

SKRIPSI
ANALISIS NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG DENGAN CAMPURAN
SERABUT KELAPA

Oleh :

GALIH YUDA SETIAWAN
NIM. DAB 114 107



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2021

**ANALISIS NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG DENGAN CAMPURAN
SERABUT KELAPA**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-I pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Univesitas Palangka Raya

Oleh :

GALIH YUDA SETIAWAN
NIM. DAB 114 107

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi
dan Berita Acara Ujian Skripsi**
Palangka Raya, Juli 2021

Ketua penguji/Penguji 1



M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.
NIP. 19710225199802100

Sekretaris/Penguji 2



OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.
NIP. 197510012006041003

Mengetahui:

Jurusan/Program studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya



Dr. Rudi waluya, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

ANALISIS NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG DENGAN CAMPURAN SERABUT KELAPA

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :

GALIH YUDA SETIAWAN

NIM. DAB 114 107

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Senin / 12 Juli 2021
Waktu : 13.00 -15.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Sarjana Jurusan Teknik Sipil

1. M.IKHWAN YANI, S.T., M.T. (Ketua Penguji/Penguji 1)
NIP. 197102251998021001
2. OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T (Sekretaris/Penguji 2)
NIP. 197510012006041003
3. Ir. H. SURADJI GANDI, M.M. (Penguji 3)
NIP. 195707061987011002
4. Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T. (Penguji 4)
NIP. 197202191997022001

Mengetahui :

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,



Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T
NIP. 196511191993021001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua,



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Galih Yuda Setiawan
NIM : DAB 114 107
Tempat, Tgl lahir : Pangkoh, 13 Juni 1996
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen Protestan
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat : Jl. Bukit Keminting, Gg. Bukit Zaitun 2 No.17
Palangka Raya
No. Telp. Rumah : -
Email : galihyudasetiawan@gmail.com
No. Hp : 0822-5484-0235
No WA : 0822-5484-0235
Facebook : Galih Yuda Setiawan
Instagram : Heigalih
Line : -
Nama Ayah : Kasiyanto
Pekerjaan Ayah : Pensiunan PNS
Alamat : Jl. Bukit Keminting, Gg. Bukit Zaitun 2 No.17
Palangka Raya
Nama Ibu : Sariyetie (Alm)
PekerjaanIbu : -
Alamat : -
No. Hp : 0813-4801-7899



Riwayat Pendidikan*)

- TK : TK Dharma Wanita Talio Hulu (2001-2002)
- SD : SD Negeri Talio Hulu 1 (2002-2008)
- SLTP : SMP Negeri 2 Pandih Batu (2008-2011)
- SLTA : SMK Negeri 1 Palangka Raya (2011-2014)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada jurusan/ Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2014

Palangka Raya, Juli 2021
Yang membuat pernyataan,

GALIH YUDA SETIAWAN
NIM. DAB 114 107

LEMBAR PERSEMBAHAN

YESUS Lebih besar dari masalahmu, Ditengah kesulitan pandanglah **TUHAN**, Jangan pandang masalah dan persoalan, **YESUS** memberi kelegaan dan pertolongan .

Maz.16:18 [IMB]

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kelancaran sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Pada kesempatan ini saya ingin mempersembahkan Skripsi yang telah saya susun ini kepada :

1. Orang Tua atas segala perjuangan, dukungan dan semangat yang selalu diberikan selalu mendoakan aku. Terima kasih untuk selalu memberikan nasihat dan kekuatan agar dapat melewati semuanya dengan baik.
2. Untuk teman-teman ku Ayu Purnama Sari, Rocy Indra Esaputra, Ronald Terreno T, Fajar Pratama, M. Faqqih, Ari Kusmawan, Roby, Berlin B Pratama, Janang Kalalawah Healtmie dan temen - temen angkatan 2014 mungkin tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih telah mewarnai cerita perkuliahan ku, tempat berbagi cerita, saling berjuang bersama dalam mengerjakan tugas, dan saling mendukung.
3. Terimakasih juga kepada dosen pembimbing saya, Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T. dan Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T yang telah membimbing dan mengarahkan pada saat penulisan Skripsi ini. Serta terimakasih kepada dosen penguji sekaligus dosen Pembimbing Akademik Ir. Suradji Gandhi, MM, Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat penting kepada saya sehingga terselesaikannya Skripsi ini.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh, bahwa Skripsi saya belum dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber yang diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, Juli 2021

Yang membuat pernyataan



Yuda

YUDA SETIAWAN

NIM. DAB 114 107

RINGKASAN

ANALISIS NILAI KUAT GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*) TANAH LEMPUNG DENGAN CAMPURAN SERABUT KELAPA, Galih Yuda Setiawan, 2021, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Tanah lempung merupakan tanah yang memiliki beberapa sifat buruk yang dapat mengganggu kekuatan dari suatu bangunan konstruksi sehingga konstruksi tersebut dapat mengalami kerusakan fisik yang tidak dapat diprediksi. Sifat-sifat buruk yang dimiliki oleh tanah lempung yakni kembang susut yang relatif besar, plastisitas yang tinggi dan nilai kuat geser yang rendah. Seiring dengan perkembangan ilmu mekanika tanah kondisi tersebut dapat diatasi dengan berbagai metode perbaikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah lempung dan pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap nilai kohesi (c), nilai sudut geser (ϕ), dan nilai kuat geser tanah lempung.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium sifat fisik tanah asli, AASHTO mengklasifikasikan tanah dasar sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-6 (9) dan USCS mengklasifikasikan sebagai tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang tanah masuk kedalam kelompok CL. Dan Hasil pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear Test*) menunjukkan bahwa serabut kelapa memiliki pengaruh dalam menaikkan nilai kuat geser tanah lempung, terbukti dengan naiknya nilai kohesi (c), sudut geser tanah (ϕ) dan nilai kuat geser. Variasi panjang serabut 3 cm di dapat hasil tertinggi pada presentase 1,5% sudut geser tanah (ϕ) sebesar $= 17^{\circ}$, nilai kohesi (c) sebesar $= 0,2387 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai kuat geser sebesar $= 0,281 \text{ kg/cm}^2$. Sedangkan pada variasi Panjang serabut 5 cm di dapat hasil tertinggi pada presentase 1,5% sudut geser tanah (ϕ) sebesar $= 28^{\circ}$, nilai kohesi (c) sebesar $0,2383 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai kuat geser sebesar $= 0,312 \text{ kg/cm}^2$.

Kata Kunci : Serabut Kelapa, Uji Kuat Geser Langsung, Tanah Lempung.

ABSTRACT

ANALYSIS OF DIRECT SHEAR STRENGTH VALUE OF CLAY WITH A MIXTURE OF COCONUT FIBERS, Galih Yuda Setiawan, 2020, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Clay is ground that has some properties bad that can interfere with the strength of a building construction so that the construction that can experience damage physically are not able to be predicted. The bad properties of the clay are relatively large, high plasticity, and strong low shear value. Along with the development of soil mechanics the condition can be solved with various methods of soil improvement.

This study aims to find out the characteristics of clay and the influence of the addition of coconut fibers to the value of cohesion (c), the value of sliding angle (ϕ), and the strong value of clay soil shear.

Based on the results of research conducted on the physical nature of the original soil, AASHTO classified subgrade as clay soils in groups A-6 (9) and USCS classified as inorganic clay soils with low plasticity to moderate soil into CL groups. And direct shear test results showed that coconut fibers had an influence in increasing the strong value of clay shear, as evidenced by the rising value of cohesion (c), the angle of soil shear (ϕ) and the strong value of shear. Variation of fiber length of 3 cm in the highest yield at the percentage of 1.5% angle of ground shear (ϕ) of $= 17^{\circ}$, the value of cohesion (c) of $= 0.2387 \text{ kg/cm}^2$ and the value of shear strength of $= 0.281 \text{ kg/cm}^2$. While in the variation of fiber length 5 cm in the highest yield at the percentage of 1.5% angle of the ground shear (ϕ) of $= 28^{\circ}$, the value of cohesion (c) of $= 0.2383 \text{ kg/cm}^2$ and the value of shear strength of $= 0.312 \text{ kg/cm}^2$.

Keywords: Coconut Fiber, Direct Shear Test, Clay Soil.

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi ini berjudul **“ANALISIS NILAI KUAT GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*) PADA TANAH LEMPUNG DENGAN CAMPURAN SERABUT KELAPA”**. Disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi jenjang Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini Ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.,T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- 2) Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- 3) Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.T.P, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- 4) Bapak Dr. Deddy NSP Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- 5) Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.,T, M.,T selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
- 6) Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- 7) Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku Dosen Ketua Penguji/Penguji 1 Skripsi.
- 8) Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Sekretaris/ Penguji 2 Skripsi.
- 9) Bapak Ir. Suradji Gandi. M.M. selaku Dosen Penguji 3 Skripsi Sekaligus Dosen Pembimbing Akademik.
- 10) Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T selaku Dosen Penguji 4 Skripsi.
- 11) Ibu Ina Elvina, ST., M.T. selaku Moderator Skripsi

- 12) Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- 13) Semua teman-teman mahasiswa yang terlibat membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Dalam penyajian Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, diharapkan berbagai tanggapan, kritik, dan saran yang membangun demi perbaikan dan sempurnanya Skripsi ini.

Palangka Raya, Juli 2021

GALIH YUDA SETIAWAN
NIM. DAB 114 107

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BIODATA MAHASISWA	iii
SURAT PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA	vii
RINGKASAN	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Definisi Tanah	5
2.2 Komposisi Tanah.....	6
2.3 Batas – Batas Konsistensi Tanah.....	8
2.4 Klasifikasi Tanah.....	10
2.5 Tanah Lempung.....	18
2.6 Kuat Geser Tanah	20
2.7 Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	22
2.8 Serabut Kelapa.....	24
2.9 Penelitian Terdahulu.....	25
2.10 Kesimpulan Penelitian Terdahulu	29
2.11 Perbedaan Penelitian	29

BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Studi Literatur	30
3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian.....	30
3.3 Metode Pengambilan Sampel	30
3.4 Tahap Pengujian di Laboratorium	32
	Halaman
3.5 Pemeriksaan Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah.....	32
3.6 Perencanaan Campuran.....	35
3.7 Bagan Alir Penelitian.....	35
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Umum	36
4.2 Hasil Penelitian	36
4.3 Pembahasan Penelitian.....	41
4.4 Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Batasan – Batasan Ukuran Golongan Tanah	5
2.2 Hubungan Nilai Indeks Plastisitas Dengan Jenis Tanah.....	9
2.3 Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	13
2.4 Sistem Klasifikasi Tanah <i>Uscs</i>	14
2.5 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASTHO	16
2.6 Penelitian Terdahulu	26
2.7 Penelitian Terdahulu	27
2.8 Penelitian Yang Sedang Dilakukan	28
4.1 Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli	36
4.2 Hasil Pemeriksaan Uji Geser Langsung Pada Tanah Asli	41
4.9 Rekapitulasi Nilai Kuat Geser	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tiga Fase Elemen Tanah.....	6
2.2 Batas-Batas <i>Atterberg</i>	9
2.3 Nilai-Nilai Batas <i>Atterberg</i> Untuk Subkelompok Tanah.....	18
3.1 Bagan Alir Penelitian.....	35
4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO.....	37
4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tabel Sistem Klasifikasi AASHTO.....	38
4.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS	40
4.4 Grafik Hubungan Tegangan Geser Dan Tegangan Normal Tanah Asli	41
4.11 Grafik Variasi Serabut Kelapa dengan nilai Kohesi (c).....	44
4.12 Grafik Variasi Serabut Kelapa dengan nilai sudut tanah	44
4.13 Grafik Variasi Serabut kelapa dengan nilai kuat geser (τ).....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan dasar dari suatu bangunan agar bangunan bisa berdiri dengan kokoh dan aman maka tanah menjadi bagian terpenting yang perlu diperhatikan. Tanah yang baik tidak memerlukan perlakuan khusus pada saat tanah tersebut digunakan sebagai pondasi suatu bangunan, namun tidak semua tanah memiliki sifat tanah yang baik sehingga apabila dibangun suatu bangunan gedung, rumah, jalan, dan sebagainya dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada konstruksi di atasnya.

Tanah lempung merupakan tanah yang memiliki beberapa sifat buruk yang dapat mengganggu kekuatan dari suatu bangunan konstruksi sehingga konstruksi tersebut dapat mengalami kerusakan fisik yang tidak dapat diprediksi. Sifat-sifat buruk yang dimiliki oleh tanah lempung yakni kembang susut yang relatif besar, plastisitas yang tinggi dan nilai kuat geser yang rendah.

Seiring dengan perkembangan ilmu mekanika tanah kondisi tersebut dapat diatasi dengan berbagai metode perbaikan tanah. Salah satu alternatif yang bisa digunakan sebagai bahan campuran tanah adalah serabut kelapa.

Pemilihan serabut kelapa sebagai bahan campuran dikarenakan serabut kelapa bisa menambah kuat geser tanah, bahan yang mudah meloloskan air dan juga banyak dijumpai di seluruh pelosok Nusantara. (B. Army dan Liliwanti, 2009)

Sedangkan sarabut kelapa yang merupakan limbah saat panen buah kelapa selama ini hanya dimanfaatkan oleh pelaku kerajinan industri sebagai bahan pembuatan keset, media tanam, kasur sabut kelapa, sapu, karpet dan sebagainya. Beberapa keistimewaan pemanfaatan serat sabut kelapa sebagai upaya perbaikan tanah yang ramah lingkungan.

Menurut *United Coconut Association of the Philipines* (UCAP), dari 1 buah kelapa dapat diperoleh rata-rata 0,6 kg sabut kelapa. Sabut tersebut mengandung 75% serat dan selebihnya adalah gabus yang melekat pada serat.

Untuk menentukan kondisi tanah yang akan digunakan sebagai tempat dibangunnya suatu konstruksi, tidak cukup dilakukan perhitungan tanpa suatu pemeriksaan yang mendalam atau spesifik. Nilai kuat geser tanah merupakan salah satu parameter penting yang dibutuhkan dalam perencanaan sebuah struktur.

Metode pengujian geser langsung (*Direct Shear Test*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kuat geser tanah di laboratorium. Dari data uji geser langsung, didapatkan nilai kohesi (c), sudut geser tanah (ϕ) dan nilai kuat geser. Hasil yang diperoleh dari metode ini dapat digunakan untuk analisis kestabilan dalam bidang geoteknik, diantaranya untuk analisis kestabilan lereng, daya dukung pondasi, analisis dinding penahan, dan lain-lain.

1.2 Rumusan Masalah

Agar penelitian mempunyai suatu kejelasan dalam pengerjaannya, maka rumusan masalah yang dapat disimpulkan dari latar belakang adalah :

1. Bagaimana karakteristik tanah lempung di Desa Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau?
2. Bagaimana pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap nilai kohesi (c), nilai sudut geser (ϕ), dan nilai kuat geser tanah lempung pada pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear Test*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah lempung di Desa Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap nilai kohesi (c), nilai sudut geser (ϕ), dan nilai kuat geser tanah lempung pada pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear Test*).

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih mengarah pada latar belakang dan permasalahan yang telah dirumuskan maka diperlukan batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya, dengan cara mencampurkan serabut kelapa dan tanah lempung.
2. Pencampuran serabut kelapa sebanyak sebanyak 0,5 % , 1 % , 1,5 % dari

berat kering tanah dengan variasi pajang serabut kelapa 3 cm dan 5 cm.

3. Pemotongan serabut kelapa dilakukan dengan cara manual yaitu dengan gunting.
4. Sempel tanah lempung dan diambil di Desa Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau.
5. Limbah yang digunakan sebagai bahan campuran adalah serabut kelapa.
6. Tidak membandingkan nilai ekonomis yang dihasilkan antara serabut kelapa dengan material atau limbah yang lainnya sebagai bahan campuran.
7. Dalam penelitian ini tidak meninjau sampai proses pembusukan ataupun umur serabut kelapa didalam tanah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui efektivitas pemakaian serabut kelapa dalam mengatasi masalah pada tanah lempung yang berhubungan dengan daya dukung tanah lempung.
2. Membantu mengurangi limbah serabut kelapa.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Tanah

Tanah didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan.

Ukuran dari Partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (gravel), pasir (sand), lanau (silt), dan lempung (clay), tergantung dari ukuran partikel. Pada table 2.1 ditunjukkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah yang telah dikembangkan oleh organisasi.

Tabel 2.1 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama golongan	Ukuran butiran tanah (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology	>2	2-0,06	0,06-0,002	<0,002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	>2	2-0,05	0,05-0,002	<0,002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2-2	2-0,075	0,075-0,002	<0,002
Unified Soil Classification of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation)	76,2-4,75	4,75-0,075	<0,0075	<0,0075

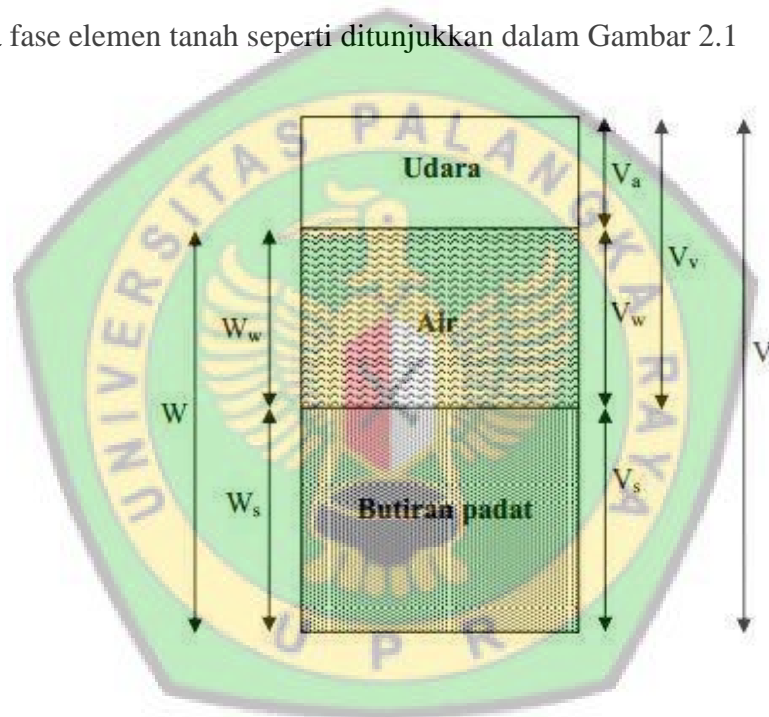
Sumber : Braja M. Das, (1985)

2.2 Komposisi Tanah

Tanah terdiri dari tiga fase elemen yaitu :

1. Butiran padat (*solid*) .
2. Air
3. Udara

Tiga fase elemen tanah seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1 Tiga Fase Elemen Tanah

Hubungan volume berat :

$$V = V_s + V_v = V_s + V_w + V_a \quad (2-1)$$

Keterangan :

V_s = volume butiran padat

V_v = volume pori

V_w = volume air di dalam pori

V_a = volume udara di dalam pori

Apabila udara dianggap tidak memiliki berat, maka berat total dari contoh tanah dapat dinyatakan dengan :

$$W = W_s + W_w \quad (2-2)$$

Keterangan :

W_s = berat butiran padat

W_w = berat air

Hubungan volume yang umum dipakai untuk suatu elemen tanah adalah angka pori (*void ratio*), porositas (*porosity*) dan derajat kejenuhan (*degree of saturation*) sebagai berikut ini :

a. Angka Pori

Angka pori atau void ratio (e) adalah perbandingan antara volume pori dan volume butiran padat, atau :

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (2-3)$$

b. Porositas

Porositas atau *porosity* (n) adalah perbandingan antara volume pori dan volume tanah total, atau :

$$n = \frac{V_v}{V} \quad (2-4)$$

c. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan atau *degree of saturation* (S) adalah perbandingan antara volume air dengan volume pori, atau :

$$S = \frac{V_w}{V_v} \quad (2-5)$$

d. Kadar Air

Kadar air atau *water content* (w) adalah perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki, atau :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \quad (2-6)$$

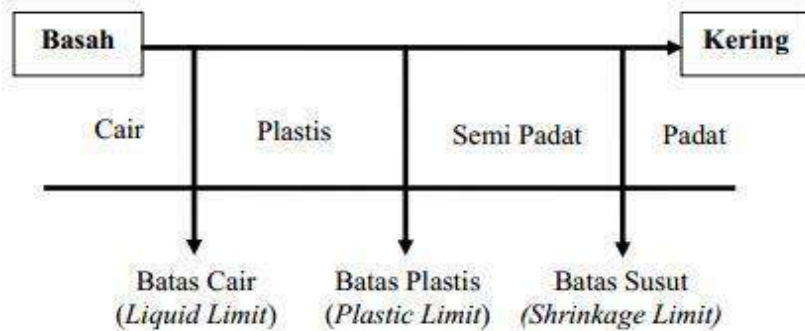
e. Berat Volume

Berat volume (γ) adalah berat tanah per satuan volume, atau :

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (2-7)$$

2.3 Batas – batas Konsistensi Tanah

Seorang ilmuwan dari Swedia yang bernama Atterberg berhasil mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi, sehingga batas konsistensi tanah disebut dengan batas-batas Atterberg. Kegunaan batas-batas Atterberg dalam perencanaan adalah memberikan gambaran secara garis besar akan sifat-sifat tanah yang bersangkutan. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek. Tanah yang batas cairnya tinggi biasanya mempunyai sifat teknik yang buruk yaitu kekuatannya rendah, sedangkan kompresibilitas tinggi sehingga sulit dalam hal pematatannya. Oleh karena itu, atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat diklasifikasikan ke dalam empat keadaan dasar, yaitu : padat, semi padat, plastis dan cair, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.2



Gambar 2.2 Batas-Batas Atterberg

- Batas cair (LL) adalah kadar air tanah antara keadaan cair dan keadaan plastis.
- Batas plastis (PL) adalah kadar air pada batas bawah daerah plastis.
- Indeks plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dan batas plastis, dimana tanah tersebut dalam keadaan plastis, atau :

$$PI = LL - PL \quad (2-8)$$

Indeks plastisitas (PI) menunjukkan tingkat keplastisan tanah. Apabila nilai indeks plastisitas tinggi, maka tanah banyak mengandung butiran lempung. Klasifikasi jenis tanah menurut *Atterberg* berdasarkan nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.2 Hubungan Nilai Indeks Plastisitas Dengan Jenis Tanah

PI	Jenis Tanah	Sifat	Kohesi
0	Pasir	Non Plastis	Non Kohesif
< 7	Lanau	Rendah	Agak Kohesif
7 – 17	Lempung Berlanau	Sedang	Kohesif
> 17	Lempung Murni	Tinggi	Kohesif

Sumber : Bowles, 1989.

2.4 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah berfungsi untuk studi yang lebih terinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1989).

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci (Das, 1995).

Sistem klasifikasi dimaksudkan untuk menentukan dan mengidentifikasi tanah dengan cara sistematis guna menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu dan juga berguna untuk menyampaikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah serta mengelompokkannya berdasarkan suatu kondisi fisik tertentu dari tanah tersebut dari suatu daerah ke daerah lain dalam bentuk suatu data dasar.

Sistem klasifikasi tanah dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

a. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur dan Ukuran

Sistem klasifikasi ini di dasarkan pada keadaan permukaan tanah yang bersangkutan, sehingga dipengaruhi oleh ukuran butiran tanah dalam tanah. Klasifikasi ini sangat sederhana di dasarkan pada distribusi ukuran tanah saja. Pada klasifikasi ini tanah dibagi menjadi kerikil

(*gevel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*) dan lempung (*clay*) (Das,1993).

b. Klasifikasi Berdasarkan Pemakaian

Pada sistem klasifikasi ini memperhitungkan sifat plastisitas tanah dan menunjukkan sifat-sifat tanah yang penting. Pada saat ini terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang sering dipakai dalam bidang teknik. Kedua sistem klasifikasi itu memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas-batas *Atterberg*.

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah sebagai hasil pengembangan dari sistem klasifikasi yang sudah ada. Tetapi yang paling umum digunakan adalah :

- a. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified (Unified Soil Classification System/ USCS)*
- Sistem klasifikasi tanah *unified* atau *Unified Soil Classification System (USCS)* diajukan pertama kali oleh *Prof. Arthur Cassagrande* pada tahun 1942 untuk mengelompokkan tanah berdasarkan sifat teksturnya dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation (USBR)* dan *United State Army Corps of Engineer (USACE)*. Kemudian *American Society for Testing and Materials (ASTM)* memakai *USCS* sebagai metode standar untuk mengklasifikasikan tanah. Menurut sistem ini tanah dikelompokkan dalam tiga kelompok yang masing-masing diuraikan lebih spesifik lagi dengan memberi simbol pada setiap jenis (Hendarsin, 2000), yaitu :

- 1) Tanah berbutir kasar, yaitu tanah yang mempunyai prosentase lolos ayakan No.200 $<$ 50 %.

Klasifikasi tanah berbutir kasar terutama tergantung pada analisa ukuran butiran dan distribusi ukuran partikel. Tanah berbutir kasar dapat berupa salah satu dari hal di bawah ini :

- a) Kerikil (G) apabila lebih dari setengah fraksi kasar tertahan pada saringan No. 4.
- b) Pasir (S) apabila lebih dari setengah fraksi kasar berada diantara ukuran saringan No. 4 dan No. 200.

- 2) Tanah berbutir halus, adalah tanah dengan persentase lolos ayakan No. 200 $>$ 50 %.

Tanah berbutir ini dibagi menjadi lanau (M), Lempung Anorganik (C) dan Tanah Organik (O) tergantung bagaimana tanah itu terletak pada grafik plastisitas

- 3) Tanah Organik

Tanah ini tidak dibagi lagi tetapi diklasifikasikan dalam satu kelompok Pt. Biasanya jenis ini sangat mudah ditekan dan tidak mempunyai sifat sebagai bahan bangunan yang diinginkan. Tanah khusus dari kelompok ini adalah peat, humus, tanah lumpur dengan tekstur organik yang tinggi. Komponen umum dari tanah ini adalah partikel-partikel daun, rumput, dahan atau bahan-bahan yang regas lainnya.

Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

Jenis Tanah	Simbol	Sub Kelompok	Simbol
Kerikil	G	Gradasi Baik Gradasi Buruk	W P
Pasir	S	Berlanau Berlempung	M C
Lanau	M		
Lempung	C	WL<50%	L
Organik	O	WL>50%	H
Gambut	Pt		

Sumber : Bowles, 1989.

Keterangan :

W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik),

P = *Poorly Graded* (tanah dengan gradasi buruk),

L = *Low Plasticity* (plastisitas rendah, LL<50),

H = *High Plasticity* (plastisitas tinggi, LL> 50).

Tabel 2.4 Sistem Klasifikasi Tanah USCS

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 dobel	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ 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 G dan W		
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung				
	Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik , pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk S dan W	
			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 $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung				
		Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200 Lolos saringan No. 4	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.	<p style="text-align: center;">Batas Cair (%)</p> <p>Garis A : $PI = 0.73 (LL - 20)$</p>
				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					

Sumber : Hary Christady, 1996.

b. Sistem klasifikasi AASHTO

Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*sub-base*) dan tanah dasar (*subgrade*). Dalam sistem ini tanah dikelompokkan menjadi tujuh kelompok besar yaitu A1 sampai dengan A7. Tanah yang termasuk dalam golongan A-1, A-2, dan A-3 masuk kedalam tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah yang lolos ayakan No.200, sedangkan tanah yang masuk dalam golongan A-4, A-5, A-6 dan A-7 adalah tanah lanau atau lempung. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai bahan lapisan struktur jalan raya, maka revisi terakhir oleh AASHTO diabaikan (Sukirman, 1992). Percobaan yang dibutuhkan untuk mendapatkan data yang diperlukan adalah analisis saringan, batas cair, dan batas plastis.

Tabel 2.5 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASTHO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
	A-1		A-3	A-2			
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-4		A-5	A-6		A-7 A-7-5* A-7-6**	
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36		Min 36	Min 36		Min 36	
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10		Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11		Min 41 Min 11	
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau			Tanah Berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

Keterangan :

Untuk A-7-5 : $PI \leq LL - 30$

Untuk A-7-6 : $PI \geq LL - 30$

Sumber: Das (1995).

Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini :

1. Ukuran Butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 75 mm dan tertahan pada saringan diameter 2 mm (no. 10).

Pasir : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 2 mm dan tertahan pada saringan diameter 0,075 mm (no. 200).

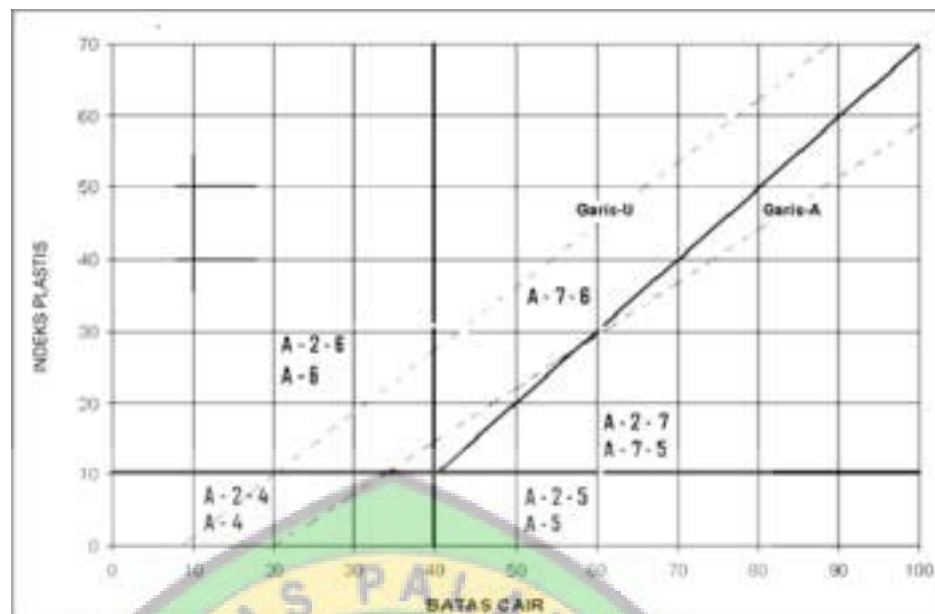
Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 0,075 (No. 200).

2. Plastisitas

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis indeks plastisnya 11 atau lebih.

3. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) di temukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan- batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Data yang akan didapat dari percobaan laboratorium telah ditabulasikan pada Tabel 2.4 Kelompok tanah yang paling kiri kualitasnya paling baik, makin ke kanan semakin berkurang kualitasnya.



Gambar 2.3 Nilai-nilai batas Atterberg untuk subkelompok tanah.

(Hary Christady, 1996).

Gambar 2.3 menunjukkan rentang dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah data kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7.

2.5 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Selain itu, permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987).

Sifat khas yang dimiliki oleh tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan

volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

Tanah lempung terdiri sekumpulan partikel-partikel mineral lempung dan pada intinya adalah hidrat aluminium silikat yang mengandung ion-ion Mg, K, Ca, Na dan Fe. Mineral-mineral lempung digolongkan ke dalam empat golongan besar, yaitu *kaolinit*, *smectit* (montmorillonit), *illit* (mika hidrat) dan *chlorite*. Mineral-mineral lempung ini merupakan produk pelapukan batuan yang terbentuk dari penguraian kimiawi mineral-mineral silikat lainnya dan selanjutnya terangkut ke lokasi pengendapan oleh berbagai kekuatan.

Tanah lempung lunak mempunyai karakteristik yang khusus diantaranya kemampuan yang tinggi, indeks plastisitas yang tinggi, kadar air yang relatif tinggi, dan mempunyai gaya geser yang kecil.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1999):

- a. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.
- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut yang tinggi.

2.6 Kuat Geser Tanah

1. Paramater Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser tanah ditentukan untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan. Seperti material teknik lainnya, tanah mengalami penyusutan volume jika menderita tekanan merata disekelilingnya. Apabila menerima tegangan geser, tanah akan mengalami distorsi dan apabila distorsi yang terjadi cukup besar, maka partikel-partikelnya akan terpeleket 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 :

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

Oleh karena itu kekuatan geser tanah dapat diukur dengan rumus :

$$\tau = c + (\sigma - u) \tan \phi \quad (2-9)$$

Keterangan :

τ : Kekuatan geser tanah (kg/cm^2)

σ : Tegangan normal total (kg/cm^2)

u : Tegangan air pori (kg/cm^2)

c : Kohesi tanah efektif (kg/cm^2)

ϕ : Sudut perlawanan geser efektif ($^\circ$)

Ada beberapa cara untuk menentukan kuat geser tanah, antara lain :

- a. Pengujian geser langsung (*Direct shear test*)
- b. Pengujian triaksial (*Triaxial test*)
- c. Pengujian tekan bebas (*Unconfined compression test*)
- d. Pengujian baling-baling (*Vane shear test*)

Dalam penelitian ini yang digunakan untuk menentukan kuat geser tanah adalah Pengujian geser langsung (*Direct shear test*) sebagai uji kuat geser tanah lempung dengan campuran serat serabut kelapa.

2.7 Uji Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Pengujian geser langsung merupakan salah satu jenis pengujian tertua dan sangat sederhana untuk menentukan parameter kuat geser tanah (*shear strength parameter*) kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Dalam pengujian kuat geser langsung ini dapat dilakukan pengukuran secara langsung dan cepat untuk mendapatkan nilai kekuatan geser tanah dengan kondisi tidak terdrainase (*undrained*). Alat uji dari uji geser langsung lebih mudah dioperasikan dan lebih cepat, serta sampel mudah di buat. Pengujian ini pada awalnya hanya digunakan untuk jenis tanah non-kohesif, namun dalam perkembangannya dapat pula diterapkan pada jenis tanah kohesif.

Bidang keruntuhan geser yang terjadi dalam pengujian geser langsung adalah bidang yang dipaksakan, bukan merupakan bidang terlemah seperti yang terjadi pada pengujian kuat tekan bebas ataupun triaksial. Dengan demikian selama proses pembebanan horisontal, tegangan yang timbul dalam bidang geser sangat kompleks, hal ini sekaligus merupakan salah satu kelemahan utama dalam percobaan geser langsung. Nilai kekuatan geser tanah antara lain digunakan dalam merencanakan kestabilan lereng, serta daya dukung tanah pondasi, dan lain sebagainya.

Nilai kekuatan geser ini dirumuskan oleh Coulomb dan Mohr dalam persamaan berikut ini:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (2-10)$$

keterangan :

τ : kekuatan geser maksimum (kg/cm²)

c : kohesi (kg/cm²)

σ : tegangan normal (kg/cm²)

ϕ : sudut geser dalam (°)

Adapun rumus untuk menghitung tegangan normal yaitu :

$$\sigma_n = \gamma \cdot H \quad (2-11)$$

keterangan :

σ_n : Tegangan Normal

γ : Berat Isi

H : Kedalaman Sempel

Prinsip dasar dari pengujian ini adalah pemberian beban secara horisontal terhadap benda uji melalui cincin/kotak geser yang terdiri dari dua bagian dan dibebani vertikal dipertengahan tingginya, dimana kuat geser tanah adalah tegangan geser maksimum yang menyebabkan terjadinya keruntuhan. Selama pengujian pembacaan beban horisontal dilakukan pada interval regangan tetap tertentu (*Strain controlled*). Umumnya diperlukan minimal 3 (tiga) buah benda uji yang identik, untuk melengkapi satu seri pengujian geser langsung. Prosedur pembebanan vertikal dan kecepatan regangan geser akibat pembebanan horisontal, sangat menentukan parameter-parameter kuat geser yang diperoleh.

2.8 Serabut Kelapa

Pohon kelapa (*cocos nucifera*) merupakan pohon yang menghasilkan bahan-bahan industri yang sudah lama dikenal. Di Indonesia, tanaman kelapa banyak terdapat dan tersebar hampir di seluruh wilayah nusantara, khususnya di daerah pantai atau mendekati pantai.

Pohon kelapa diantaranya ada 2 macam, yaitu kelapa hybrida yang ditandai dengan pohon yang pendek dan kelapanya berwarna kuning dan kelapa biasa yang pohonnya tinggi yang sering dijumpai. Kelapa biasa inilah yang dipakai dalam penelitian ini, yang mana batang pohonnya bersih (pelepah daun dan tapasnya mudah diambil), sehingga pelepah daun yang sudah tua terkadang jatuh sendiri dari pohonnya. Semua bagian pohon kelapa dapat diambil manfaatnya, mulai dari bagian-bagian fisik pohon maupun hasil-hasil produksinya.

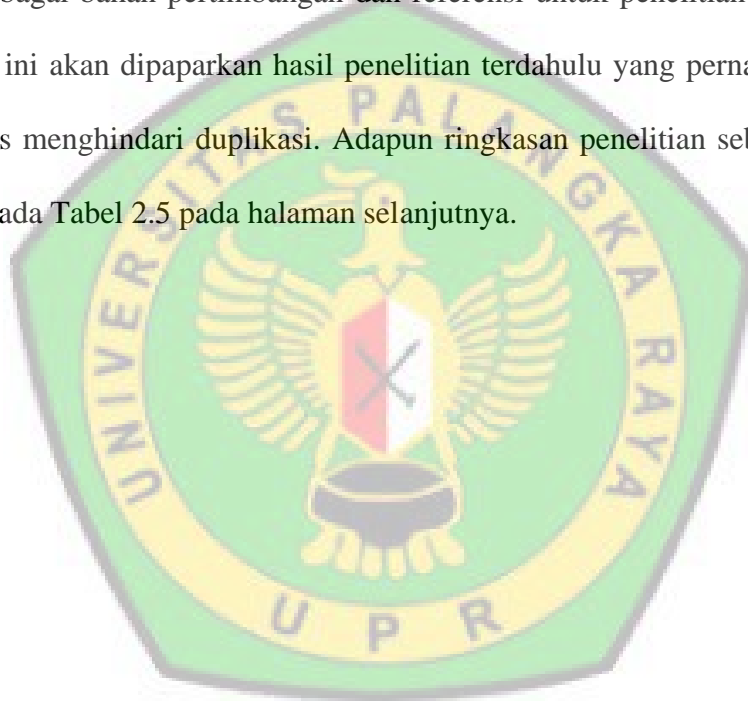
Pohon kelapa dapat berbuah jika sudah berumur lebih dari 5 tahun. Buah kelapa yang dihasilkan tergantung tempatnya, jika tempat tersebut cocok maka buahnya pun juga akan banyak. Dalam penelitian ini serabut kelapa yang dipakai adalah serabut kelapa yang berasal dari kelapa yang sudah tua. Hal ini dikarenakan, jika kelapa masih muda maka serabut kelapa masih basah dan mudah membusuk. Sehingga yang dipakai adalah serabut yang sudah tua yang sudah kering dan keras.

Serabut kelapa merupakan helaian benang-benang atau serat-serat yang berwarna coklat, berdiameter < 0.5 mm dan bersifat kaku/liat (tidak mudah putus). Serabut kelapa mempunyai kelemahan yaitu tidak tahan api. Sehingga mudah terbakar. Penggunaan dan pemanfaatan serabut kelapa antara lain pada

peralatan rumah tangga yang menggunakan serabut kelapa sebagai bahan bakunya. Keberadaan peralatan ini sangat penting bagi kehidupan rumah tangga, misal sapu, keset. Ada juga yang memanfaatkan serabut kelapa sebagai media tanam.

2.9 Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian ini, maka pada sub bab ini akan dipaparkan hasil penelitian terdahulu yang pernah dilaksanakan sekaligus menghindari duplikasi. Adapun ringkasan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.5 pada halaman selanjutnya.



Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tujuan Penelitian	Bahan Campuran	Hasil Penelitian
1	Studi Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Terhadap Nilai Stabilitas Tanah Lempung Pada Pengujian Kuat Geser.	Seprin Taneo 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui nilai kuat geser maksimum (t), nilai kohesi (C) dan sudut geser dalam (ϕ) dari tanah lempung asli pada pengujian kuat geser. 2. Untuk pengaruh penambahan serat serabut kelapa terhadap nilai kuat geser maksimum (τ), nilai kohesi (C) dan nilai sudut geser dalam (ϕ) tanah lempung pada pengujian kuat geser pertama, kedua dan ketiga. 	Serabut Kelapa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengujian kuat geser dilakukan sebanyak tiga kali pada tanah lempung asli dan diperoleh : <ol style="list-style-type: none"> a. Pengujian pertama diperoleh nilai kuat geser (τ) sebesar $83,13 \text{ kN/m}^2$, kohesi (C) sebesar $35,19 \text{ kN/m}^2$ dan nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar $42,15^\circ$. b. Pengujian kedua diperoleh nilai kuat geser (τ) sebesar $69,32 \text{ kN/m}^2$ · kohesi (C) sebesar $36,13 \text{ kN/m}^2$ dan nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar $33,83^\circ$ c. Pengujian yang ketiga diperoleh nilai kuat geser (τ) sebesar $71,52 \text{ kN/m}^2$ · kohesi (C) sebesar $36,02 \text{ kN/m}^2$ dan nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar $36,47^\circ$

Tabel 2.7 Lanjutan

2	Stabilitas Tanah Menggunakan Serabut Kelapa Melalui Uji Geser Langsung (Direct Shear Test) Di Laboratorium	Linuwih Jalu Lastiko, Zainul Faizien Haza, Dewi Sulistyorini (2017)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui hasil kuat geser tanah pasir kali opak jika dicampurkan dengan serabut kelapa 2. Untuk mengetahui pengaruh serabut kelapa terhadap kuat geser tanah pasir kali opak. 	Serabut Kelapa	Kadar serabut kelapa mampu menaikkan kuat geser tanah pasir, dengan kadar serabut kelapa 0.5% menaikkan kuat geser $\pm 9.14\%$, untuk kadar serabut kelapa 1% menaikkan kuat geser $\pm 9.49\%$ dan untuk kadar serabut kelapa 1.5% menaikkan kuat geser 10.30%.
---	--	---	---	----------------	--



Tabel 2.8 Penelitian yang sedang dilakukan

No	Judul Penelitian	Peneliti	Tujuan Penelitian	Bahan Campuran	Hasil Penelitian
1	Analisis Nilai Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>) Tanah Lempung Dengan Campuran Serabut Kelapa	Galih Yuda Setiawan 2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui sifat – sifat fisik dan mekanis tanah sebelum di campur dengan serabut kelapa. 2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap nilai kohesi (c) dan nilaisudut geser tanah (φ) pada pengujian kuat geser langsung (<i>Direct Shear Test</i>). 	Serabut Kelapa	Hasil yang diharapkan adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap nilai kohesi dan kuat geser tanah lempung pada pengujian kuat geser langsung (<i>Direct Shear Test</i>).

2.10 Kesimpulan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa serabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk menaikkan kuat geser tanah.

2.11 Perbedaan Penelitian

Berdasarkan perbandingan dari 2 penelitian terdahulu yang telah dipaparkan maka dapat dilihat perbedaan penelitian yang akan diteliti saat ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Perbedaan yaitu terletak pada variasi panjang serat kelapa dan banyaknya campuran serabut kelapa.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Tahapan yang dilakukan sebelum atau selama Penelitian berlangsung. Literatur yang digunakan sebagai acuan tidak hanya sebatas buku namun dapat pula bahan-bahan lain misalnya artikel, tulisan ilmiah, data perusahaan dan internet ataupun informasi dari kegiatan di lapangan yang sebelumnya pernah dilakukan.

3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah lempung terletak di Desa Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau.

3.3 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah lempung dilakukan dengan pemboran ringan sampai pada kedalaman dangkal ($< 10\text{m}$). Bor yang digunakan adalah bor jenis Iwan (Iwan Auger)

Sedangkan serabut kelapa yang digunakan diambil dari kelapa tua yang di urai menjadi variasi panjang 3 cm dan 5 cm

3.4 Tahap Pengujian di Laboratorium

4.3 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan yang dipersiapkan terdiri dari sampel tanah lempung asli dan serabut kelapa.

Alat yang dipersiapkan terdiri dari :

1. Oven, timbangan, desikator dan cawan timbang tertutup dari gelas atau logam tahan karat untuk pemeriksaan kadar air
2. Ring berat isi, jangka sorong, timbangan, oven dan desikator untuk pemeriksaan berat isi.
3. Piknometer, desikator, oven, bak perendam, botol berisi air suling, neraca, pompa hampa udara atau tungku listrik, thermometer serta saringan dan penadahanya untuk pemeriksaan berat jenis.
4. Plat kaca, spatula batang pembandingan cawan porselin, cawan untuk menentukan kadar air, gelas ukur, neraca, oven, dan air destilasi dalam botol cuci (*wash bottle*) untuk pemeriksaan batas susut.
5. *Prong plate*, *monel dish*, *cristalizing dish*, cawan perty, mercury, *porselin dish*, neraca dan oven untuk pemeriksaan batas susut
6. Mesin pengguncang saringan (*sieve analysis*), saringan (*sieve*), timbangan dan talam untuk pemeriksaan analisa saringan
7. Hidrometer, tabung-tabung gelas, termometer, pengaduk mekanis dan mangkuk dispresi, saringan, neraca, oven, batang pengaduk dari gelas, dan stop watch untuk analisa hidrometer.
8. Mold pemadatan, palu pemadatan *standard* dan *modified*, pisau pemotong, palu karet, kantong plastik, sendok, cawan, pan,

gelas ukur, alar pengeluar contoh (*extruder mold*) dan timbangan untuk pemeriksaan pemadatan laboratorium.

9. Alat geser langsung, alat pengeluar contoh sempel dan pisau pemotong, cincin cetak benda uji, neraca dengan ketelitian 0,01 gr, stopwatch, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu (105 – 116) ° C.

3.5 Pemeriksaan Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah Asli

3.5.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli

Pemeriksaan sifat fisik tanah asli meliputi :

1. Pemeriksaan Kadar Air (*Water content*)

- a. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah memeriksa kadar air suatu sampel tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat yang dikandung tanah dengan berat kering tanah, yang dinyatakan dalam persen.
- b. Pemeriksaan dilakukan dengan membuat 3 seri dari 3 titik pemboran dan masing-masing seri dibuat 2 sampel dengan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 2216-71.

2. Pemeriksaan Berat Isi (*Density test*)

- a. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah mengetahui berat isi, isi pori, serta derajat kejenuhan suatu sampel tanah.
- b. Pemeriksaan dilakukan dengan membuat 3 seri dari 3 titik pemboran dan masing-masing seri dibuat 2 sampel dengan

prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 2216-71.

3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Spesific Gravity*)

Berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air suling pada volume yang sama dari suhu tertentu. Pengujian berat jenis ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah (Gs) yang mempunyai butiran lewat saringan No.40 dengan menggunakan piknometer.

4. Pemeriksaan Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)

a. Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah dengan menggunakan alat Casagrande dengan cara memasukkan sampel tanah yang lolos saringan No.40 kedalam mangkok casagrande, lalu diputar dan hitung jumlah ketukan yang diperlukan untuk menutup celah tanah.

b. Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah dengan menggunakan alat casagrande dengan cara

memasukkan sampel tanah yang lolos saringan No.40 kedalam mangkok casagrande, lalu diputar dan hitung jumlah ketukan yang diperlukan untuk menutup celah tanah.

c. Pemeriksaan Batas Susut (Shrinkage Limit)

Mengetahui kadar air (W_s) terhadap berat kering tanah setelah dioven.

5. Pemeriksaan Analisis Saringan

Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan dengan ukuran diameter tertentu. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu contoh tanah berbutir kasar dan untuk mengklasifikasi tanah. Pemeriksaan ini menggunakan alat seiveshaker atau alat pengguncang saringan.

3.5.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah Asli

Pemeriksaan sifat tanah asli meliputi :

1. Pemeriksaan Kekuatan Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

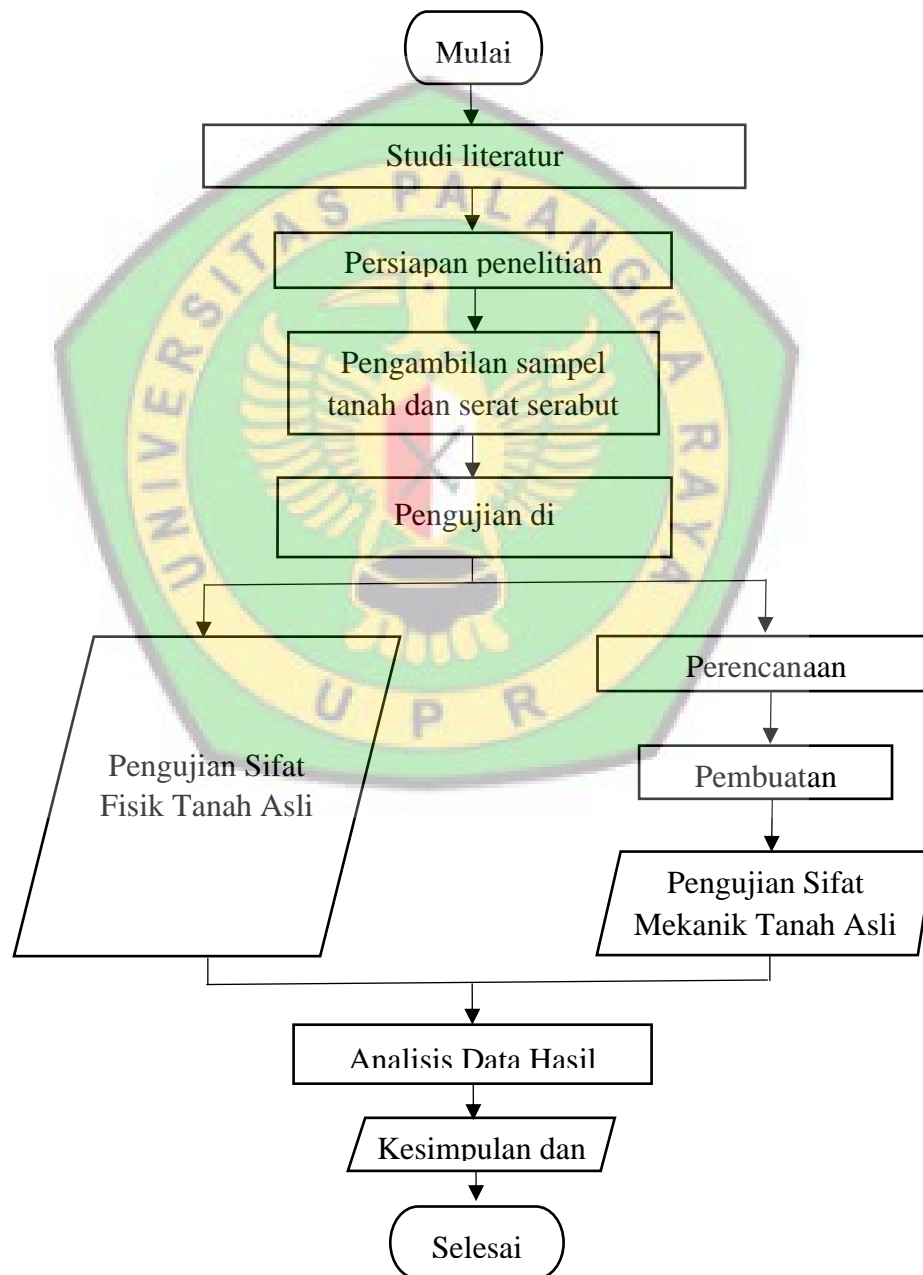
- a. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kohesi (c), sudut geser tanah (ϕ) dan nilai kuat geser.
- b. Pemeriksaan ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan variasi serat serabut kelapa antara lain 0,5%, 1%, dan 1,5%.

3.6 Perencanaan Campuran

Campuran direncanakan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah lempung dicampur dengan serabut kelapa dengan presentase penambahan serabut kelapa sebesar 0.5 %, 1 % , 1,5 % dari berat tanah.

3.7 Bagan Alir Penelitian

Guna mempermudah pemahaman mengenai proses penelitian, dapat dilihat dalam gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian berikut.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

Lampiran 2 : Rencana Jadwal Penelitian dan Penyelesaian Tugas Akhir

Judul : Analisis Nilai Kuat Geser Dengan Pengujian Kuat Geser Lang



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data, diperoleh kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai Analisis Nilai Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*) Tanah Lempung Dengan Campuran Serabut Kelapa sebagai berikut:

1. Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah dan mekanik tanah untuk sampel tanah dari daerah Desa Bukit Rawi, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah diperoleh nilai, kadar air sebesar = **40,28%**; berat isi = **1,38 gr/cm³**; berat jenis = **2,70%**; batas-batas *atterberg*, *LL* = **38,76%**; *PL* = **23,11%**; *PI* = **15,65%**; *SL* = **14,01%**; analisis saringan meliputi persentase berat material tertahan = **47,82%**; persentase lolos saringan = **52,18%**; dan analisis hidrometer = **5,16%**.
2. Berdasarkan sistem klasifikasi menurut AASHTO tanah ini termasuk kedalam kelompok A-6 (6) yang di klasifikasikan tanah yang masih mengandung butir – butir pasir dan kerikil, untuk system klasifikasi menurut USCS tanah tergolong dalam kelompok CL yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir lempung berlanau, lempung “kurus” (*lean clays*).

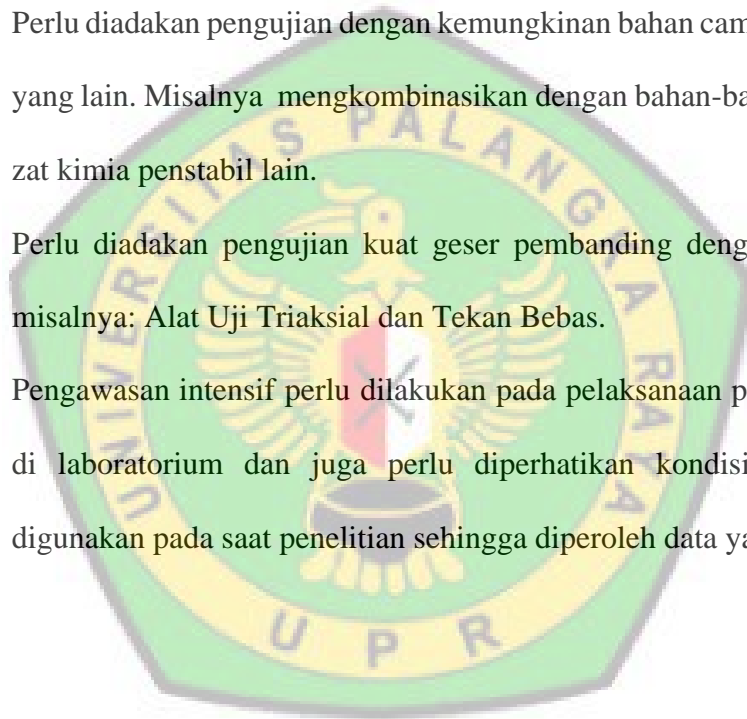
3. Pengujian kuat geser dilakukan sebanyak tiga kali dengan variasi campuran yang berbeda dan diperoleh hasil sebagai berikut:
- a. Panjang serabut kelapa 3 cm dengan campuran 0,5% , 1% dan 1,5% pengujian pertama dengan campuran 0,5% di dapat nilai (c) sebesar **0,195 kg/cm²** , nilai sudut geser (ϕ) sebesar **14°** , dan nilai kuat geser (τ') sebesar **0,229 kg/cm²** , pengujian kedua dengan campuran 1% di dapat nilai (c) sebesar **0,2266 kg/cm²** , nilai sudut geser (ϕ) sebesar **16°** , nilai kuat geser (τ') sebesar **0,266 kg/cm²** , pengujian ketiga dengan campuran 1,5% di dapat nilai (c) sebesar **0,2387 kg/cm²** , nilai sudut geser (ϕ) sebesar **17°** , nilai kuat geser (τ') sebesar **0,281 kg/cm²**.
 - b. Panjang serabut kelapa 5 cm dengan campuran 0,5% , 1% dan 1,5% pengujian pertama dengan campuran 0,5% di dapat nilai (c) sebesar **0,2026 kg/cm²** , nilai sudut geser (ϕ) sebesar **22°** , nilai kuat geser (τ') sebesar **0,258 kg/cm²** , pengujian kedua dengan campuran 1% di dapat nilai (c) sebesar **0,2113 kg/cm²** , nilai sudut geser (ϕ) sebesar **27°** , nilai kuat geser (τ') sebesar **0,282 kg/cm²** , pengujian ketiga dengan campuran 1,5% di dapat nilai (c) sebesar **0,2383 kg/cm²** , nilai sudut geser (ϕ) sebesar **28°** , nilai kuat geser (τ') sebesar **0,312 kg/cm²**.
 - c. Pada pengujian nilai kuat geser kenaikan terjadi pada variasi panjang serabut 3 cm dengan campuran 1,5% sebesar **0,281 kg/cm²** naik sebesar **47,3%** dari tanah asli, dan pada variasi panjang serabut 5 cm dengan

campuran 1,5% sebesar **0,312 kg/cm²** naik sebesar **63,46 %** dari tanah asli.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian dan analisis data yang dilakukan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlu diadakan pengujian dengan kemungkinan bahan campuran kombinasi yang lain. Misalnya mengkombinasikan dengan bahan-bahan : semen, atau zat kimia penstabil lain.
2. Perlu diadakan pengujian kuat geser pembanding dengan peralatan lain misalnya: Alat Uji Triaksial dan Tekan Bebas.
3. Pengawasan intensif perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian sehingga diperoleh data yang akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Adini, Z. 2015. “Praktikum Mekanika Tanah Direct Shear – Gaya Geser Tanah”.
- Bowles, J E. 1984. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Bowles, J E. 1991. Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta.
- Casagrande. 1942. Sistem Clasifikasi Unified Soil & Clasification System (USCS).
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga. Jakarta
- Hardiyatmo, H C. 1992. *Mekanika Tanah I*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, H C. 2002. *Mekanika Tanah I (edisi III)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Panduan Praktikum Mekanika Tanah II. 2018. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Sazuatmo. 2011..Pengaruh Material Plastik Terhadap Kekuatan Geser Pada Tanah Lempung. Bengkulu: FT UNIHAZ.
- Taneo S. 2013. Studi Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Nilai Stabilitas Tanah Lempung Pengujian Kuat Geser. Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Vidayanti Desiana. *Modul Mekanika Tanah I*. Jakarta: Mercu Buana University.
- Wahyuni, Ida, 2004. *Penggunaan Batu Kapur Sebagai Bahan Alternatif Stabilisasi Tanah Dasar Pada Ruas Jalan Palangka Raya – Bukit Rawi*, Tugas akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya