 kg/cm². Sedangkan dari peningkatan sudut geser dalam didapat 108,63% untuk geotekstil 1 lapis dengan 10,70°, dan 124,97% untuk geotekstil 2 lapis dengan 12,31°.

4. Pengaruh penambahan geotekstil pada nilai CBR (1 lapis dan 2 lapis)

Dari pengujian CBR dengan geotekstil 1 lapis didapat peningkatan nilai CBR 137,46% untuk CBR Soaked, dan 112,11% untuk CBR Unsoaked. Sedangkan pengujian CBR dengan geotekstil 2 lapis didapat peningkatan nilai CBR 162,43% untuk CBR Soaked, dan 136,36% untuk CBR Unsoaked.

6.2.Saran

1. Bagi peneliti setelah ini dapat mencoba memperbaiki tanah Gambut dengan bahan lain seperti dengan menambah bahan aditif.
2. Bagi para peneliti setelah ini, penelitian tanah Gambut Kampar dengan geotekstil sebagai bahan perkuatan tanah dapat ditindak lanjuti dengan variasi lapisan yang berbeda.

Mintalah penjelasan mengenai cara-cara pengujian dan pemakaian alat, cek terlebih dahulu apakah alat tersebut bekerja dengan baik atau tidak.



DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., Sifat-sifat dan Geoteknis Tanah, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.
- Brady, M.A. 1997 Dalam Murdiyarso dkk, Pendugaan Cadangan Karbon Pada Lahan Gambut, Bogor, Indonesia, 2004.
- Chabibullah, Fauzi dan Hidayat, W.C, Peningkatan Kuat Dukung Pada Perkuatan Tanah Lempung dengan Menggunakan Geotekstil, TA Mahasiswa SI JTS FTSP-UII, Yogyakarta, 2004.
- Daulay, Mirnasari, Pengaruh Pencampuran Clean Set Cement (CS-60) Pada Tanah Gambut Terhadap Parameter Kuat Geser, TA Mahasiswa SI JTS FTSP-UII, Yogyakarta, 2008.
- Dunn, I.S dkk, Dasar-Dasar Analisis Geoteknik, Penerbit IKIP Semarang Press, Semarang, 1980.
- Hardiyatmo, HC, Mekanika Tanah I, cetakan ke IV, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 2006.
- Hardiyatmo, HC, Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya, cetakan pertama, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 2008.
- Najiyati, Sri dkk, Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan, Bogor, 2005.
- Purwanto, Edy, Perkuatan Tanah, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Setiawan, Budi dan Damella, Fitra, Perbaikan Parameter Mekanis Tanah Urug

dengan Cara Stabilisasi dan Perkuatan Tanah, TA Mahasiswa SI JTS FTSP-
UII, Yogyakarta, 2003.

Sukirman, Silvia, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung, 1999.

Terzaghi, Karl dan Ralph B. Peck, Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa jilid I,
Penerbit Erlangga, 1967.

_____, Panduan Pratikum Mekanika Tanah, Universitas Islam Indonesia,
Yogyakarta, 2004.

_____, Buku Pedoman Tugas Akhir dan Praktik Kerja, Universitas Islam Indonesia,
Yogya karta, 2010.

