

**PENGARUH SUBSTITUSI PASIR PADA TANAH ORGANIK
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT GESER
(Skripsi)**

**Oleh
RIZKY DWI PUTRA**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

THE IMPACT OF SAND SUBSTITUTION ON ORGANIC SOIL AGAINST UNCONFINE COMPRESSIVE STRENGTH AND DIRECT SHEAR

By :

Rizky Dwi Putra

Physical properties of organic soils have a very high water content and low bearing capacity. One method to increase the bearing capacity of the soil is by adding or mixing with materials that have a high bearing capacity. By adding sand on the sample in this study is expected to increase the bearing capacity of organic soils of compressive strength and strong shear. The study was conducted in the laboratory of Soil Mechanics Faculty of Engineering, University of Lampung, by making a sample of the results of compaction standard, then the samples are given the addition of sand to the percentage increments of 5%, 10%, 15%, and 20% for the comparison of the compressive strength (q_u), shear angle (ϕ), and the value of cohesion (c) after the addition of sand.

Results of testing the compressive strength and shear strength showed soil behavior in a state of the sample with the addition of sand up to 20% has an increased q_u and ϕ , but a decline in the value of soil cohesion. The more increasing mix of sand in the soil samples, the values of cohesion / coherence on the ground will be more decreased, but the sand has good gradation and strong grain will be able to withstand the load that works vertically or horizontally.

Keywords: *Organic Soil, Compressive strength and Shear strength, Friction Angle, and Cohesion.*

ABSTRAK

PENGARUH SUBSTITUSI PASIR PADA TANAH ORGANIK TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT GESER

Oleh :

Rizky Dwi Putra

Tanah organik menimbulkan banyak kendala bagi konstruksi yang akan dibangun di atasnya dan pada umumnya diakibatkan oleh sifat fisik tanah organik yang mempunyai kandungan air yang sangat tinggi dan daya dukung rendah. Sifat fisik suatu material akan sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik material itu pula, begitu juga yang terjadi pada tanah organik. Sifat mekanik tanah organik sangatlah rendah, contohnya nilai kuat tekan dan kuat gesernya. Salah satu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah adalah dengan menambah atau mencampur dengan material yang memiliki nilai daya dukung yang tinggi. Dengan menambahkan pasir pada sampel dalam penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan daya dukung tanah organik terhadap kuat tekan dan kuat gesernya.

Penelitian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung dengan cara membuat sampel dari hasil pemadatan standar, kemudian sampel diberikan penambahan pasir dengan persentase penambahan sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% untuk melihat perbandingan nilai kuat tekan (q_u), sudut geser (ϕ), dan nilai kohesi (c) setelah dilakukan penambahan pasir.

Hasil pengujian kuat tekan dan kuat geser menunjukkan perilaku tanah dalam keadaan sampel dengan penambahan pasir hingga 20% mengalami peningkatan q_u dan ϕ , namun terjadi penurunan nilai kohesi tanah. Semakin bertambahnya campuran pasir pada sampel tanah, maka nilai kohesi/lekatan pada tanah akan semakin berkurang, namun pasir yang memiliki gradasi yang baik dan butiran yang kuat akan mampu menahan beban yang bekerja secara vertikal maupun horizontal.

Kata kunci : Tanah Organik, Kuat Tekan, Kuat Geser, Sudut Geser, dan Kohesi.

**PENGARUH SUBSTITUSI PASIR PADA TANAH ORGANIK
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT GESER
(Skripsi)**

Oleh

RIZKY DWI PUTRA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

**PENGARUH SUBSTITUSI PASIR PADA TANAH
ORGANIK TERHADAP KUAT TEKAN DAN
KUAT GESER**

Nama Mahasiswa

Rizky Dwi Putra

No. Pokok Mahasiswa

0915011083

Jurusan

S1 Teknik Sipil

Fakultas

Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Iswan, S.T., M.T.

NIP. 197206082005011001

Dr. Ir. Lusmelia Afriani, DEA

NIP. 196505101993032008

2. Ketua Jurusan

Gatot Eko S, S.T, M.Sc, PhD

NIP. 197009151995031006

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

Ketua

: Iswan, S.T., M.T.

Sekretaris

: Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, DEA

Penguji

Bukan Pembimbing : Ir. M. Jafri, M.T.

2. **Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**

Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.,

NIP. 196207171987031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 27 April 2016

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2016



Rizky Dwi Putra
Rizky Dwi Putra

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Rizky Dwi Putra lahir di Bandar Lampung, pada tanggal 25 Mei 1991, merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Sunarko dan Ibu Nasirah. Penulis memiliki dua orang saudara bernama Jaka Kharisma Dhona dan Panji Triantoro.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 3 Labuhan Dalam, Tanjung Senang Bandar Lampung, yang diselesaikan pada tahun 2003. Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SMPN 19 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2006. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMAN 5 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2009.

Penulis diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2009. Penulis selama kuliah aktif dalam organisasi internal kampus dan banyak mengalami perjalanan bersama MATALAM FT Universitas Lampung sebagai Kepala Divisi Ekspedisi pada tahun 2011 serta sebagai Ketua Umum masa jabatan 2012-2013 dan HMJ Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (Himateks) periode 2011-2012.

MOTO

*....Teriknya Matahari dan Dingin Cahaya Rembulan Takkan Menyurutkan
Tekat Kami.... "Spirit Like a Sea, Brave Like a Mountain"
(MATALAM FT UNILA)*

*"Usaha Kita Hanyaalah Dinilai Sebagai Ibadah, Karena Semuanya Sudah
Skenario Tuhan"
(Novriadi Ismail)*

*"Jadikan Rasa Takut Untuk Kita Agar Lebih Berhati-Hati Dalam Melangkah,
Bukan Malah Meracuni Kita Untuk Berhenti Melangkah"
(Iswan)*

Persembahan

Sebuah karya kecil buah pemikiran dan kerja keras untuk,

Ayahandaku tercinta Sunarko

Ibundaku tercinta Nasirah

Kakanda Jaka Kharisma Dhona

Ananda Panji Triantoro

Sahabat seperjuangan Teknik Sipil Angkatan 2009

Persaudaraan hampir sedarah MATALAM FT UNILA

SIPIL JAYA!!! MATALAM LESTARI!!!

SANWACANA

Alhamdullilahi Robbil 'Alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul ***Pengaruh Substitusi Pasir Pada Tanah Organik Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Geser*** dapat terselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada program reguler Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Bapak Iswan S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I atas waktu dan kesabarannya selama proses bimbingan, sehingga skripsi ini dapat dibuat dan diselesaikan.
2. Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, DEA Dosen Pembimbing II atas arahnya dalam penyusunan skripsi ini yang membuat skripsi ini menjadi lebih baik.

3. Bapak Ir. M. Jafri. M.T. selaku Dosen Penguji atas kritik membangun, serta argumentasinya yang mendorong penulis untuk terus belajar dan penulis yakin beliau melakukannya untuk membuat penulis menjadi seseorang yang lebih baik.
4. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Bapak Gatot Eko S, S.T, M.Sc, PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
6. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademis.
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, untuk segala dedikasinya yang telah membantu penulis dalam proses pendidikan. Penulis bahkan sadar ucapan terima kasih tidak akan cukup untuk menggambarkan dedikasi dan pengabdian beliau-beliau terhadap perkembangan pendidikan penulis.
8. Seluruh karyawan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Lampung, Mas Pardin, Mas Miswanto, Mas Budi, Mas Bayu dan Mas Andi yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama penulis melakukan penelitian.
9. Ayahku Sunarko Ibuku Nasirah yang tidak telah memberikan restu dan doanya, Kakanda (Jaka Kharisma Dhona) serta Ananda (Panji Triantoro) yang selalu memberi warna dan do'a di kehidupan penulis dalam menyelesaikan kuliah di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
10. Rekan-rekan seperjuangan injury time, Agus Ciguk, Rambe Renol, dan Paul. Semoga kita semua berhasil menggapai impian. Amin.

11. Tema-teman angkatan 2009 yang tidak pernah bosan untuk memotivasi dan dimotivasi penulis agar terus berusaha.
12. Seluruh keluarga besar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung yang tergabung dalam HIMATEKS
13. Abang, Mbak, dan Saudara keanggotaan MATALAM FT UNILA
14. Risky Nurjanah S. yang selalu memberikan semangat dan selalu disemangati penulis.
15. Rinjani, Welirang, Arjuno, Semeru, Merapi, Dempo, Kerinci, Pesagi, Rajabasa, dan Tanggamus. Kalian sangat mematikan, tapi tidak untuk kami yang datang dengan semangat tinggi. Terimakasih atas pelajaran yang indah.

Akhir kata, Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi dengan sedikit harapan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermafaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, April 2016

Penulis,

Rizky Dwi Putra

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
SANWACANA	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xii

I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	4
1.3. Lokasi	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah	6
2.2. Klasifikasi Tanah	8
2.3. Tanah Organik	12
2.4. Hubungan Antara Morfologi dan Sifat-Sifat Organik	14

2.5. Klasifikasi Tanah Gambut	17
2.6. Perilaku Tanah Organik	19
2.7. Pasir	20
2.8. Kuat Tekan Bebas	22
2.9. Analisa Perhitungan Pengujian Kuat Tekan Bebas	22
2.10. Kuat Geser Tanah	23
2.11. Korelasi Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser Langsung	26
2.12. Penelitian Terdahulu	27

III METODE PENELITIAN

3.1. Sampel Tanah	30
3.2. Pelaksanaan Pengujian	30
3.3. Pengujian Sifat Fisik Tanah	31
3.4. Prosedur Pengujian Utama	42
3.5. Analisis Data	45

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Fisik	48
4.2. Analisa Hasil Pengujian Kadar Air	49
4.3. Analisa Hasil Pengujian Berat Jenis	49
4.4. Uji Berat Volume	50
4.5. Uji Analisa Saringan	51
4.6. Uji Hidrometer	53
4.7. Uji Batas <i>Atterberg</i>	54
4.8. Data Hasil Pengujian Pemadatan Tanah	55

4.9. Uji Kimia	59
4.10. Klasifikasi Tanah	60
4.11. Analisa Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	61
4.12. Analisa Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas pada Tanah Asli dan pada Tanah Asli yang Disubstitusi dengan Pasir	63
4.13. Analisa Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung.....	66
4.14. Analisa Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung pada Tanah Asli dan pada Tanah Asli yang Dicampur dengan Pasir	68
4.15. Korelasi antara Kuat Tekan Bebas dan Kuat Geser Langsung.....	71

V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran	76

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.2. Garis Keruntuhan menurut Mohr	25
2.3. Kurva Gabungan Pengujian Kuat Tekan Bebas Rata-rata (<i>A. Waruwu</i>)...	28
2.4. Hubungan Fraksi Lempung dengan Nilai Sudut Geser	30
3.1. Bagan Alir Penelitian	47
4.1. Grafik Hasil Analisa Saringan	52
4.2. Grafik Hasil Hidrometer dan Analisa Saringan	54
4.3. Grafik Kadar Air Optimum Tanah Asli	56
4.4. Grafik Kadar Air Optimum Tanah Asli + Pasir 5%	56
4.5. Grafik Kadar Air Optimum Tanah Asli + Pasir 10%	57
4.6. Grafik Kadar Air Optimum Tanah Asli + Pasir 15%	57
4.7. Grafik Kadar Air Optimum Tanah Asli + Pasir 20%	57
4.8. Grafik Hubungan Persentase Campuran Tanah Organik dengan Pasir Terhadap Berat Volume Kering.....	58
4.9. Grafik Nilai Kuat Tekan Bebas pada Masing–Masing Pencampuran Pasir	64
4.10. Grafik Hubungan Fraksi Organik dengan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u).....	65
4.11. Grafik Hubungan Persentase Campuran dengan Nilai Koheesi Hasil Pengujian Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	69

4.12. Grafik Hubungan Persentase Campuran Pasir dengan Nilai Sudut Geser

Hasil Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*)..... 69

4.13. Grafik Korelasi Kuat Tekan Bebas dengan Kohesi Tanah 71**4.14. Grafik Korelasi Kuat Tekan Bebas dengan Kuat Geser Maksimum 72**

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Sistem Klasifikasi <i>Unified Soil Classification System</i> (USCS)	11
2.2. Penggolongan Tanah Berdasarkan Kandungan Organik	15
2.3. Batas Gradasi Butiran Pasir	21
2.4. Nilai Tipikal Sudut Geser Dalam (ϕ) Pada Tanah Pasir, (Lambe, W., 1969).	22
4.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Organik.	48
4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis (Gs) Tanah Asli	49
4.3. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli.....	50
4.4. Hasil Pengujian Analisis Saringan.....	52
4.5. Hasil Pengujian Hidrometer.....	53
4.6. Hasil Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Tanah Asli	54
4.7. Hasil Uji Pemadatan Standar	58
4.8. Hasil Uji Kadar Organik.....	59
4.9. Hasil Uji Kadar Abu	60
4.10. Hasil Uji Kadar Serat.....	60
4.11. Pengujian Kuat Tekan Bebas pada Sampel A Tanah Asli.....	62
4.12. Hasil Perhitungan Nilai Kuat Tekan (q_u) pada Sampel A.....	62
4.13. Hasil Perhitungan Nilai Kuat Tekan (q_u) pada Sampel B	63
4.14. Hasil Perhitungan Nilai Kuat Tekan (q_u) pada Sampel C	63

4.15.	Hasil Perhitungan Nilai Kuat Tekan (q_u) pada Sampel D.....	63
4.16.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas (q_u)	64
4.17.	Pengujian Kuat Geser pada Sampel Tanah Asli	66
4.18.	Pengujian Kuat Geser pada Sampel A Tanah Asli + 5% Pasir (q_u).....	67
4.19.	Pengujian Kuat Geser pada Sampel B Tanah Asli + 10% Pasir (q_u).....	67
4.20.	Pengujian Kuat Geser pada Sampel C Tanah Asli + 15% Pasir (q_u).....	68
4.21.	Pengujian Kuat Geser pada Sampel D Tanah Asli + 20% Pasir (q_u).....	68
4.22.	Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung.....	69

DAFTAR NOTASI

γ	= Berat Volume
γ_u	= Berat Volume Maksimum
ω	= Kadar Air
G _s	= Berat Jenis
LL	= Batas Cair
PI	= Indeks Plastisitas
PL	= Batas Plastis
q	= Persentase Berat Tanah yang Lolos Saringan
W _w	= Berat Air
W _c	= Berat <i>Container</i>
W _{cs}	= Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Sebelum dioven
W _{ds}	= Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Setelah dioven
W _n	= Kadar Air Pada Ketukan ke-n
W ₁	= Berat <i>Picnometer</i>
W ₂	= Berat <i>Picnometer</i> + Tanah Kering
W ₃	= Berat <i>Picnometer</i> + Tanah Kering + Air
W ₄	= Berat <i>Picnometer</i> + Air
W _{ci}	= Berat Saringan
W _{bi}	= Berat Saringan + Tanah Tertahan

W_{ai}	= Berat Tanah Tertahan
ΔH	= Pengembangan Akibat Peningkatan Air
H_1	= Tinggi Benda Uji Sebelum Penambahan Air
H_2	= Tinggi Benda Uji Setelah Penambahan Air
C	= Kohesi
Φ	= Sudut Geser Dalam
q_u	= Nilai Kuat Tekan

I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam pembangunan konstruksi sipil, tanah tidak akan lepas kaitannya dalam pekerjaan Teknik Sipil, dimana tanah merupakan material yang sangat berpengaruh pada berbagai macam pekerjaan konstruksi ataupun sebagai tempat diletakkannya struktur. Dalam hal ini, tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan/ konstruksi itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada. Salah satu tanah yang biasa ditemukan pada suatu konstruksi yaitu jenis tanah organik/ gambut.

Sejalan dengan lajunya pembangunan, terutama berkaitan dengan pekerjaan – pekerjaan teknik sipil baik berupa konstruksi bangunan gedung, jalan atau pembuatan daerah transmigrasi dan sebagainya. Dari jumlah pekerjaan tersebut pada daerah tanah gambut menimbulkan banyak masalah bagi konstruksi yang akan dibangun di atasnya, pada umumnya diakibatkan oleh sifat – sifat fisik tanah gambut yang mempunyai kandungan air (kadar air yang sangat tinggi). Sehingga tanah gambut mempunyai sifat kurang menguntungkan bagi konstruksi bangunan

sipil, karena mempunyai kadar air yang tinggi, kemampuan dukung rendah dan pemampatan yang tinggi. Maka pembangunan konstruksi pada lokasi tanah gambut mempunyai banyak kendala, karena penyelidikan dan penelitian memadai untuk mengetahui karakteristik serta perilaku tanah gambut belum cukup dilakukan.

Pada tanah organik memiliki sifat dan karakteristik yang sangat berbeda dengan tanah lempung. Untuk mengetahui karakteristik kimia tanah organik pula diperlukan pengujian pengujian kadar organik, kadar abu, dan kadar serat sebagai pertimbangan untuk mengetahui karakteristik tanah organik. Berbagai penyelidikan terhadap daya dukung tanah gambut menunjukkan bahwa daya dukungnya bahkan lebih rendah dari *soft clay* (Jelusic & Leppanen, 1992).

Jika konstruksi yang akan dibangun mempunyai beban relatif merata seperti jalan, maka salah satu alternatif untuk memperbaiki tanah gambut tersebut sebelum mendirikan bangunan di atasnya adalah mempelajari perilaku – perilaku tanah gambut setelah mendapatkan penambahan beban. Untuk memperbaiki sifat tanah gambut maka dilakukan suatu penelitian dengan melakukan pemampatan awal, sehingga diharapkan penurunan yang terjadi akibat pembebanan semakin berkurang serta bertambahnya nilai kuat geser terhadap beban yang dipikulnya.

Seperti material teknik lainnya, tanah organik mengalami penyusutan volume jika menderita tekanan merata di sekelilingnya. Apabila menerima tegangan geser, tanah akan mengalami distorsi dan apabila distorsi yang terjadi cukup besar maka partikel-partikelnya akan terpelesep satu sama lain dan tanah akan dikatakan gagal dalam geser. Dalam arah vertikal semua jenis tanah daya dukung terhadap

tegangan tarik sangat kecil atau bahkan tidak mampu sama sekali, unsur-unsur tarikan jarang sekali terjadi dalam geser. Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisa-analisa daya dukung tanah (*bearing capacity*), tegangan tanah terhadap dinding penahan (*earth pressure*) dan kestabilan lereng (*slope stability*). Setyanto(1993), dan Farni I(1996), menghasilkan analisis dan eksperimentasi mengenai kekuatan geser tanah gambut Palembang menggunakan modifikasi alat pembebanan awal. Alat tersebut mempunyai ukuran yang sama dengan dimensi contoh yang akan diuji.

Uji kuat geser tanah untuk menentukan kuat geser tanah dan susut geser dalam tanah. Sedangkan kuat tekan (*Unconfined Compression Test*) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk menghitung kekuatan geser tanah. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut.

Tegangan-regangan bergantung pada sifat tanah bila diberi beban, artinya dalam hitungan tegangan didalam tanah, tanah dianggap bersifat homogen, elastis, isotropis dan terdapat hubungan linier antara tegangan dan regangan. Apabila kebanyakan bahan teknik terdapat hubungan antara tegangan dan regangan untuk setiap peningkatan tegangan terjadi peningkatan regangan yang sebanding sebelum batas tegangan tercapai. Jika tegangan mencapai nilai batas, hubungan regangan tidak lagi proposional dengan tegangan.

1.2. Batasan Masalah

Pada penelitian ini lingkup pembahasan dan masalah yang akan dianalisis dibatasi dengan:

1. Sampel tanah yang diuji menggunakan material tanah organik.
2. Pengujian karakteristik tanah :
 - a. Pengujian kadar serat.
 - b. Pengujian kadar abu.
 - c. Pengujian kadar organik.
3. Pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan adalah:
 - a. Pengujian kadar air
 - b. Pengujian berat volume
 - c. Pengujian analisa saringan
 - d. Pengujian berat jenis
 - e. Pengujian batas *atterberg*
 - f. Pengujian hidrometer
4. Pengujian sifat mekanik tanah yang dilakukan adalah:

Pengujian pada tanah organik menggunakan pengujian kuat tekan dan kuat geser, dengan penambahan material kasar (pasir).

1.3. Lokasi

1. Pengujian sifat fisik tanah untuk menentukan karakteristik tanah organik dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung.

2. Pengujian sifat kimia tanah untuk menentukan karakteristik tanah organik serta kandungan organik tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Polinela (Politeknik Negeri Lampung)
3. Pengujian kuat tekan dan kuat geser pada tanah organik dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sifat fisik tanah organik Kec. Jabung, Lampung Timur.
2. Mengetahui besarnya kuat tekan dan kuat geser pada tanah organik yang disubstitusi material pasir.
3. Mengetahui hubungan kuat tekan dengan sudut geser pada tanah organik yang disubstitusi material pasir.
4. Mengetahui hubungan kuat tekan dengan kohesi pada tanah organik yang disubstitusi material pasir.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat antara lain :

1. Sebagai bahan pertimbangan bagi para *engineer* bidang teknik sipil untuk penerapan di lapangan khususnya pondasi pada tanah yang kurang baik.
2. Sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang teknologi material.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan kepada ilmu pengetahuan tentang sifat – sifat fisik dan mekanik tanah organik.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

Tanah adalah material yang terdiri dari butiran mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1988). Selain itu dalam arti lain tanah merupakan akumulasi partikel mineral atau ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (Craig, 1991). Tanah juga didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori yang berisi air dan udara. Ikatan yang lemah antara partikel-partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang tersenyawa diantara partikel-partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik bila hasil dari pelapukan tersebut di atas tetap berada pada tempat semula maka bagian ini disebut tanah sisa (*residu soil*). Hasil pelapukan terangkut ke tempat lain dan mengendap di beberapa tempat yang berlainan disebut tanah bawaan (*transportation soil*). Media pengangkutan tanah berupa gravitasi, angin, air dan *gletsyer*. Pada saat akan berpindah tempat, ukuran dan bentuk partikel-partikel dapat berubah dan terbagi dalam beberapa rentang ukuran.

Tanah menurut Bowles (1989) adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan batu besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm dan untuk kisaran ukuran-ukuran 150 mm – 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles/ pebbles*).
2. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm – 5 mm, yang berkisar dari kasar (3 mm–5 mm) sampai halus (< 1 mm).
3. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm – 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
4. Lempung (*clay*) adalah partikel yang berukuran lebih dari 0,002 mm, partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi dari tanah yang kohesif.
5. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam, berukuran lebih dari 0,01 mm.
6. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.

Metode yang dipakai dalam teknik sipil untuk membedakan dan menyatakan berbagai tanah, sebenarnya sangat berbeda dibandingkan dengan metode yang dipakai dalam bidang geologi atau ilmu tanah. Sistem klasifikasi yang digunakan dalam mekanika tanah dimaksudkan untuk memberikan keterangan mengenai sifat-sifat teknis dari bahan-bahan itu dengan cara yang sama, seperti halnya pernyataan-pernyataan secara geologis dimaksudkan untuk member keterangan mengenai asal geologis dari tanah.

Adapun menurut para ahli teknik sipil, tanah dapat didefinisikan sebagai :

1. Tanah adalah kumpulan butiran (agregat) mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat dimaksud diaduk dalam air (Terzaghi, 1987).
2. Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai/lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (Craig, 1987)
3. Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang terikat secara kimia satu dengan yang lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (partikel padat) disertai zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).
4. Secara umum tanah terdiri dari tiga bahan, yaitu butir tanahnya sendiri serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antar butir-butir tersebut (Wesley, 1997).

2.2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci. Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat tanah serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut. Tanah-

tanah yang dikelompokkan dalam urutan berdasarkan suatu kondisi fisik tertentu. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar.

Jenis dan sifat tanah yang sangat bervariasi ditentukan oleh perbandingan banyak fraksi-fraksi, sifat plastisitas butir halus. Klasifikasi bermaksud membagi tanah menjadi beberapa golongan tanah dengan kondisi dan sifat yang serupa diberi simbol nama yang sama.

Ada cara klasifikasi yang umum yang digunakan, yaitu sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS). Sistem ini pada awalnya diperkenalkan oleh Casagrande (1942) untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers* (Das, 1995). Kemudian *American Society for Testing and Materials* (ASTM) telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik. Sistem klasifikasi USCS mengklasifikasi tanah ke dalam dua kategori utama yaitu:

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir di mana kurang dari 50 % berat total contoh tanah lolos saringan No. 200, yaitu tanah berkerikil dan berpasir. Simbol dari kelompok ini dimulai dari huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*), yaitu: tanah di mana lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos saringan No. 200, yaitu tanah

berlanau dan berlempung. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol Pt digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi (*organic soil*).

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS:

W = *well graded* (tanah dengan gradasi baik)

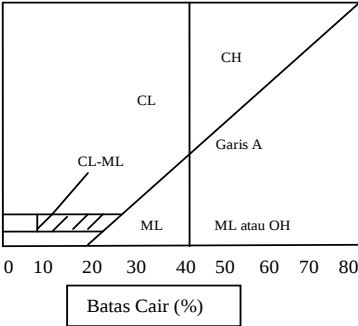
P = *poorly graded* (tanah dengan gradasi buruk)

L = *low plasticity* ($LL < 50$)

H = *high plasticity* ($LL > 50$)

Klasifikasi sistem *Unified Soil Classification System* (USCS) secara visual di lapangan sebaiknya dilakukan pada setiap pengambilan contoh tanah. Hal ini berguna di samping untuk dapat menentukan pemeriksaan yang mungkin perlu ditambahkan, juga sebagai pelengkap klasifikasi yang dilakukan di laboratorium agar tidak terjadi kesalahan label.

Tabel 2.1. Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS)

Divisi Utama			Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus ; Kurang dari 5% lolos saringan no.200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol doble	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3	
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai doble simbol
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	
	Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik , pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3	
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus			
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai doble simbol	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$		
		Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.	
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)		
OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah						
Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$	MH		Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis				
	CH		Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)				
	OH		Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi				
	Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488		

2.3. Tanah Organik

Tanah Organik adalah merupakan tanah yang mengandung banyak komponen organik, ketebalannya dari beberapa meter hingga puluhan meter di bawah tanah. Tanah organik berwarna hitam dan merupakan pembentuk utama lahan gambut. Tanah jenis ini umumnya mudah mengalami penurunan yang besar. perilaku tanah organik sangat tergantung pada kadar organik (*organic content*), kadar abu (*ash content*), kadar serat (*fibrous content*). Makin tinggi kandungan organiknya makin rendah daya dukungnya (*bearing capacity*) dan kekuatan gesernya (*shear strength*), serta makin besar pemampatannya (*compressibility*).

Tanah organik memiliki tekstur terbuka dimana selain pori-pori makro, tekstur tanah organik juga didominasi oleh pori-pori mikro yang berada di dalam serat-serat organik. Dengan sistem pori ganda dan tingkat homogenitas yang tidak merata tersebut, serta berat isi tanah yang mendekati berat isi air, maka masalah pemampatan (*compressibility*) yang besar bisa mengakibatkan penurunan (*settlement*) yang besar juga. Selain itu karena tanah organik ini sangat lembek pada umumnya mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang rendah.

Tanah gambut yang ada di Indonesia sekarang ini terbentuk dalam waktu lebih dari 5000 tahun (Hardjowigeno,1997) dan merupakan jenis gambut tropis yang terbentuk sebagai hasil proses penumpukan sisa tumbuhan rawa seperti berbagai macam jenis rumput, paku-pakuan, bakau, pandan, pinang, serta tumbuhan rawa lainnya (Van de Meene, 1984). Karena tempat tumbuh dan tertimbunnya sisa tumbuhan tersebut selalu lembab dan tergenang air serta sirkulasi oksigen yang kurang bagus, maka proses humifikasi oleh bakteri tidak berjalan dengan

sempurna. Sebagai akibatnya sebagian serat-serat tumbuhan masih terlihat jelas dan sangat mempengaruhi perilaku dari tanah gambut yang bersangkutan.

Perilaku dan sifat tanah organik sangat tergantung pada komposisi mineral dan unsur-unsur kimianya, tekstur dan partikel-partikelnya serta pengaruh lingkungan disekitarnya. Sehingga untuk dapat memahami sifat dan perilakunya diperlukan pengetahuan tentang mineral dan komposisi kimia gambut. Hal ini dikarenakan mineralogi adalah faktor utama untuk mengontrol ukuran, bentuk, dan sifat fisik serta kimia dari partikel gambut. Sampai saat ini, penelitian gambut dibidang teknik sipil masih sangat sedikit sekali dilakukan di Indonesia. Sehingga pengetahuan tentang gambut masih sangat sedikit sekali. Oleh karena itu, pemecahan dengan metoda yang benar dan tepat adalah sangat diharapkan agar konstruksi yang dibangun dapat berdiri dengan kuat dan aman. Di dalam rekayasa geoteknik telah lama dikenal beberapa cara bagaimana memanfaatkan tanah asli yang memenuhi syarat sebagai material konstruksi, misalnya pada tanah lunak, gambut dan sebagainya. Hasil dari upaya rekayasa tersebut didapat keadaan tanah dengan daya dukung yang lebih baik serta sifat-sifat lainnya yang positif dilihat dari sudut pandang konstruksi. Untuk hal tersebut di atas telah dikenal rekayasa stabilisasi tanah untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang kurang menguntungkan dari segi konstruksi. Sehingga sifat-sifat dan karakteristik tanah tersebut menjadi memadai sebagai material konstruksi.

2.4. Hubungan Antara Morfologi dan Sifat-Sifat Organik

Hoobs memperlihatkan bahwa sifat-sifat gambut merupakan hasil dari proses morfologis, yang memberikan beberapa hubungan sebagai berikut :

1. Akibat pengaruh seratnya, stabilitas seperti ini bukan masalah pada gambut rancah berserat yang permeabel, sementara bila dilihat pada gambut rumput yang kurang permeabel, plastik, dan sangat berhumus, maka kestabilan dan laju pembebanan merupakan pertimbangan yang paling penting.
2. Gambut rumput yang terbentuk oleh penetrasial umumnya didukung oleh lumpur organik yang dapat menyebabkan masalah teknik yang besar.
3. Stratifikasi pada gambut rumput seperti ini relatif mendatar. Digabungkan dengan penghumusan yang tinggi dan permeabilitas yang kurang, drainase tegak mungkin memiliki penggunaan yang bermanfaat dalam mempercepat lendutan-pampat primer. Sedangkan gambut rancah sering memiliki drainase tegak alami dalam bentuk *betting cotton-grass* berlajur sehingga drainase tegak mungkin saja terbukti tidak efisien.
4. Permukaan batas antara gambut lumut sangat lapuk dan terlestarikan baik, yang disebabkan oleh pergeseran iklim menyebabkan stratigrafi berlapis yang sangat berbeda jika dibandingkan dengan karakteristik tegak yang diakibatkan oleh pertumbuhan mendatar. Keadaan hidrolik *anisotropi* akan terjadi. Satu permukaan berulang umumnya akan muncul dan akan cenderung bertindak sebagai akuiklud mendatar pada drainase tegak dan tekanan pori akan terbebas pada waktu pekerjaan teknik berlangsung (*Horison Weber-Grenz*).

Tabel 2.2. Penggolongan Tanah Berdasarkan Kandungan Organik

Kandungan Organik	Kelompok Tanah
$\geq 75\%$	Gambut
25% - 75%	Tanah Organik
$\leq 25\%$	Tanah dengan Kandungan Organik Rendah

(Sumber: Pedoman Konstruksi Jalan di Atas Tanah Gambut dan Organik, 1996)

Tanah gambut mempunyai sifat beragam karena perbedaan bahan asal, proses pembentukan dan lingkungannya. Pada umumnya tanah gambut berwarna coklat tua meskipun bahan asalnya berwarna hitam, coklat, atau kemerah-merahan. Setelah mengalami dekomposisi terdapat senyawa-senyawa asam humik berwarna gelap.

Tanah gambut mempunyai sifat-sifat yang menonjol antara lain:

1. Kerapatan massa yang lebih bila dibandingkan dengan tanah mineral
2. Kecilnya berat tanah gambut bila kering

Dalam keadaan kering berat isi tanah organik bila dibandingkan dengan tanah mineral adalah rendah, yaitu 0,2 - 0,3 merupakan nilai umum bagi tanah organik yang telah mengalami dekomposisi lanjut. Suatu lapisan tanah mineral yang telah diolah berat isinya berkisar 1,25 - 1,45.

3. Kemampuan menahan air tinggi

Tanah Organik mempunyai kapasitas menahan air yang tinggi. Mineral kering dapat menahan air $1/5 - 2,5$ dari bobotnya, sedangkan tanah organik dapat 2 – 4 kali dari bobot keringnya. Gambut lumut yang belum

terkomposisi sedikit lebih banyak dalam menahan air, sekitar 12 atau 15 bahkan 20 kali dari bobotnya sendiri.

4. Sifat penyangga

Pada tanah organik lebih banyak diperlukan belerang atau kapur yang digunakan untuk perubahan pH pada tingkat nilai yang sama dengan tanah mineral. Hal ini disebabkan karena sifat penyangga tanah ditentukan oleh besar kapasitas tukar kation, dengan demikian tanah organik umumnya memperlihatkan gaya resistensi yang nyata terhadap perubahan pH bila diandingkan dengan tanah mineral.

Sifat fisik tanah gambut lainnya adalah sifat mengering tidak balik. Gambut yang telah mengering, dengan kadar air $<100\%$ (berdasarkan berat), tidak bisa menyerap air lagi kalau dibasahi. Gambut yang mengering ini sifatnya sama dengan kayu kering yang mudah hanyut dibawa aliran air dan mudah terbakar dalam keadaan kering. Gambut yang terbakar menghasilkan energi panas yang lebih besar dari kayu arang terbakar. Sifat-sifat fisik tanah berhubungan erat dengan kelayakan pada banyak penggunaan tanah. Kekokohan dan kekuatan pendukung, kapasitas penyimpanan air, plastisitas semuanya secara erat berkaitan dengan kondisi fisik tanah. Hal ini berlaku pada tanah yang digunakan sebagai bahan struktural dalam pembangunan jalan raya, bendungan, dan pondasi untuk sebuah gedung atau untuk sistem pembuangan limbah (Hendry D. Foth, Soenartono A.S, 1994).

Ciri tanah organik yang lain adalah strukturnya yang mudah dihancurkan apabila tanah tersebut dalam keadaan kering. Bahan organik yang telah terdekomposisi

sebagian bersifat koloidal dan mempunyai kohesi dan plastisitasnya rendah. Suatu tanah berbahan organik yang baik adalah *poroeus* atau mudah dilewati air, terbuka dan mudah diolah. Ciri-ciri ini sangat diinginkan oleh pertanian tetapi tidak baik untuk bahan konstruksi sipil.

2.5. Klasifikasi Tanah Gambut

Sistem klasifikasi tanah gambut yang selama ini dikenal didasarkan pada jenis tumbuhan pembentuk seratnya. Menurut ASTM 1969 dalam Noor E (1997), gambut tidak hanya diklasifikasikan menurut jenis tanaman pembentuk serat saja tapi juga kandungan seratnya. Sistem klasifikasi yang didasarkan pada tanaman pembentuk serat-serat ini sering membingungkan. Sistem klasifikasi menurut jenis tanaman pembentuk serat ini juga membutuhkan pengetahuan tentang flora. Karena alasan tersebut orang-orang teknik mulai menghindari pemakaian sistem klasifikasi berdasarkan jenis tumbuhan dan kandungan organiknya. Menurut USSR System (1982) dalam Noor E. (1997), tanah organik diklasifikasikan sebagai tanah gambut apabila kandungan organiknya 50% atau lebih.

Parameter tanah organik untuk menentukan karakteristik tanah biasa yang dapat dilakukan dengan pengujian kadar abu, kadar organik, dan kadar serat.

A. Kadar Organik

Kadar organik merupakan hal yang paling dalam geoteknik, dalam hal ini hambatan air mayoritas dari tanah gambut yang tergantung pada kadar organiknya. Menurut ASTM 1969 (D2607), mengklasifikasi tanah gambut berdasarkan kandungan bahan organik dan kadar serat, yaitu:

1. *Sphagnum moss peat (peat moss)*: Apabila dikeringkan pada suhu 105°C, kandungan serat dari sphagnum moss minimum 2/3%
2. *Hypnum-sedge peat*: Apabila dikeringkan pada 105°C, kandungan seratnya minimum 33 1/3% dimana lebih dari 50% dari serat-serat tersebut berasal dari bermacam-macam jenis hypnum moss peat
3. *Reed-sedge peat*: Apabila dikeringkan pada 105°C, kandungan seratnya minimum 33 1/3% dimana lebih dari 50% dari serat-serat tersebut berasal dari ree-sedge peat dan dari non moss yang lain
4. *Peat humus*: Apabila dikeringkan pada 105°C, kandungan seratnya kurang dari 33 1/3%
5. *Peat-peat lainnya*: Gambut yang dikelompokkan disini adalah semua tanah gambut yang tidak masuk dalam 4 kelompok diatas.

B. Kadar abu

Pengujian kadar abu merupakan tahapan untuk mendapatkan nilai dari kadar organik suatu tanah. Menurut ASTM D4427-84 (1989) dalam Noor (1997), mengklasifikasi tanah gambut berdasarkan kadar abu yang ada, yaitu:

1. *Low ash-peat*, bila kadar abu 5%
2. *Medium ash-peat*, bila kadar abu 5-15%
3. *High abb-peat*, bila kadar abu lebih besar 15%

C. Kadar serat

ASTM D4427-84 (1989), mengklasifikasi tanah gambut berdasarkan kadar serat, yaitu:

1. *Fibric-peat*, bila kadar serat lebih besar dari 67%

2. *Hemic-peat*, bila kadar serat 33-67%
3. *Sapric-peat*, bila kadar abu. lebih kecil 33%

Sedangkan menurut Mac Farlane dan Radforth (1965) tanah gambut dibagi menjadi 2 golongan yaitu:

1. Tanah gambut berserat mempunyai kandungan serat $\geq 20\%$
2. Tanah gambut tak berserat $< 20\%$.

2.6. Perilaku Tanah Organik

Konsep dasar untuk tanah yaitu terdiri dari 3 fase yang meliputi fase padat (*solid*), fase cair (*liquid*) dan fase gas. Konsep tersebut berlaku juga untuk tanah gambut amorphous granular (*amorphous granular peat*) dan tanah gambut berserat (*fibrous peat*), dan di tanah gambut berserat tidak selalu merupakan bagian yang padat (*solid*) karena fase tersebut pada umumnya terdiri dari serat-serat yang berisi air dan gas. Oleh sebab itu, Mac Farlane (1959), dalam Indra Farni 1996, menyebutkan bahwa gambut berserat mempunyai 2 jenis pori yaitu pori diantara serat-serat (makro pori) dan pori yang ada dalam serat-serat yang bersangkutan (mikro pori), sifat fisik tanah gambut dan tanah lempung sangat berbeda satu terhadap yang lain, hal ini disebabkan fase solit yang ada pada tanah gambut pada umumnya berupa serat-serat yang berisi air atau gas.

Tipe dan jumlah kadar organik, kadar abu, dan kadar serat yang ada di dalam tanah:

1. Kadar air.

2. Susunan tanah.
3. Konsentrasi garam dalam air pori
4. Sementasi
5. Adanya bahan organik.

2.7. Pasir

Pasir merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah dan pantai oleh karena itu pasir dapat digolongkan dalam tiga macam yaitu pasir galian, pasir laut dan pasir sungai.

Pada konstruksi bahan bangunan pasir digunakan sebagai agregat halus dalam campuran beton, bahan spesi perekat pasangan bata maupun keramik, pasir urug, screed lantai, dll. Menurut standar nasional indonesia (SK SNI-S-04-1989-F:) pasir yang baik untuk sebuah konstruksi adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
2. Butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
3. Agregat halus tidak mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila melebihi agregat halus harus dicuci.
4. Agregat halus tidak banyak mengandung zat organik
5. Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.

Tabel 2.3. Batas Gradasi Butiran Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Butir yang Lewat Ayakan			
	Zone I Pasir Kasar	Zone II Pasir Agak Kasar	Zone III Pasir Agak Halus	Zone IV Pasir Halus
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-95	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	1-15

Apabila suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas dan tidak padat sehingga tidak sesuai untuk pembangunan, maka tanah tersebut perlu dilakukan perbaikan. Kelemahan tanah pasir ini adalah memiliki gradasi butiran yang seragam. Kekuatan geser yang rendah yaitu tidak memiliki daya ikat antar butiran satu sama lainnya dan sukar untuk dipadatkan, sehingga perlu dilakukan perbaikan pada jenis tanah ini. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kuat geser tanah pasir, adalah:

1. Ukuran butiran.
2. Air yang terdapat diantara butiran
3. Angkapor (e) atau kerapatan relatif (D_r)
4. Distribusi ukuran butiran
5. Bentuk butiran
6. Sejarah tegangan yang pernah dialami (overconsolidation)

Tabel 2.4 Nilai Tipikal Sudut Geser Dalam (ϕ) Pada Tanah Pasir,
(Lambe, W., 1969).

Macam	Sudut gesek dalam (ϕ)	
	Tidak padat	Padat
Pasir Bulat, seragam	27°	35°
Pasir Gradasi Baik, bentuk bersudut	33°	45°
Kerikil Berpasir	35°	50°
Pasir Berlanau	27°- 30°	30°-34°

2.8. Kuat Tekan Bebas

Kuat tekan bebas adalah besarnya gaya aksial per satuan luas pada saat sampel tanah mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial telah mencapai 20%. uji kuat tekan adalah salah satu cara untuk mengetahui geser tanah.

Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut.

2.9. Analisa Perhitungan Pengujian Kuat Tekan Bebas

Nilai kuat tekan bebas UCS (*Unconfined Compressive Strength*), q_u , didapat dari pembacaan *proving ring dial* yang maksimum.

$$q_u = \frac{k \times R}{A}$$

Dimana :

q_u = kuat tekan bebas

k = kalibrasi *proving ring*

R = pembacaan maksimum – pembacaan awal

A = luas penampang contoh tanah pada saat pembacaan R .

2.10. Kuat Geser Tanah

A. Parameter Kuat Geser

Kekuatan geser tanah ditentukan untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan. Apabila menerima tegangan geser, tanah akan mengalami distorsi dan apabila distorsi yang terjadi cukup besar, maka partikel-partikelnya akan terpeleset satu sama lain dan tanah akan dikatakan gagal dalam geser. Dalam hampir semua jenis tanah daya dukungnya terhadap tegangan tarik sangat kecil atau bahkan tidak mampu sama sekali.

Tanah tidak berkohesi, kekuatan gesernya hanya terletak pada gesekan antara butir tanah saja ($c = 0$), sedangkan pada tanah berkohesi dalam kondisi jenuh, maka $\phi = 0$ dan $S = c$. Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisa-analisa daya dukung tanah (*bearing capacity*), tegangan tanah terhadap dinding penahan (*earth pressure*) dan kestabilan lereng (*slope stability*).

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar seperti ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan pematatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang bekerja pada gesernya
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertikal pada bidang gesernya

Oleh karena itu Coulomb (1776) mendefinisikan kekuatan geser tanah dapat diukur dengan rumus:

$$\tau = c + (\sigma - u) \tan \phi$$

Keterangan :

τ = kekuatan geser tanah

σ = tegangan normal total

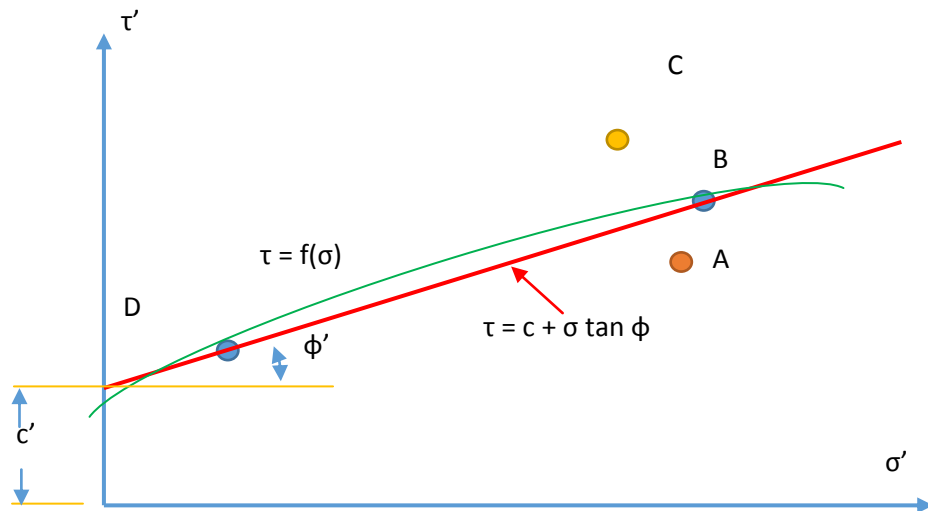
u = tegangan air pori

c = kohesi tanah efektif

ϕ = sudut perlawanan geser efektif

Garis keruntuhan (*failure envelope*) menurut Coulomb (1776) berbentuk garis lengkung seperti pada gambar 2.1 dimana untuk sebagian besar masalah-masalah mekanika tanah, garis tersebut cukup didekati dengan sebuah garis lurus yang menunjukkan hubungan linear antara tegangan normal dan kekuatan geser (Das,1995). Tanah, seperti halnya bahan padat, akan runtuh karena tarikan maupun geseran. Tegangan tarik dapat menyebabkan retakan pada suatu keadaan praktis yang penting. Walaupun demikian, sebagian besar masalah dalam teknik

sipil dikarenakan hanya memperhatikan tahanan terhadap keruntuhan oleh geseran.



Gambar 2.2. Garis keruntuhan menurut Mohr dan Hukum keruntuhan Mohr – Coulomb (Hary Cristady, 2002)

Jika τ dan σ pada bidang runtuh ab mencapai titik A, keruntuhan geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser akan terjadi, jika τ dan σ pada bidang runtuh ab mencapai titik B dalam kurva selubung keruntuhan. Keadaan tegangan pada titik C tidak akan pernah terjadi, sebab keruntuhan telah terjadi sebelum mencapai tegangan tersebut. Ada beberapa cara untuk menentukan kuat geser tanah, antara lain :

1. Pengujian geser langsung (*direct shear test*)
2. Pengujian triaksial (*triaxial test*)
3. Pengujian kuat tekan bebas
4. Pengujian baling-baling (*vane shear test*)

Namun dalam penelitian ini yang digunakan untuk menentukan kuat geser tanah adalah pengujian geser langsung (*direct shear test*). Pengujian kuat geser ini dilakukan untuk mendapatkan parameter kuat tekan, kuat geser dan sensitivitas.

B. Uji Geser Langsung

Percobaan geser langsung merupakan salah satu jenis pengujian tertua dan sangat sederhana untuk menentukan parameter kuat geser tanah (*shear strength parameter*) c dan ϕ di laboratorium. Dalam percobaan ini dapat dilakukan pengukuran secara langsung dan cepat nilai kekuatan geser tanah dengan kondisi tanpa pengaliran (*undrained*), atau dalam konsep tegangan total (*total stress*).

Cara pengujian geser langsung ini terdapat dua cara yaitu, tegangan geser terkendali (*stress controlled*) dan regangan terkendali (*strain controlled*). Pada pengujian tegangan terkendali, tegangan geser diberikan dengan menambahkan beban mati secara bertahap dan dengan penambahan yang sama besarnya setiap kali sampai runtuh. Pada uji regangan terkendali, suatu kecepatan gerak mendatar tertentu dilakukan pada bagian belahan atas dari pergerakan geser horizontal tersebut dapat diukur dengan bantuan sebuah arloji ukur horizontal.

2.11 Korelasi Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser Langsung

Korelasi kuat tekan bebas terhadap kuat geser langsung ini dapat diketahui dengan cara mengukur kuat tekan bebas tanah, sehingga dapat mengetahui kekuatan geser

tanah (C). Uji kuat tekan bebas merupakan cara untuk memperoleh kuat geser tanah kohesif yang cepat dan ekonomis. Keterbatasan pada pengujian ini adalah tidak bisa dilakukan pada tanah yang dominan pasir.

A. Kuat tekan bebas (q_u)

Nilai kuat tekan bebas (q_u) didapat dari pembacaan ring dial maksimum.

$$q_u = \frac{k \times R}{A}$$

B. Kuat geser undrained (C)

Kuat geser undrained (C) adalah setengah dari kuat tekan bebas.

$$C = \frac{q_u}{2}$$

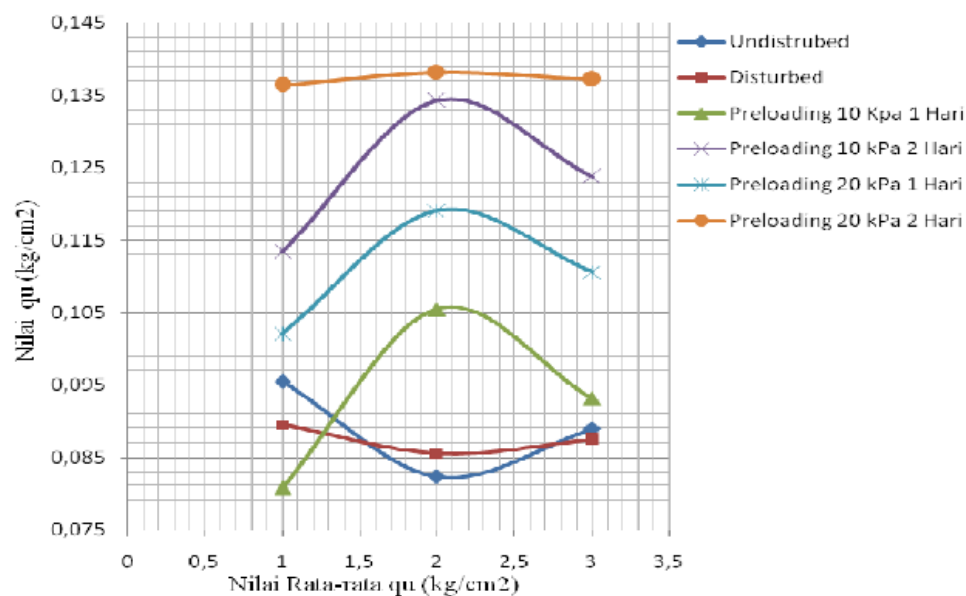
Dari rumus di atas dapat dilihat hubungan kuat tekan bebas terhadap kuat geser langsung, yaitu semakin besar nilai kuat tekan bebas, semakin besar pula nilai kuat geser pada tanah tersebut. Nilai kuat geser langsung yaitu setengah dari nilai kuat tekan bebas.

2.12. Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan kuat tekan, kuat geser, tanah organik, dan penambahan pasir untuk peningkatan daya dukung tanah yang bisa digunakan sebagai acuan dalam pembahasan pada penelitian ini.

A. Penelitian Kuat Tekan Bebas

Ade Setianwan, 2014 dalam penelitiannya tentang pengaruh tanah organik pada kondisi optimum, *wet side of optimum* dan *dry side of optimum* terhadap kuat tekan. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan pada kondisi optimum tanah organik adalah sebesar 0,063 Kg/cm². (Lambe dan Whitman, 1979) menjelaskan bahwa tanah yang berkategori tanah sangat lunak memiliki nilai kuat tekan <0,25 Kg/cm². Pada penelitian yang dilakukan oleh Aazokhi Waruwu, 2013 menjelaskan untuk tanah gambut Bagan Siapiapi, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau memiliki nilai kuat tekan bebas (q_u)



sampel Undisturbed sebesar 0,0872 (kg/cm²) mengalami peningkatan sebesar 0.1055 (kg/cm²) dengan *Preloading* 10 kPa 1 hari dan 0.1191 (kg/cm²) untuk *Preloading* 10 kPa 2 (dua) hari. Sedangkan *Preloading* 20 kPa 1 (satu) hari menghasilkan nilai q_u sebesar 0.1343 (kg/cm²) dan *Preloading* 20 kPa 2 hari sebesar 0.1381 (kg/cm²). Beban awal berpotensi meningkatkan nilai daya dukung tanah gambut dengan waktu yang relatif lebih lama.

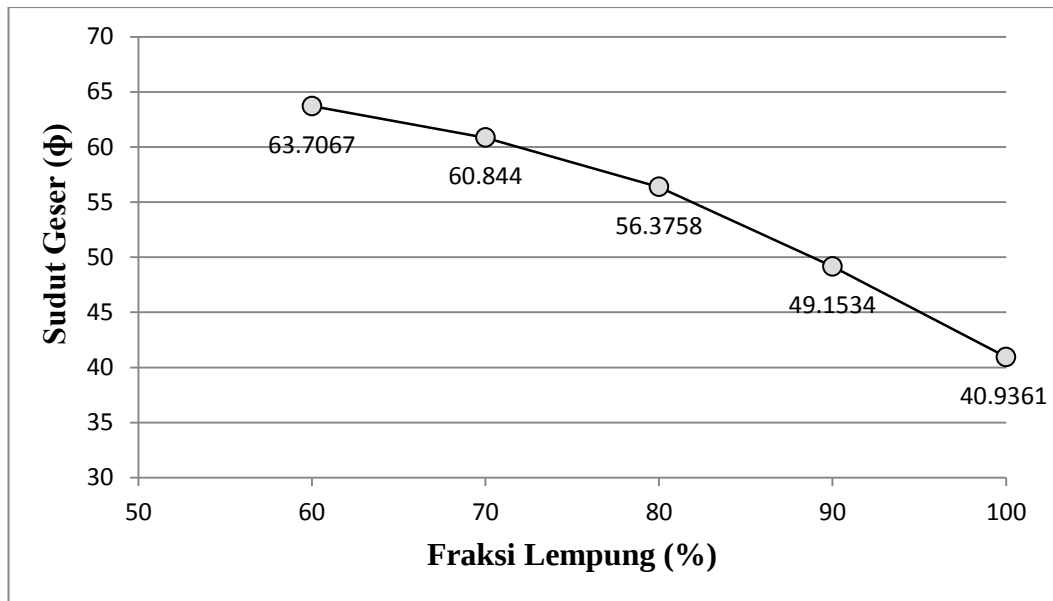
Gambar 2.3 Kurva Gabungan Pengujian Kuat Tekan Bebas Rata-rata
(A. Waruwu 2013)

B. Penelitian Kuat Geser Langsung

Dr. Lusmeilia Afriani, 2008 melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan tanah pasir pada tanah lempung. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan material pasir pada tanah lunak akan meningkatkan besarnya berat volume tanah campur pasir, dengan peningkatan rata-rata sebesar 5,94 %. Sedangkan nilai kohesi dari tanah lunak campur pasir akan menurun dibanding tanah lempung murni, dengan penurunan rata-rata sebesar 25,07 %. Peningkatan nilai sudut geser dalam dan lempung lunak yang dicampur dengan pasir rata-rata sebesar 67,03 %. Mengingat hasil diatas dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung tanah lunak akan semakin meningkat jika dilakukan penambahan campuran dengan pasir, hal ini terlihat dan meningkatnya sudut geser dalam yang signifikan. Nilai sudut geser-dalam tanah gambut berserat sangat besar yaitu $>50^\circ$ tetapi hal tersebut sangat dipengaruhi oleh serat yang ada. Landva, 1982 menyatakan bahwa harga sudut geser-dalam untuk tanah gambut berserat sebenarnya berkisar antara 27° – 32° .

Albertus Willy, 2015 melakukan pengujian kuat geser langsung dengan mencampurkan tanah lempung dengan pasir dengan persentase campuran 10%,

20%, 30% dan 40%. Dari hasil pengujian didapat nilai hubungan persentase campuran dan sudut geser geser pada grafik di bawah ini.



Gambar 2.4 Hubungan fraksi lempung dengan nilai sudut geser hasil pengujian geser langsung (*Direct Shear Test*)

Pada gambar 4.14 terlihat nilai sudut geser yang cenderung meningkat dari fraksi lempung 100% sampai 60%. Sudut geser terendah terdapat pada tanah lempung 100% yaitu sebesar $40,9361^{\circ}$ dan yang tertinggi sebesar $63,7067^{\circ}$ pada fraksi lempung 60%.

III METODE PENELITIAN

3.1. Sampel Tanah

Sampel tanah yang diuji menggunakan material tanah organik yang disubstitusi dengan material pasir dengan persentase pencampuran pasir sebanyak 5%, 10%, 15%, dan 20%. Pencampuran material pasir pada pengujian ini diharapkan akan menambah nilai sifat mekanik tanah organik yaitu nilai kuat tekan dan kuat gesernya. Sampel tanah yang digunakan dari daerah Rawa Sragi, Lampung Timur, titik koordinat lintang ($-5^{\circ} 71' 84,26''$) dan bujur ($105^{\circ} 39' 10,73''$). Sedangkan pasir yang digunakan sebagai bahan campuran pada penelitian ini yaitu pasir dari daerah Gunung Sugih.

3.2. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan dalam 3 bagian pengujian yaitu pengujian sifat fisik, kuat tekan dan kuat geser. Pengujian tersebut dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

3.3. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian-pengujian yang dilakukan antara lain:

A. Kadar air (*Moisture Content*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98.

Bahan - bahan:

1. Sampel tanah yang akan diuji seberat 30 – 50 gram sebanyak 2 sampel

Peralatan yang digunakan:

1. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
2. *Oven*

Perhitungan:

1. Berat air (W_w) $= W_{cs} - W_{ds}$
2. Berat tanah kering (W_s) $= W_{ds} - W_c$
3. Kadar air (ω) $= \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$

Dimana:

W_c = Berat cawan yang akan digunakan

W_{cs} = Berat benda uji + cawan

W_{ds} = Berat cawan yang berisi tanah yang sudah di oven.

Perbedaan kadar air diantara ketiga sampel tersebut maksimum sebesar 5% dengan nilai rata-rata.

B. Berat Volume (*Moist Unit Weight*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D 2167.

Bahan: Sampel tanah

Peralatan:

1. Ring contoh
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram

Perhitungan:

1. Berat ring (W_c).
2. Volume ring bagian dalam (V).
3. Berat ring dan tanah (W_{cs}).
4. Berat tanah (W) = $W_{cs} - W_c$.
5. Berat Volume (γ) = $\frac{W}{V}$ (gr/ cm³ atau t/ m³)

C. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu. Pengujian berdasarkan ASTM D 854-02.

Bahan - bahan :

1. Sampel tanah seberat 30 – 50 gram sebanyak 2 sampel.
2. Air Suling.

Peralatan :

1. Labu Ukur 100 ml / picnometer.
2. *Thermometer* dengan ketelitian 0,01 ° C.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
4. *Boiler* (tungku pemanas) atau *Hot plate*.

Perhitungan :

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

Dimana :

G_s = Berat jenis

W_1 = Berat picnometer (gram)

W_2 = Berat picnometer dan tanah kering (gram).

W_3 = Berat picnometer, tanah dan air (gram)

W_4 = Berat picnometer dan air bersih (gram)

D. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00.

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah yang telah dikeringkan di udara atau oven.
2. Air bersih atau air suling sebanyak 300 cc.

Peralatan :

1. Alat batas cair (mangkuk *cassagrande*).
2. Alat pembuat alur (grooving tool) ASTM untuk tanah yang lebih plastis.
3. *Porselin dish* (mangkuk porselin)
4. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

Perhitungan :

1. Menghitung kadar air (w) masing-masing sampel sesuai dengan jumlah ketukan.
2. Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma, yaitu sumbu x sebagai jumlah pukulan dan sumbu y sebagai kadar air.
3. Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar.
4. Menentukan nilai batas cair pada ketukan ke-25 atau $x = \log 25$

E. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00.

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah sebanyak 100 gram yang telah dikeringkan.
2. Air bersih atau suling sebanyak 50 cc.

Peralatan :

1. Plat kaca.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

Perhitungan :

1. Nilai batas plastik (PL) adalah kadar air rata-rata dari ketiga benda uji.
2. Plastik Indek (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang diuji, dengan rumus:

$$PI = LL - PL$$

F. Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Tujuan pengujian analisis saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 ($\varnothing$ 0,075 mm). Pengujian berdasarkan ASTM D 422.

Bahan-bahan :

1. Tanah asli yang telah dikeringkan dengan oven sebanyak 500 gram.
2. Air bersih atau air suling 1500 cc.

Peralatan :

1. Saringan (*sieve*) 1 set.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
3. Mesin pengetar (*sieve shaker*).

Perhitungan :

1. Berat masing-masing saringan (W_{ci}).
2. Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan (W_{bi}).
3. Berat tanah yang tertahan (W_{ai}) = $W_{bi} - W_{ci}$.
4. Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan ($\sum W_{ai} \approx W_{tot.}$).
5. Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan (P_i).

$$P_i = \left(\frac{(W_{bi} - W_{ci})}{W_{total}} \right) \times 100\%$$

6. Persentase berat tanah yang lolos masing-masing saringan (q):

$$q_i = 100\% - p_i\%$$

$$q(1+1) = q_i - p(i+1)$$

Dimana $i = 1$ (saringan yang dipakai dari saringan dengan diameter maksimum sampai saringan nomor 200).

G. Uji Hidrometer

Tujuan pengujian analisis hidrometer adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang lolos saringan No. 200 ($\varnothing 0,075$ mm).

H. Uji Kuat Tekan Bebas

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan tekan bebas suatu jenis tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli. Kuat tekan bebas adalah besarnya gaya per satuan luas pada saat sampel tanah mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial telah mencapai 20%. Uji kuat tekan adalah salah satu untuk mengetahui geser tanah.

Bahan-bahan:

1. Sampel tanah asli (*undisturbed sample*) yang diambil melalui tabung contoh atau sumur percobaan.
2. Air bersih secukupnya.

Peralatan yang digunakan:

1. Mesin Tekan Bebas dan proving ring
2. Cetakan tabung belah atau cetakan tabung penuh
3. *Extruder*
4. Dial Deformasi
5. *Trimmer*
6. Timbangan dengan ketelitian 0,001 gram
7. Stopwatch

Cara kerja:

1. Mengeluarkan sampel tanah dari tabung dan memasukkan cetakan benda uji dengan menekan tanah sehingga cetakan terisi penuh.
2. Meratakan kedua permukaan tanah dengan pisau pemotong dan keluarkan dengan extrude.

3. Menimbang sampel tanah yang akan digunakan.
4. Meletakkan sampel tanah di atas plat penekan bawah secara sentris.
5. Mengatur ketinggian plat atas dengan tepat menyentuh permukaan atas sampel tanah.
6. Mengatur ketinggian plat atas dengan tepat menyentuh permukaan atas sampel tanah.
7. Melakukan percobaan dengan cara menghidupkan. Kecepatan regangan diambil $\frac{1}{2} \% - 2 \%$ per menit.
8. Membaca dial beban dan mencatat pada regangan 0,5 %, 1 %, 2% dan seterusnya sampai tanah mengalami keruntuhan.
9. Setelah didapat beban maksimum atau regangan telah mencapai 20%, gambar keruntuhan tanah.

Perhitungan :

1. Mengukur diameter sampel
2. Mengukur tinggi sampel
3. Menghitung luas sampel $(A) = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot D^2$
4. Menimbang berat sampel (W)
5. Menghitung volume sampel $(V) = A \cdot \text{Tinggi sampel}$
6. Menghitung berat volume $= W / V$
7. Menghitung beban $(P) = \text{Pembacaan} \times \text{Proving Ring}$
8. Menghitung tegangan $= P / A$
9. Menghitung sensifitas $(St) = q_u / q_u'$

i. Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*).

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan sudut geser dalam (ϕ) dan nilai kohesi (C) dari suatu jenis tanah.

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah asli
2. Air bersih secukupnya

Peralatan :

1. Frame alat geser langsung beserta *proving ring*
2. *Shear box* (sel geser langsung)
3. *Extrude* (alat untuk mengeluarkan sampel)
4. Cincin (cetakan) benda uji
5. Dial pergeseran
6. *Stopwatch*
7. Beban 3220 gram, 6640 gram, dan 9960 gram

Cara kerjanya:

1. Mengeluarkan sampel dari tabung sampel, kemudian memasukkan sampel ke dalam cetakan benda uji dengan menekan ke sampel tanah sehingga cetakan penuh dengan sampel.
2. Memotong dan meratakan kedua permukaan cetakan dengan pisau potong.
3. Mengeluarkan benda uji dari cetakkan ekstruder.
4. Menimbang benda uji.

5. Memasukkan kedua benda uji ke dalam cincin geser yang masih terkunci dan menutup kedua cincin geser sehingga menjadi satu bagian, posisi benda uji berada di antara dua batu pori dan kertas saring.
6. Meletakkan cincin geser beserta sampel tanah pada shear box.
7. Mengatur stang penekan dalam posisi vertical dan tepat menyentuh stang penggeser benda uji (*Dial Proving* tepat mulai bererak).
8. Membuka kunci cincin geser.
9. Memberikan beban pertama seberat 3320 gram dan mengisi shear box dengan air sampai penuh sehingga benda uji terendam.
10. Memutar engkol pendorong dengan konstan dan stabil perlahan-lahan selama 15 detik sambil membaca dial pergeseran.
11. Melakukan terus menerus pembacaan *Dial Proving Ring*, dal selisih waktu 15 menit (waktu dari *stopwatch*)
12. Setelah pembacaan *Proving Ring* maksimum dan mulai turun dua kali atau tiga kali pembacaan, percobaan dihentikan.
13. Membersihkan cincin geser dan shear box dari kotoran sampel tanah didalamnya.
14. Mengulang langkah kerja 5 sampai langkah 13 untuk sampel tanah yang kedua dengan berat dua kali beban pertama (6640 gram).
15. Untuk sampel ketiga, berat beban adalah tiga kali beban pertama (9960 gram).

Perhitungan :

1. Perhitungan luas permukaan sampel :

$$A = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot D^2$$

2. Perhitungan tegangan normal :

$$T = P / A$$

3. Pembacaan dial maksimum :

$$T \text{ max} = \frac{\text{Dial max} \cdot \text{kalibrasi alat}}{\text{Luas}}$$

4. Menentukan nilai kohesi (c) dan sudut geser (ϕ) dari grafik.

Dimana :

D = Diameter sampel (cm)

P = Beban yang diberikan (gram)

A = Luas permukaan sampel (cm²)

3.4. Prosedur Pengujian Utama

A. Pengujian sifat fisik tanah yaitu pengujian :

1. Kadar Air
2. Berat Jenis
3. Berat Volume
4. Analisa Saringan
5. Batas Plastis
6. Batas Cair
7. Hidrometer

B. Melakukan pencampuran sampel tanah asli dengan material bergradasi kasar atau pasir dengan pembagian sampel yaitu Sampel TA, Sampel P5, Sampel P10, Sampel P15 dan Sampel P20.

1. Sampel TA

Sampel tanah asli dicampur dengan material bergradasi kasar atau pasir dengan persentase 0 %, kemudian sampel dipadatkan.

2. Sampel P5

Sampel tanah asli dicampur dengan material bergradasi kasar atau pasir dengan persentase 5 %, kemudian sampel dipadatkan.

3. Sampel P10

Sampel tanah asli dicampur dengan material bergradasi kasar atau pasir dengan persentase 10 %, kemudian sampel dipadatkan.

4. Sampel P15

Sampel tanah asli dicampur dengan material bergradasi kasar atau pasir dengan persentase 15 %, kemudian sampel dipadatkan

5. Sampel P20

Sampel tanah asli dicampur dengan material bergradasi kasar atau pasir dengan persentase 20 %, kemudian sampel dipadatkan

C. Prosedur pengujian utama kuat tekan bebas.

Pengujian kuat tekan bebas ini dilakukan pada sampel tanah yang disubstitusi material pasir.

Adapun langkah-langkah prosedur pengujiannya antara lain :

1. Memasukkan sampel tanah yang sudah dicampur dengan pasir ke dalam cetakan benda uji berbentuk silinder sehingga cetakan terisi penuh dengan sampel tanah.
2. Mengeluarkan sampel tanah dari cetakan silinder dengan menggunakan piston plunger.
3. Meletakkan sampel tanah tersebut pada alat unconfined compression test kemudian mencatat pembacaan mula-mula dari *proving ring dial*, arloji pengukur regangan vertikal dan waktu.
4. Mulai memberikan tekanan vertical dengan kecepatan regangan 1 % per menit. Melakukan pembacaan *proving ring dial* setiap regangan 0,01 inci.
5. Pemberian regangan vertical ditingkatkan sampai terjadi kelongsoran pada sampel tanah, dimana pembacaan *proving ring dial* telah mencapai nilai maksimum. Percobaan dihentikan setelah pembacaan *proving ring dial* mulai turun beberapa kali (minimum 3 kali).
6. Melakukan percobaan di atas pada sampel berikutnya.

D. Prosedur pengujian utama kuat geser bebas.

Pengujian kuat geser bebas ini dilakukan pada sampel tanah yang disubstitusi material pasir. Adapun langkah-langkah prosedur pengujiannya antara lain :

1. Mengeluarkan cetakan benda uji dengan menekan sampel tanah, sehingga cetakan terisi penuh dengan sampel tanah.
2. Memotong dan meratakan kedua permukaan benda uji dengan pisau pemotong.

3. Menimbang benda uji.
4. Mengeluarkan benda uji dari cetakan.
5. Memasukkan benda uji kedalam cincin geser yang masih terkunci dan menutup kedua cincin geser sehingga menjadi satu bagian, posisi satu benda uji (sampel tanah) berada diantara dua batu pori dan kertas saring.
6. Mengatur stang penekan dalam posisi vertikal dan tepat menyentuh bidang penekan.
7. Memutar engkol pendorong sampai tepat menyentuh stang penggeser benda uji (dial proving tepat mulai bergerak)
8. Membuka kunci cincin geser.
9. Memberikan beban pertama dan mengisi *shear box* dengan air sampai penuh sehingga benda uji terendam.
10. Memutar engkol pendorong dengan konstan dan stabil perlahan-lahan sambil melihat dial pergeseran.
11. Setelah pembacaan proving ring maksimum dan mulai menurun dua atau tiga kali pembacaan, maka percobaan dihentikan.

3.5. Analisis Data

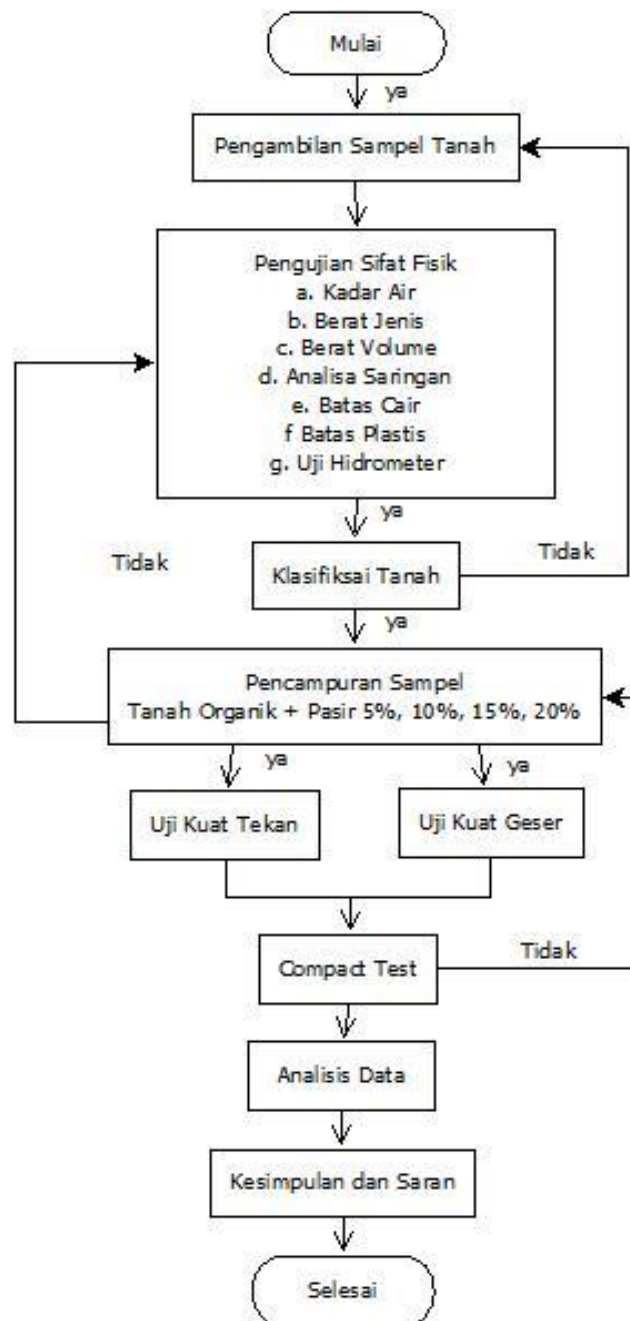
1. Pengolahan Data

Hasil data yang diperoleh dan didapatkan dari penelitian yang dilakukan diolah, kemudian hasil dari penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel dan dibuat grafik.

2. Analisis Data

Dari rangkaian pengujian-pengujian yang dilaksanakan dilaboratorium, maka :

- a. Dari pengujian kadar air sampel tanah, diperoleh nilai kadar air tanah dalam persentase.
- b. Dari pengujian berat jenis sampel tanah, diperoleh berat jenis tanah.
- c. Dari pengujian batas-batas Atterberg, diperoleh nilai batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastis limit*), dan indeks plastisitas (*plastis indeks*) yang digunakan untuk mengklasifikasikan tanah dengan Sistem Klasifikasi *Unified*.
- d. Dari pengujian analisis saringan (*sieve analysis*), diperoleh persentase pembagian ukuran butiran tanah, yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan tanah dengan Sistem Klasifikasi *Unified*.
- e. Dari Pengujian Pemadatan Tanah Standar, diperoleh nilai *Optimum Moisture Content* (OMC).
- f. Dari pengujian Geser Langsung di laboratorium, diperoleh hubungan sudut geser dalam (ϕ) dan nilai kohesi (c) dari suatu jenis tanah.
- g. Dari pengujian Kuat Tekan Bebas, diperoleh nilai q_u dari suatu tanah



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

V PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tanah organik yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Daerah Rawa Sragi, Desa Pasir Gedong, Kelurahan Benteng Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur. Tanah tersebut termasuk dalam kategori tanah organik dengan kandungan organik antara 25%-75%. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut USCS (*Unified Soil Classification System*) ASTM D-2488, tanah ini termasuk ke dalam kelompok tanah organik.
2. Nilai kadar air optimum untuk sampel tanah asli sebesar 55.5%, untuk sampel tanah asli yang dicampur dengan pasir sampai dengan persentase 20% mengalami penurunan nilai kadar air menjadi 37.5% .
3. Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium, didapat nilai kuat tekan bebas (q_u) pada tanah tanpa campuran sebesar $0,0950 \text{ kg/cm}^2$ dan mengalami peningkatan nilai kuat tekan dengan rata-rata kenaikan sebesar 30,29% disetiap 5% pencampuran pasir sampai dengan 20% pencampuran.

4. Pencampuran pasir pada sampel tanah organik dalam penelitian kuat geser menghasilkan nilai kohesi/lekatan yang terus menurun seiring bertambahnya persentase pencampuran pasir.
5. Nilai sudut geser tanah organik Rawa Sragi pada tanah tanpa campuran sebesar $16,12^{\circ}$, dan kenaikan sudut geser terjadi di setiap penambahan pasir sampai dengan pencampuran 20% yaitu sebesar $23,44^{\circ}$.
6. Berkurangnya nilai kadar air optimum pada setiap penambahan persentase campuran pasir dapat menambah nilai kepadatan pada tanah guna melawan beban yang bekerja secara vertikal atau horizontal.
7. Derajat hubungan saling mengunci antar butiran sangat besar pada tanah pasir yang bergradasi baik dengan bentuk butiran yang bersudut. Hal ini yang menjadikan nilai kuat tekan dan kuat geser pada penelitian ini semakin meningkat seiring bertambahnya persentase campuran pasir walaupun nilai kohesinya menurun.

5.2. Saran

Berikut adalah saran-saran setelah melakukan penelitian ini.

1. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya menggunakan campuran yang berbeda karena untuk perbandingan antara nilai kuat geser dan kuat tekan dengan campuran yang berbeda.
2. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya menggunakan campuran pasir yang diambil dari daerah lain, contohnya pasir Lampung Timur.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan persentase campuran pasir dengan jumlah yang lebih besar untuk mendapatkan nilai yang maksimum.
4. Sampel tanah yang digunakan untuk penelitian selanjutnya seharusnya menggunakan jenis tanah yang berbeda atau dari tempat yang berbeda untuk melihat nilai kuat geser dan kuat tekan pada jenis tanah yang berbeda.
5. Perlunya pembimbing dalam melakukan penelitian agar mendapatkan hasil penelitian yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, Idharmahadi. 2008. *Penuntun Praktikum Mekanika Tanah*.
- Afriani, L. (2014). *Kuat Geser Tanah*. Bandar Lampung: Graha Ilmu.
- Badariah, Cut Nuri, dkk. 2013. *Potensi Beban Awal Dalam Meningkatkan Kuat Geser Tanah Gambut*. Jurnal Rancang Sipil Volume 2 Nomor . Medan.
- Bowles, J.E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Craig, R.F. 1987. *Mekanika Tanah, Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. Endah Noor, B. Mochtar. 1985. *Mekanika tanah. (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I*. Penerbit Erlangga. Surabaya.
- Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah. (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. 2008. *Fundamentals of Geotechnical Engineering Third Edition Online Book. United State*.
- Endah, N. 1997. *Perbedaan Perilaku Teknis Tanah Lempung dan Tanah Gambut, Jurnal Geoteknik, HATTI*. Jakarta.
- Farni, Indra. 1996. *Studi Experimental Pemampatan dan Kekuatan Geser Tanah Gambut Jambi Setelah Mengalami Pemampatan Awal, Tesis Jurusan Teknik Sipil ITB*. Bandung.
- Hardiyatmo, Christady H.1992. *Mekanika Tanah Jilid I*. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Hardiyatmo, Christady H. 1995. *Mekanika Tanah II*. Jakarta: Erlangga.
- Idris, Abraham. 2009. *Kuat geser dan kuat tekan bebas*. Universitas Pendidikan Indonesia, diperoleh 15 Maret 2014

- Meene, Van De. 1984. *Geological Aspects of Peat Formation in The Indonesian-Malyasin Lowlands*. Bulletin Geological Research and Development Centre.
- Nad Jelasic, Mikko Lappanen. 1992. *Mass Stabilization of Peat in Road and Railway construction*. Finlandia: Swedish Road Administration, SCC-Viatek.
- Terzaghi, Karl. 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Edisi Kedua Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Sangaji, Anton. 2014. *Pengaruh Derajat Kejenuhan Tanah Organik Terhadap Perilaku Penurunan Tanah*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Setiawan, Ade. 2014. *Pengaruh Kuat Tekan dan Kuat Geser Pada Sampel Dry Side Of Optimum (Kering Optimum) dan Wet Side Of Optimum (Basah Optimum) Tanah Organik*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Waruwu , A.2011. *Peningkatan Parameter Kuat Geser Tanah Gambut Akibat Pembebanan*. Jurnal Juridikti.
- Wesley, L. D. 1977. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Willy, A.2015. *Korelasi Kuat Tekan Bebas dan Kuat Geser Langsung pada Tanah Lempung yang Disubtitusi Pasir*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.