

SKRIPSI

**HUBUNGAN INDEKS PLASTISITAS TERHADAP NILAI KOHESI TANAH
LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI PASIR**

Oleh

RIZKY SANJAYA PURBA
NIM. DAB 113 113



JURUSAN / PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2020

RINGKASAN

HUBUNGAN INDEKS PLASTISITAS TERHADAP NILAI KHESI TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI PASIR, Rizky Sanjaya Purba, 2020, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangkaraya.

Tanah merupakan material dasar yang sangat penting dari suatu pekerjaan konstruksi yaitu sebagai pondasi pendukung untuk konstruksi bangunan, jalan (*subgrade*), jembatan dan bendungan. Namun tidak semua tanah memiliki kekuatan dan daya dukung tanah yang baik untuk konstruksi bangunan. Oleh karena itu perlu ditinjau kembali sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang dalam hal ini tanah lempung agar dapat diketahui perilaku tanah lempung tersebut. Selain itu diketahuinya karakteristik kuat geser tanah yang dalam hal ini nilai kohesi tanah lempung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik tanah serta bentuk hubungan indeks plastisitas terhadap kohesi tanah lempung yang disubstitusi pasir dari desa Hampalit, Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa sampel tanah dari daerah Hampalit, Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah Dari pengujian sifat-sifat fisik tanah tersebut didapat klasifikasi tanah menurut *Unified* (USCS) termasuk dalam kelompok tanah OL (lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah), sedangkan klasifikasi tanah menurut AASTHO termasuk dalam kelompok tanah A-7-6 (tanah berlempung). Pengujian dengan variasi campuran pasir halus 5%, 10%, 15%. Dari Pengujian batas-batas *Atterberg* diperoleh nilai Indeks Plastisitas (IP) tanah asli adalah 18,52% dan pada penambahan 15% pasir halus nilai IP adalah 16,22% (mengalami penurunan sebesar 2,3% dari IP tanah asli). Berdasarkan hasil Uji Geser Langsung (*Direct Shear*) diperoleh nilai kuat geser (τ) tanah asli 0,273 Kg/cm²; dengan penambahan pasir sebesar 15% nilai τ adalah 0.233 Kg/cm² (mengalami penurunan sebesar 14,65% dari τ tanah asli). Nilai kohesi (c) tanah asli adalah 0,191 Kg/cm² dan pada penambahan 15% pasir halus nilai c adalah 0,155 Kg/cm² (mengalami penurunan sebesar 18,85% dari c tanah asli).

Kata Kunci: kohesi, batas-batas *Atterberg*, Uji Geser Langsung (*Direct Shear*)

SUMMARY

RELATIONSHIP OF PLASTICITY INDEX TO SPECIAL VALUE OF SAND

SUBSTITUTED CLAY, Rizky Sanjaya Purba, 2020, Department / Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Palangkaraya University.

Soil is a very important basic material for construction work, namely as a supporting foundation for the construction of buildings, roads (subgrade), bridges and dams. However, not all soils have good soil strength and bearing capacity for building construction. Therefore, it is necessary to review the physical and mechanical properties of the soil, in this case it is clay so that the behavior of the clay soil can be known. In addition, the characteristics of the shear strength of the soil are known, in this case the cohesion value of clay soil.

This study aims to determine the physical and mechanical properties of the soil as well as the relationship between the plasticity index and the cohesion of clay soil substituted by sand from the village of Hampalit, Katingan Regency, Central Kalimantan Province.

From the research results, it can be concluded that the soil samples from the Hampalit area, Katingan Regency, Central Kalimantan Province. , while the soil classification according to AASTHO is included in the soil group A-7-6 (clay soil). Tests with a variety of fine sand mixtures of 5%, 10%, 15%. From the Atterberg boundary test, it was obtained that the plasticity index (IP) value of the original soil was 18.52% and in the addition of 15% fine sand the IP value was 16.22% (decreased by 2.3% from the original soil IP). Based on the results of the Direct Shear test, the shear strength is obtained (τ) native land 0.273Kg / cm²; with the addition of sand at 15% value is 0.233Kg / cm² (decreased by 14.65% from the original land τ). The cohesion value (c) of the original soil was 0.191 kg / cm² and the addition of 15% fine sand, the c value was 0.155 kg / cm² (decreased by 18.85% from the c original soil).

Keywords: cohesion, Atterberg boundaries, Direct Shear Test

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan kasih setia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini berjudul “**HUBUNGAN INDEKS PLASTISITAS TERHADAP NILAI KOHESI TANAH LEMPUNG YANG DISUBTITUSI PASIR**” disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi STRATA-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.

Pada kesempatan ini diucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.
3. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga S.T.P., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.
6. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangkaraya dan dosen Pembahas III Skripsi.
7. Bapak Roby, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Bapak Ir. Suradji Gandi M.M. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
9. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.

10. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembahas I Skripsi.
11. Bapak M. Ikhwan Yani, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembahas II Skripsi
12. Seluruh Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil dan Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.
13. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian Skripsi ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan kesadaran akan segala keterbatasan dan kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini, maka kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan di masa yang akan mendatang. Terima Kasih.

Palangkaraya, Desember 2020

RIZKY SANJAYA PURBA

NIM. DAB 113 113

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1	Latar
Belakang.....	1
1.2	Rumus
an Masalah	3
1.3	Tujuan
Penelitian.....	3
1.4	Manfa
at Penelitian	3
1.5	Batasa
n Penelitian.....	4
1.6	Lokasi
Penelitian.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung	6
2.1.1. Definisi Tanah Lempung.....	6
2.1.2. Kriteria Tanah Lempung	6
2.2 Sifat Fisik Tanah dan Sifat Mekanik Tanah	11
2.2.1. Sifat Fisik Tanah	11
2.2.2. Klasifikasi Tanah	16
2.2.3. Sifat Mekanik Tanah	23
2.3 Kohesi	12
2.4 Stabilisasi Tanah.....	25
2.5 Pasir	26
2.6 Korelasi	27
2.7 Penelitian Terdahulu	29

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian.....	30
3.2 Metode Pengambilan Sampel.....	30
3.3 Pengolahan Data di Laboratorium.....	30
3.3.1. Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli	31
3.3.2. Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah	32
3.4 Perencanaan Campuran.....	33
3.5 Analisis Data	33
3.6 Bagan Alir	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Umum	35
4.2	Hasil Penelitian.....	35
4.2.1	Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah	36
4.2.2	Klasifikasi Tanah	36
4.2.3	Hasil Pengujian Sifat-Sifat Mekanik Tanah.....	38
4.3	Variasi Campuran	40
4.3.1	.....	Indeks
	Plastisitas Tanah.....	40
4.3.2	.....	Kohesi
	Tanah.....	40
4.4	Pengolahan Data.....	43
4.4.1	Hubungan Antara Indeks Plastisitas (IP) dengan Kohesi Tanah (c).....	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	.....	Kesim
	pulan	45
5.2	.....	Saran
	.....	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Indeks Plastisitas dan Sifat Tanah.....	9
Tabel 2.2	Jenis Tanah Terhadap Nilai Gs	13
Tabel 2.3	U.S. <i>Standart Sieve Numbers</i> dan Diameter Lubang Saringan	14
Tabel 2.4	Sistem Klasifikasi AASHTO	19
Tabel 2.5	Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	21
Tabel 2.6	Sistem Klasifikasi Berdasarkan <i>Unified</i>	22
Tabel 2.7	Penelitian Terdahulu	29
Tabel 3.1	Kebutuhan Campuran Pasir	33
Tabel 4.1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Pada Jenis Tanah Lempung ..	36
Tabel 4.2	Menentukan Klasifikasi Kelompok Tanah	38
Tabel 4.3	Hasil Pemeriksaan Uji Geser Langsung (Direct Shear Test) Pada Jenis Tanah Asli	39
Tabel 4.4	Indeks Plastisitas Tanah dengan Campuran Pasir Halus	40
Tabel 4.5	Hasil Pemeriksaan Uji Geser Langsung (Direct Shear Test) Pada Jenis Tanah Lempung Setelah disubtitusi Pasir Halus 5%	41
Tabel 4.6	Kohesi Tanah dengan Variasi Campuran Pasir Halus	42
Tabel 4.7	Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan Kohesi Tanah	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Pengambilan Sampel	5
Gambar 1.2	Sketsa Lokasi Pengambilan Sampel.....	5
Gambar 2.1	Batas Konsistensi	8
Gambar 2.2	Nilai-Nilai Batas <i>Atterberg</i> Untuk Subkelompok Tanah	18
Gambar 2.3	Grafik Tegangan Normal Dengan Tegangan Geser.....	24
Gambar 3.1	Bagan Alir Penyusunan Penelitian	34
Gambar 4.1	Grafik Plastisitas Identifikasi Jenis Tanah	37
Gambar 4.2	Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung	39
Gambar 4.3	Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung Setelah Disubstitusi Pasir Halus 5%	42
Gambar 4.4	Grafik Regresi Linier Antara Indeks Plastisitas (IP) dengan Kohesi (c) Tanah Lempung	44

BAB I

PENDAHULUAN

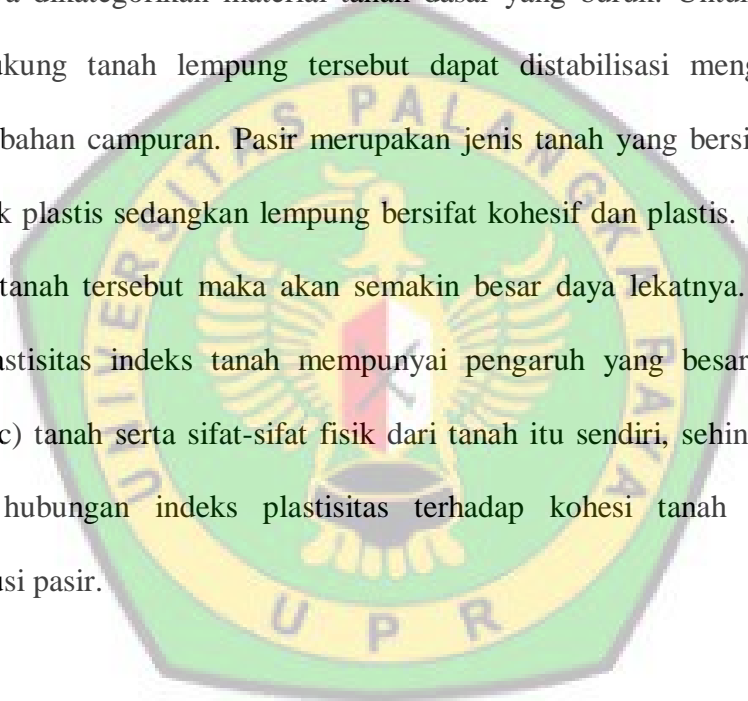
1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan material alami di permukaan bumi yang terbentuk dari berbagai bahan penyusun tanah seperti bahan organik dan bahan mineral lain. Tanah juga merupakan material dasar yang sangat penting dari suatu pekerjaan konstruksi yaitu sebagai pondasi pendukung untuk konstruksi bangunan, jalan (*subgrade*), jembatan dan bendungan. Namun tidak semua tanah memiliki kekuatan dan daya dukung tanah yang baik untuk konstruksi bangunan.

Secara umum tanah lempung adalah suatu jenis tanah kohesif yang mempunyai sifat sangat kurang menguntungkan dalam konstruksi teknik sipil kuat geser rendah dan kompresibilitasnya yang besar. Di samping itu permasalahan bangunan geoteknik banyak terjadi pada tanah lempung, misalnya terjadi retak-retak suatu badan jalan akibat terjadi peristiwa *swelling-shrinking* pada tanah dasar, kegagalan suatu pondasi bangunan yang didirikan pada tanah lempung, dan lain-lain. Semua itu terjadi karena kondisi tanah lempung tersebut yang jelek, atau dengan kata lain kuat geser dari tanah lempung tersebut rendah. Kuat geser yang rendah mengakibatkan terbatasnya beban (beban sementara atau pun beban tetap) yang dapat bekerja di atasnya sedangkan kompresibilitas yang besar mengakibatkan terjadinya penurunan setelah pembangunan selesai. Oleh karena itu perlu ditinjau kembali sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang dalam hal ini tanah lempung agar dapat diketahui perilaku tanah lempung tersebut dan besar

beban yang dapat di terima oleh tanah lempung tersebut. Selain itu diketahuinya karakteristik kuat geser tanah yang dalam hal ini nilai kohesi tanah lempung.

Tanah lempung merupakan tanah kohesif yang sebagian besar terdiri dari butir-butir yang sangat kecil. Tanah lempung memiliki sifat gaya gesernya yang kecil, kemampuan yang besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung yang rendah. Berdasarkan sifat yang dimiliki, tanah lempung pada umumnya dikategorikan material tanah dasar yang buruk. Untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung tersebut dapat distabilisasi menggunakan pasir sebagai bahan campuran. Pasir merupakan jenis tanah yang bersifat non kohesif dan tidak plastis sedangkan lempung bersifat kohesif dan plastis. Semakin plastis kondisi tanah tersebut maka akan semakin besar daya lekatnya. Batas cair dan nilai plastisitas indeks tanah mempunyai pengaruh yang besar terhadap nilai kohesi (c) tanah serta sifat-sifat fisik dari tanah itu sendiri, sehingga dibutuhkan bentuk hubungan indeks plastisitas terhadap kohesi tanah lempung yang disubstitusi pasir.



1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas dapat ditentukan rumusan masalah.

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung?
2. Bagaimana pengaruh pasir terhadap nilai kuat geser tanah?
3. Bagaimana pengaruh pasir terhadap nilai indeks plastisitas dan kohesi tanah?
4. Bagaimana hubungan indeks plastisitas terhadap nilai kohesi tanah yang disubstitusi dengan pasir ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan merupakan hal terpenting dari suatu penelitian agar peneliti dapat mengarahkan maksud dari penelitiannya. Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung.
2. Mengetahui nilai kuat geser dengan adanya penambahan pasir.
3. Mengetahui pengaruh pasir terhadap nilai indeks plastisitas dan kohesi tanah.
4. Mengetahui hubungan indeks plastisitas terhadap nilai kohesi tanah yang disubstitusi dengan pasir.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui lebih dalam tentang sifat-sifat fisik dan mekanik pada tanah lempung.

2. Dapat mengetahui hubungan indeks plastisitas terhadap nilai kohesi tanah yang disubstitusi dengan pasir.
3. Memberikan pengetahuan lebih kepada masyarakat maupun mahasiswa Teknik Sipil khususnya yang berminat dalam pengetahuan geoteknik.

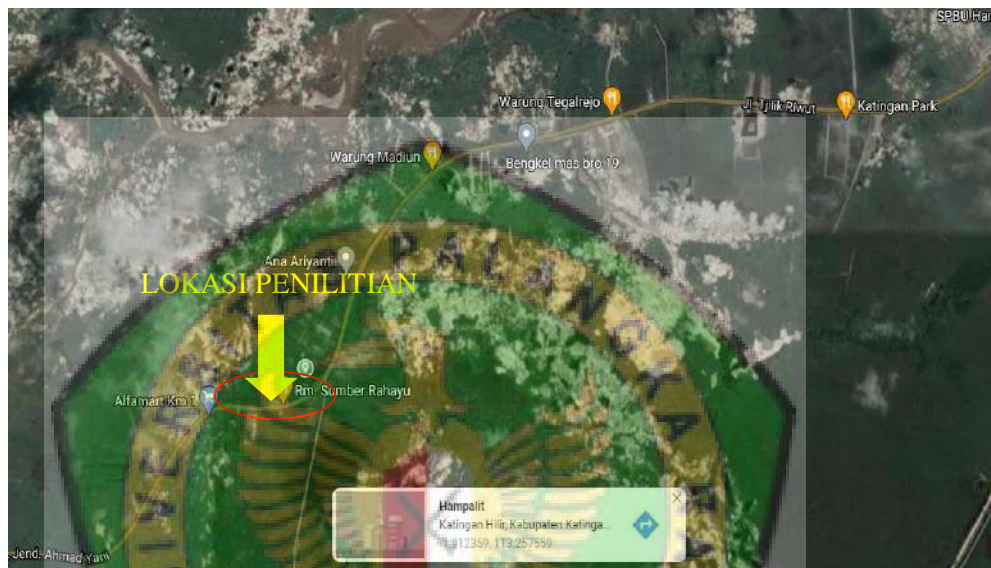
1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah dilakukan agar ruang lingkup pada penelitian tidak menjadi terlalu luas. Adapun ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah asli dan tanah terganggu (*disturbed*) pada jenis tanah lempung yang berasal dari daerah Hampalit, Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Tanah yang diuji adalah tanah asli dan tanah yang telah disubstitusi dengan pasir halus lolos saringan 200.
3. Pengujian sifat – sifat fisik dan mekanis tanah meliputi :
 - a. Pengujian Kadar Air Tanah Asli
 - b. Pengujian Analisa Saringan
 - c. Pengujian Batas-batas *Atterberg*
 - d. Pengujian Berat Isi dan Berat Jenis Tanah
 - e. Pengujian *Direct Shear*
4. Penelitian ini dilakukan di laboratorium mekanika tanah Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya.

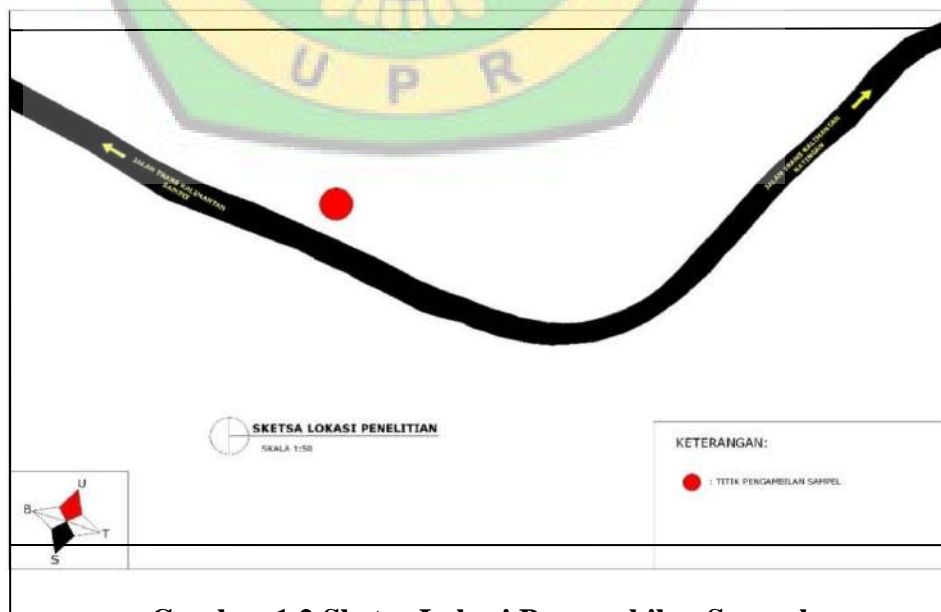
1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah lempung ini dari daerah Hampalit, Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah



Sumber: Google Maps, (2020)

Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel



Gambar 1.2 Sketsa Lokasi Pengambilan Sampel

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

2.1.1 Definisi 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).

Tanah lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm (= 2 mikron). Namun demikian, di beberapa kasus, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung. Disini tanah di klasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan pada ukurannya saja. Belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung (*clay mineral*).

2.1.2 Kriteria Tanah Lempung

Suatu tanah dapat digolongkan sebagai tanah lempung jika memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Mengandung 30% pasir, 40% butiran-butiran ukuran lanau, dan 30% butiran-butiran ukuran lempung.
2. Butiran yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) berdasarkan ASTM

standar dan berukuran $< 0,002\text{mm}$.

3. Suatu bahan yang hampir seluruhnya terdiri dari pasir, tetapi ada yang mengandung sejumlah lempung.

Tanah Lempung mempunyai beberapa jenis, antara lain :

a. Tanah Lempung Berlanau

Lanau adalah tanah atau butiran penyusun tanah/batuan yang berukuran di antara pasir dan lempung. Sebagian besar lanau tersusun dari butiran-butiran *quartz* yang sangat halus dan sejumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral-mineral mika. Sifat-sifat yang dimiliki tanah lanau adalah sebagai berikut (Das, 1991). :

1. Ukuran butir halus, antara $0,002 - 0,05\text{mm}$.
2. Bersifat kohesif.
3. Kenaikan air kapiler yang cukup tinggi, antara $0,76 - 7,6\text{m}$.
4. Permeabilitas rendah.
5. Potensi kembang susut rendah sampai sedang.
6. Proses penurunan lambat.

Lempung berlanau adalah tanah lempung yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah lempung. Tanah lempung berlanau merupakan tanah yang memiliki sifat plastisitas sedang dengan Indeks Plastisitas 7-17 dan kohesif.

b. Tanah Lempung Plastisitas Rendah

Plastisitas merupakan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak/remuk. Sifat dari plastisitas

tanah lempung sangat di pengaruhi oleh besarnya kandungan air yang berada di dalamnya dan juga disebabkan adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Sifat dari plastisitas tanah lempung sangat di pengaruhi oleh besarnya kandungan air yang berada di dalamnya. Atas dasar air yang terkandung didalamnya (konsistensinya) tanah dibedakan atau dipisahkan menjadi 4 keadaan dasar yaitu padat, semi padat, plastis, cair.



Gambar 2.1 Batas Konsistensi

Bila pada tanah yang berada pada kondisi cair (titik P) kemudian kadar airnya berkurang hingga titik Q, maka tanah menjadi lebih kaku dan tidak lagi mengalir seperti cairan. Kadar air pada titik Q ini disebut dengan batas cair (*liquid limit*) yang disimbolkan dengan LL. Bila tanah terus menjadi kering hingga titik R, tanah yang dibentuk mulai mengalami retak-retak yang mana kadar air pada batas ini disebut dengan batas plastis (*plastic limit*), PL. Rentang kadar air dimana tanah berada dalam kondisi plastis, antara titik Q dan R, disebut dengan indek plastisitas (*plasticity index*), PI, yang dirumuskan:

$$PI = LL - PL$$

Keterangan:

LL = Batas Cair (*Liquid Limit*)

PL = Batas Plastis (*Liquid Plastic*)

Dari Nilai PI yang dihitung dengan persamaan diatas akan ditentukan berdasarkan (*Atterberg, 1911*). Adapun batasan mengenai indeks plastisitas tanah ditinjau dari; sifat, dan kohesi. Seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Nilai Indeks Plastisitas dan Sifat Tanah

PI %	Sifat	Tanah Kohesif
0	Non Plastis	Non Kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Kohesi Sebagian
7 - 17	Plastisitas Sedang	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Kohesif

Sumber: *Hardiyatmo, 2002*

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa lempung plastisitas rendah memiliki nilai *index* plastisitas (PI) < 7 % dan memiliki sifat kohesi sebagian yang disebabkan oleh mineral yang terkandung didalamnya. Dalam sistem klasifikasi Unified (Das, 1995). Tanah lempung plastisitas rendah memiliki simbol kelompok CL yaitu Tanah berbutir halus 50% atau lebih, lolos ayakan No. 200 dan memiliki batas cair (LL) $\leq 50\%$.

c. Tanah Lempung Berpasir

Pasir merupakan partikel penyusun tanah yang sebagian besar terdiri dari mineral *quartz* dan *feldspar*. Sifat-sifat yang dimiliki tanah pasir adalah sebagai

berikut (Das, 1991).:

1. Ukuran butiran antara 2 mm – 0,075mm.
2. Bersifat nonkohesif.
3. Kenaikan air kapiler yang rendah, antara 0,12 – 1,2m.
4. Memiliki nilai koefisien permeabilitas antara 1,0 – 0,001cm/det.
5. Proses penurunan sedang sampai cepat.

Klasifikasi tanah tergantung pada analisis ukuran butiran, distribusi ukuran butiran dan batas konsistensi tanah. Perubahan klasifikasi utama dengan penambahan ataupun pengurangan persentase yang lolos saringan no.4 atau no.200 adalah alasan diperlukannya mengikutsertakan deskripsi verbal beserta simbol-simbolnya, seperti pasir berlempung, lempung berlanau, lempung berpasir dan sebagainya.

Pada tanah lempung berpasir persentase didominasi oleh partikel lempung dan pasir walaupun terkadang juga terdapat sedikit kandungan kerikil ataupun lanau. Identifikasi tanah lempung berpasir dapat ditinjau dari ukuran butiran, distribusi ukuran butiran dan observasi secara visual. Sedangkan untuk batas konsistensi tanah digunakan sebagai data pendukung identifikasi karena batas konsistensi tanah lempung berpasir disuatu daerah dengan daerah lainnya akan berbeda tergantung jenis dan jumlah mineral lempung yang terkandung di dalamnya. Suatu tanah dapat dikatakan lempung berpasir bila lebih dari 50% mengandung butiran lebih kecil dari 0,002 mm dan sebagian besar lainnya mengandung butiran antara 2 – 0,075 mm. Pada Sistem Klasifikasi *Unified* (ASTM D 2487-66T) tanah lempung berpasir digolongkan pada tanah dengan

simbol CL yang artinya tanah lempung berpasir memiliki sifat kohesi sebagian karena nilai plastisitasnya rendah ($PI < 7$).

2.2 Sifat Fisik Tanah dan Sifat Mekanik Tanah

Sifat fisik tanah yaitu sifat yang berhubungan dengan elemen penyusunan massa tanah yang ada. Sedangkan sifat mekanis tanah merupakan sifat perilaku dari struktur massa tanah pada dikenai suatu gaya atau tekanan yang dijelaskan secara teknis mekanis.

2.2.1 Sifat Fisik Tanah

1. Kadar Air Tanah

Pada dasarnya tanah terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian padat dan bagian rongga. Bagian padat terdiri dari partikel-partikel tanah yang padat sedangkan bagian rongga terisi oleh air dan udara. Untuk menentukan suatu kadar air dari tanah tersebut dapat dilakukan pengujian sampel tanah dengan membandingkan antara berat yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen.

Kadar air tanah ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat tanah.

2. Berat Volume/Isi Tanah

Berat isi tanah adalah berat suatu volume tanah dalam keadaan utuh, dinyatakan dalam gram/cm^3 . Kalau dalam berat jenis tanah yang dimaksud dalam

volume tanah, hanya volume padatan tanah saja, sedangkan untuk berat isi volume tanah dalam hal ini termasuk dalam bahan padat dan ruang pori.

Faktor yang mempengaruhi berat isi tanah adalah besarnya ruang pori tanah, semakin besar ruang pori total tanah akan semakin kecil berat isi tanah. Tanah berpasir dan lempung berpasir umumnya berkisar antara $1,2 - 1,8 \text{ g/cm}^3$. Sedangkan tanah yang lebih halus antara $1,0 - 1,6 \text{ g/cm}^3$.

Berat isi tanah merupakan salah satu sifat fisik tanah yang sering ditetapkan karena berkaitan erat dengan perhitungan penetapan sifat-sifat fisik tanah lainnya, seperti retensi air (pF), ruang pori total (RPT), *coefficient of linier extensibility* (COLE), dan kadar air tanah. Kita perlu mengetahui berat isi tanah dan sifat-sifat fisik tanah lainnya karena dalam bidang pertanian data sifat-sifat fisik tanah tersebut diperlukan dalam beberapa aspek budidaya seperti optimalisasi pengolahan tanah, perhitungan penambahan kebutuhan air, pupuk, kapur, dan pembenah tanah pada satuan luas tanah sampai kedalaman tertentu selain itu berat isi tanah juga erat kaitannya dengan tingkat kepadatan tanah dan kemampuan akar tanaman menembus tanah.

3. Berat Jenis Tanah

Menentukan berat jenis tanah ialah dengan mengukur berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Untuk tanah asli biasanya dipakai sebuah cincin yang dimasukkan kedalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan dan cincin serta tanahnya ditimbang. Setelah mendapatkan nilai G_s , maka kita dapat menentukan macam tanah dari berat jenis tanah tersebut dengan nilai-nilai berat jenis tanah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Jenis Tanah Terhadap Nilai Gs

Jenis Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2.65 - 2.68
Pasir	2.65 - 2.68
Lanau Organik	2.62 - 2.68
Lempung Organik	2.58 - 2.65
Lempung Anorganik	2.68 - 2.75
Humus	1.37
Gambut	1,25- 1.80

Sumber: *Hardiyatmo (2002)*

4. Analisa Saringan

Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. (Hardiyatmo, 1992). Dalam analisis saringan, sejumlah saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda-beda disusun dengan ukuran yang terbesar di atas yang kecil.

Penyaringan merupakan metode yang biasanya secara langsung untuk menentukan ukuran partikel dengan didasarkan pada batas-batas bawah ukuran lubang saringan yang digunakan. Tanah digolongkan kedalam 4 macam pokok sebagai berikut:

a. Batu kerikil dan pasir

Golongan ini terdiri dari pecahan batu dengan berbagai ukuran dan bentuk.

Butir batu kerikil biasanya terdiri dari pecahan batu tetapi kadang mungkin pula terdiri dari suatu macam zat tertentu.

b. Lempung

Lempung terdiri dari butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat

plastisitas dan kohesif. Kohesif menyatakan bahwa bagian itu melekat satu sama lainnya. Sedang plastisitas merupakan sifat yang memungkinkan dapat diubah tanpa perubahan isi dan tanpa terjadi retakan.

c. Lanau

Lantau merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang plastis dan mudah ditembus air dari pada lempung dan memperlihatkan sifat dibatasi yang tidak terdapat dalam lempung. Dibatasi menunjukkan nilai perubahan isi apabila lanau diubah bentuknya. Lanau akan menunjukkan gejala untuk hidup apabila diguncang atau digetar.

Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah, analisis butiran merupakan pengujian yang sangat sering dilakukan. Analisis ukuran butiran adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. (Hardiyatmo, 1992) .

Tabel 2.3 U.S. Standart Sieve Numbers dan Diameter Lubang Saringan

Nomor Saringan	Diameter Lubang (mm)
4	4.75
10	2.00
20	0.850
40	0.425
60	0.250
100	0.150
200	0.075

Sumber : United Soil Classification System, (1952)

5. Analisa Batas-Batas *Atterberg*

a. Batas Cair

Batas cair tanah adalah kadar air minimum di mana sifat suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Besaran batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Konsistensi dari lempung dan tanah-tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air dari tanah. Tanah yang telah lolos saringan no.40 dicampur dengan air suling, lalu dimasukkan ke mangkok *Casagrande*, lalu putar alat *Liquid Limit* dan hitung jumlah ketukan yang diperlukan untuk menutup celah tanah, lalu ambil sebagian tanah dan masukkan ke dalam oven selama 24 jam untuk menghitung kadar airnya metode yang digunakan dalam penentuan batas cair adalah ASTM.

b. Batas Plastis

Batas plastis (*plastic limit/PL*) adalah kadar air dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis ke keadaan semi solid. Batas Plastis dihitung berdasarkan persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji. Pada cara uji ini, material tanah yang lolos saringan ukuran 0.425 mm atau saringan No.40, diambil untuk dijadikan benda uji kemudian dicampur dengan air suling atau air mineral hingga menjadi cukup plastis untuk digeleng/dibentuk bulat panjang hingga mencapai diameter 3 mm. Metode penggelengan dapat dilakukan dengan telapak tangan atau dengan alat penggeleng batas plastis (*prosedur alternatif*). Benda uji yang mengalami retakan setelah mencapai diameter 3 mm, diambil untuk diukur kadar airnya. Kadar air yang dihasilkan dari pengujian tersebut merupakan batas plastis tanah tersebut.

2.2.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok 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 tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis.

Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas *Atterberg*, sistem-sistem tersebut adalah :

a. Sistem Klasifikasi AASTHO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Sistem ini telah mengalami beberapa perbaikan, yang berlaku saat ini adalah yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* pada tahun 1945 (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M145).

Sistem klasifikasi AASHTO bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini:

1) Ukuran Butir

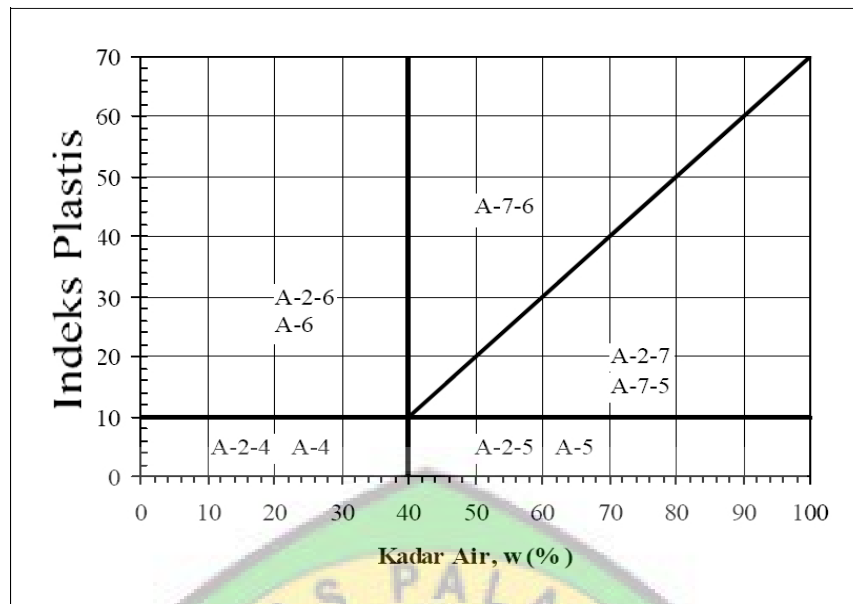
Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm).

Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0.075 mm).

Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos ayakan 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 sebesar 11 atau lebih.



Gambar 2.2. Nilai-Nilai Batas Atterberg Untuk Subkelompok Tanah

- 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 dileluarkan tersebut harus dicatat.

Apabila sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasikan tanah, maka data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam Tabel 1 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai.





Tabel 2.4. Sistem Klasifikasi AASHTO

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

Sumber : Das, 1995.

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

** Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$



b. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*(USCS)

Klasifikasi tanah sistem ini diajukan pertama kali oleh Casagrande 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) telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik. Dalam USCS, suatu tanah diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yaitu :

- 1) Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 ($F_{200} < 50$). Simbol kelompok diawali dengan **G** untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*) atau **S** untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
- 2) Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$). Simbol kelompok diawali dengan **M** untuk lanau inorganik (*inorganic silt*), atau **C** untuk lempung inorganik (*inorganic clay*), atau **O** untuk lanau dan lempung organik. Simbol **Pt** digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi.

Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi adalah **W** - untuk gradasi baik (*well graded*), **P** - gradasi buruk (*poorly graded*), **L** - plastisitas rendah (*low plasticity*) dan **H** - plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Adapun menurut *Bowles*, 1991 kelompok-kelompok tanah utama pada sistem klasifikasi *Unified* diperlihatkan pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2.5 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

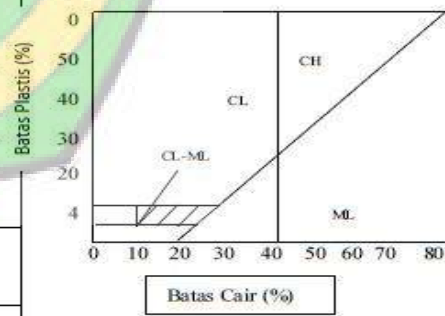
Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	$w_L < 50\%$	L
Organik	O	$w_L > 50\%$	H
Gambut	Pt		

Sumber : *Bowles*, 1991.

Klasifikasi sistem tanah *unified* 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 di lakukan di laboratorium agar tidak terjadi kesalahan label.

Tabel 2.6 Sistem Klasifikasi Berdasarkan *Unified*

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi			
Tanah berbutir kasar > 50% butiran terahan saringan No. 200	Kerikil 50% ≥ fraksi kasar terahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW			
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus				
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau				
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung				
	Pasir > 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	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		
			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 simbol		
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung			
			Lanau dan lempung batas cair < 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>)	
		Lanau dan lempung batas cair ≥ 50%	OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah			
			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>)						
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488				



Sumber : Hary Christady, 1996.

2.2.3 Sifat Mekanik Tanah

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

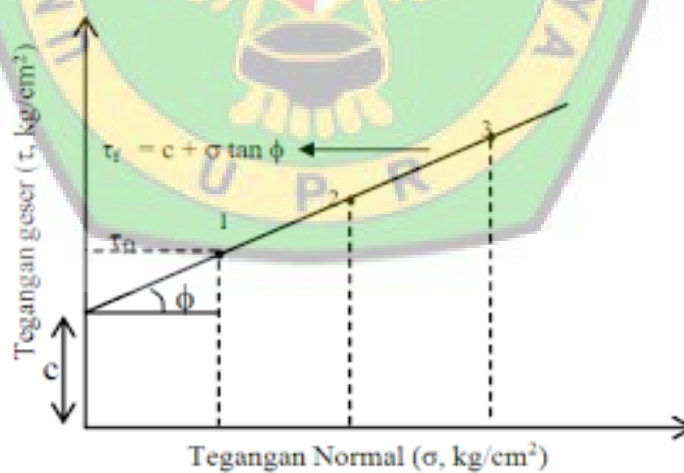
Uji geser langsung merupakan pengujian parameter kuat geser tanah yang paling mudah dan sederhana. Alat uji geser langsung dapat berbentuk lingkaran/bulat atau persegi panjang. Sebuah gaya normal P ditempatkan pada bagian atas kotak dan gaya horizontal F ditempatkan pada bidang horizontal. Akibat adanya beban vertikal dan horizontal yang bekerja pada alat akan menyebabkan terjadinya tegangan pada tanah. Tegangan tersebut berupa tegangan utama besar (*major principal stress*) dan tegangan utama kecil (*minor principal stress*) yang dapat menyebabkan tanah mengalami tegangan geser yang membentuk sudut terhadap bidang gesernya. Sedangkan tegangan utama sedang (*intermediate principal stress*) tetap bekerja merata di semua sisi tetapi tidak diperhitungkan karena tidak menyebabkan deformasi.

Uji geser dapat dikontrol tegangan ataupun regangannya. Dalam percobaan tegangan vertikal diatur sesuai kebutuhan dan rencana percobaan sementara gaya geser diterapkan secara bertahap sampai terjadinya keruntuhan pada tanah. Keruntuhan terjadi diseluruh permukaan bidang geser. Percobaan ini diulang dengan pembebanan atau tegangan vertikal bervariasi. Uji geser langsung biasanya dilakukan beberapa kali pada sebuah contoh tanah dengan nilai tegangan normal yang berbeda-beda.

2.3 Kohesi

Kohesi merupakan gaya tarik menarik antar partikel tanah. Bersama dengan sudut geser dalam, kohesi merupakan parameter kuat geser tanah yang menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan yang bekerja pada tanah dalam hal ini berupa gerakan lateral tanah. Deformasi ini terjadi akibat kombinasi keadaan kritis pada tegangan normal dan tegangan geser yang tidak sesuai dengan faktor aman dari yang direncanakan. Nilai ini didapat dari pengujian Triaxial Test dan Direct Shear Test. (Kh Sunggono, 1984)

Menurut Das, (1995) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi akibat adanya kombinasi tegangan normal (sumbu x) dan tegangan geser (sumbu y) dapat dilihat pada Gambar 2.3 Dari beberapa nilai tegangan normal dan tegangan geser didapatkan parameter kohesi (c)



Sumber: Das, (1995)

Gambar 2.3 Grafik Tegangan Normal Dengan Tegangan Geser

2.4 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Adapun tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada. Sifat-sifat tanah yang dapat diperbaiki dengan cara stabilisasi dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan.

Menurut *Bowles*, 1991 beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul.
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan/atau fisis pada tanah.
4. Menurunkan muka air tanah (*drainasetanah*).
5. Mengganti tanah yang buruk.

Pada umumnya cara yang digunakan untuk menstabilisasi tanah terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan-pekerjaan berikut (*Bowles*, 1991):

- a. Mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.
- b. Bahan Pencampur (*Additiver*), yaitu penambahan kerikil untuk tanah

kohesif, lempung untuk tanah berbutir, dan pencampur kimiawi seperti semen, gamping, abu batubara, abu vulkanik, batuan kapur, gamping dan/atau semen, semen aspal, sodium dan kalsium klorida, limbah pabrik kertas dan lain-lainnya.

Metode atau cara memperbaiki sifat-sifat tanah ini juga sangat bergantung pada lama waktu pemeraman, hal ini disebabkan karena didalam proses perbaikan sifat-sifat tanah terjadi proses kimia yang dimana memerlukan waktu untuk zat kimia yang ada didalam *additive* untuk bereaksi.

2.5 Pasir

Secara partikel, ukuran partikel pasir besar dan sama atau seragam, bentuknya bervariasi dari bulat sampai persegi. Bentuk-bentuk yang dihasilkan dari abrasi dan pelarutan adalah sehubungan dengan jarak transportasi sedimen. Perilaku terjadinya massa disebabkan oleh jarak pori di antara butiran masing-masing yang bersentuhan. Mineral pasir yang lebih dominan adalah kwarsa yang pada dasarnya stabil, lemah dan tidak dapat merubah bentuk. Pada suatu saat, pasir dapat meliputi granit, magnetit dan *hornblende*. Karena perubahan cuaca di mana akan cepat terjadi pelapukan mekanis dan terjadi sedikit pelapukan kimiawi, mungkin akan ditemui mika, *feldspar* atau *gypsum*, tergantung pada batuan asal. Secara permeabilitas, pasir merupakan material yang mempunyai permeabilitas tinggi, mudah ditembus air. Kapilaritas pasir dapat dikatakan rendah, sehingga dapat diabaikan. Kekuatan hancur pasir diperoleh dari gesekan antar butiran dan berkenaan dengan kekuatan hancur, perlu diperhatikan bahwa

pada pasir lepas sedikit tersementasi dapat menyebabkan keruntuhan struktur tanah.

Dalam hal kemampuan berdeformasi, pasir bereaksi terhadap beban cepat seperti tertutupnya pori-pori dan padatnya butiran akibat pengaturan kembali. Deformasi atau perubahan bentuk pasir pada dasarnya plastis, dengan beberapa pemampatan elastis yang terjadi di dalam butiran-butiran. Jumlah pemampatan dihubungkan dengan gradasi kerapatan relatif dan besarnya tegangan yang bekerja. Kepekaan dan terjadinya kerapatan pasir disebabkan getaran keras dan material-material yang siap dipadatkan. Kehancuran dapat terjadi pada butiran-butiran pada saat tegangan-regangan yang bekerja relatif rendah.

2.6 Korelasi

Analisis korelasi adalah alat statistika yang dapat dipakai untuk menggambarkan derajat hubungan linier antara satu variabel dan variabel lainnya. Analisis korelasi sering kali digunakan bersama-sama dengan regresi untuk mengukur seberapa baik garis regresi menerangkan dari variabel tak bebas (Y). Korelasi juga dapat digunakan tanpa analisis regresi, namun hanya untuk mengukur derajat hubungan antara dua variabel.

Dari variabel-variabel yang akan dicari bentuk hubungannya terlebih dahulu hendaknya dijelaskan mana yang sebagai variabel bebas X dan mana yang sebagai variabel tak bebas Y. bentuk hubungan yang paling sederhana antara variabel X dengan variabel Y adalah berbentuk garis lurus atau berbentuk hubungan linier yang disebut dengan regresi linier sederhana atau sering disebut regresi linier saja

dengan persamaan matematikanya adalah sebagai berikut:

$$Y = A + BX \quad (2.10)$$

Apabila A dan B mengambil nilai seperti: A= 0 dan B=1, persamaan [2.10] akan menjadi Y=X. Persamaan (2.10) adalah suatu bentuk persamaan yang paling sederhana dari regresi linier sederhana. Dari persamaan (2.10) A dan B disebut konstanta atau koefisien regresi linier sederhana atau parameter garis regresi linier sederhana. A disebut *intercept coefficient* atau intersep yaitu jarak titik asal atau titik acuan dengan titik potong garis regresi dengan sumbu Y dan B disebut *slope coefficient* atau *slup* yang menyatakan atau menunjukkan kemiringan atau kecondongan garis regresi terhadap sumbu X dari persamaan garis regresi (2.10) diatas, dalam hubungan tersebut terdapat satu variabel bebas X dan satu variabel tidak bebas Y. Dengan menggunakan program aplikasi *Microsoft Excel*, grafik dan korelasi X dan Y akan dapat digambarkan dan persamaan korelasinya juga dapat dimunculkan dalam grafik.

2.7 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Muhammad Syamroni	2014	Studi Sifat mekanik Tanah Organik yang Distabilisasi Menggunakan <i>Cornice Adhesive</i>	Hasil Penelitian ini didapat kenaikan nilai sudut geser pada tanah organic yang sudah dicampurkan bahan additive <i>Cornice Adhesive</i> , dapat disimpulkan bahwa semakin besar kandungan additive pada sampel tanah, nilai kohesi yang bekerja semakin besar dan nilai sudut geser semakin besar, yang diartikan energi antar partikel lebih besar berpengaruh pada nilai kohesinya.
2	Syahreza Nurdian; Setyanto; Lusmeilia Afriani.	2015	Korelasi parameter kekuatan geser tanah dengan menggunakan uji triaksial dan uji geser langsung pada tanah lempung substitusi pasir	Dengan menggunakan analisis regresi linier berganda, didapatkan korelasi parameter kuat geser (c dan ϕ) antara hasil pengujian triaksial, pengujian geser langsung, dan sifat-sifat fisik tanah. Nilai ϕ kohesi hasil pengujian triaksial lebih besar 1,1 – 1,3kg/cm ² daripada nilai kohesi uji geser langsung untuk kondisi basah dengan selisih rata-rata 1,26 kg/cm ² dan 0,7 – 0,9kg/cm ² untuk kondisi kering dengan selisih rata-rata 0,892kg/cm ² . Sedangkan nilai sudut geser hasil pengujian geser langsung untuk kondisi basah lebih besar 24° – 42° daripada sudut geser uji triaksial dengan selisih rata-rata 35,138° dan untuk kondisi kering lebih besar 1,7° – 19,7° daripada sudut geser uji triaksial dengan selisih rata-rata 11,56° .

Sumber : Penulis, (2020).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang terdapat di Daerah Hampalit, Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Pasir yang digunakan adalah pasir halus yang terdapat di daerah Tangkiling, Kecamatan Bukit Batu Provinsi Kalimantan Tengah.

3.2 Metode Pengambilan Sampel

Tujuan dari pemeriksaan ini untuk mengetahui karakteristik lapisan tanah secara visual mengenai warna, jenis tanah dan ukuran butiran dan pengambilan contoh tanah asli tidak terganggu (*undisturbed sampel*) dengan menggunakan tabung silinder untuk keperluan penyelidikan lebih lanjut di laboratorium. *Undisturbed sampel* adalah contoh tanah yang menunjukkan sifat asli tanah secara ideal tidak mengalami perubahan struktur dan kadar air.

3.3 Pengolahan Data di Laboratorium

Pelaksanaan pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik dan pengujian kuat geser langsung pada tanah lempung. Tahap pengujian tersebut dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Palangka

Raya. Dilakukan 3 kali percobaan pada masing-masing pengujian dan campuran. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan data.

3.3.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Pengujian-pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Kadar air (*Water 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 D2216-98.

2. Berat Volume (*Volumetric 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 D2167.

3. 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.

4. 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.

5. 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 D4318-00.

6. 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 (\emptyset 0,075 mm). Pengujian berdasarkan ASTM D 422.

3.3.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat geser langsung (*direct shear*).

1. Pemeriksaan Kuat Geser Langsung (*Direct Shear*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 3038-72 dengan memperoleh kuat geser tanah dengan percobaan geser langsung. Dimana tahanan geser diukur pada suatu cincin uji (*proving ring*), dan harga maksimum adalah kekuatan geser tanah pada bidang keruntuhan. Kuat geser tanah ini diperoleh dengan contoh tanah yang dibebani bermacam-macam beban tekan dan digambar suatu grafik dari tegangan geser terhadap tegangan tekan, biasanya memberikan suatu grafik garis lurus. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

3.4 Perencanaan Campuran

Pada pemeriksaan ini menggunakan campuran pasir halus. Komposisi campuran menggunakan pasir dengan persentase penambahan sebesar 5%, 10% dan 15%, Adapun kebutuhan campuran pasir dapat dilihat dari table berikut:

Tabel 3.1 Kebutuhan Campuran Pasir

No	Pengujian	Kebutuhan Tanah lempung	Jumlah	Kebutuhan Pasir		
				5%	10%	15%
1	Batas-batas Atterberg					
	Batas Cair	60 gr	3	9 gr	18 gr	27 gr
	Batas Plastis	60 gr	2	6 gr	12 gr	18 gr
2	Uji Geser Langsung	150 gr	3	22,5 gr	45 gr	67,5 gr
Total		270 gr		37,5 gr	75 gr	112,5 gr

Sumber: Penulis, (2020)

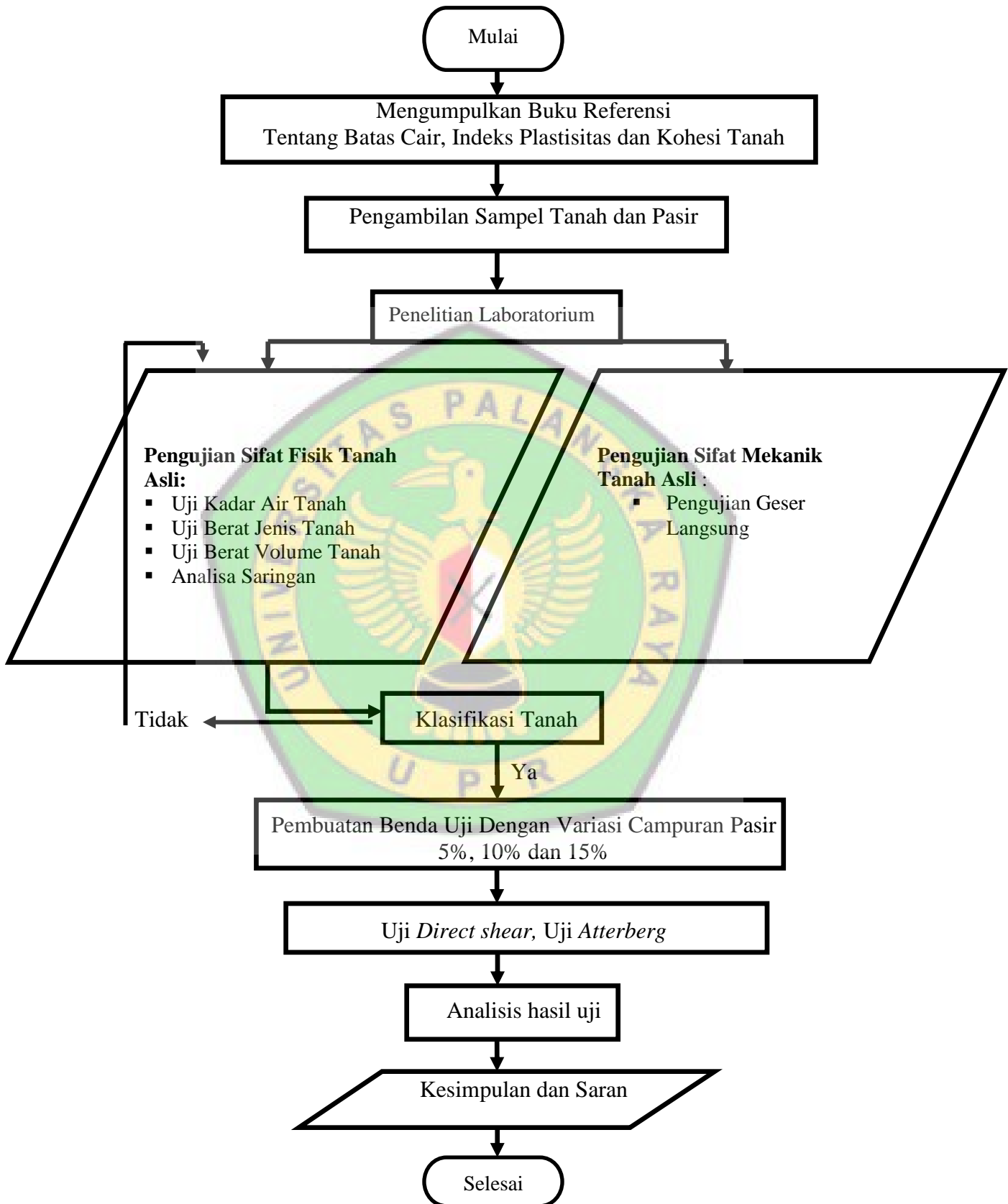
Jadi total kebutuhan tanah lempung 2250 gr atau 2,25 kg sedangkan kebutuhan pasir 639 gr atau 0,639 kg.

3.5 Analisis Data

Analisis data hasil pengujian akan diperoleh dengan mencari hubungan satu sama lain (korelasi) menggunakan regresi linear atau dengan menggunakan regresi yang paling sesuai untuk mendapatkan hubungan antara batas cair, indeks plastisitas dengan kohesi tanah.

3.6 Bagan Alir

Metode penelitian merupakan tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari penyelesaian atas permasalahan penelitian yang dilakukan. Skema penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini didapat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah diperoleh nilai kadar air (w) = 32,15%; berat isi basah (γ) = 1,94 gr/cm³; berat isi kering = 1,47 gr/cm³; berat jenis (G_s) = 2,68; batas-batas *atterberg* yaitu batas cair (LL) = 47 %; batas plastis (PL) = 28,48%; batas susut (SL) = 14,09 gr; analisis saringan persentase lolos saringan No.200 (0,074 mm) =50,59%. Dari pengujian sifat-sifat fisik tanah tersebut didapat klasifikasi tanah menurut *Unified* (USCS) termasuk dalam kelompok tanah OL (lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah), sedangkan klasifikasi tanah menurut AASTHO termasuk dalam kelompok tanah A-7-6 (tanah berlempung).
2. Berdasarkan hasil pengujian uji geser langsung (*Direct Shear Test*) sebelum dan sesudah disubstitusi pasir halus diperoleh nilai kuat geser (τ) tanah asli 0,273 Kg/cm²; dengan penambahan pasir sebesar 5% nilai kuat geser 0,252 Kg/cm² (mengalami penurunan sebesar 7,7% dari τ tanah asli); dengan penambahan pasir sebesar 10% nilai kuat geser 0,240 Kg/cm² (mengalami penurunan sebesar 12,09% dari τ tanah asli); dengan penambahan pasir sebesar 15% nilai kuat geser 0.233 Kg/cm² (mengalami penurunan sebesar 14,65% dari τ tanah asli).
3. Penambahan pasir halus terhadap tanah lempung mempengaruhi nilai indeks plastisitas (IP) dan kohesi tanah (c) disebabkan menurunnya nilai

IP dan nilai c setelah penambahan variasi campuran. Hal ini dikarenakan sifat pasir yang memiliki permeabilitas tinggi. Pada penambahan 5% pasir halus nilai IP = 17,69% (mengalami penurunan sebesar 0,83% dari IP tanah asli) dan nilai $c = 0,169$ Kg/cm² (mengalami penurunan sebesar 11,52% dari c tanah asli); penambahan 10% pasir halus nilai IP = 17,06% (mengalami penurunan sebesar 1,46% dari IP tanah asli) dan nilai $c = 160$ Kg/cm² (mengalami penurunan sebesar 16,23% dari c tanah asli); penambahan 15% pasir halus nilai IP = 16,22% (mengalami penurunan sebesar 2,3% dari IP tanah asli) dan nilai $c = 155$ Kg/cm² (mengalami penurunan sebesar 18,85% dari c tanah asli).

4. Dari persamaan regresi linear sederhana indeks plastisitas tanah (IP) dengan kohesi tanah (c) didapat persamaan $Y = 0,015x - 0,1015$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,9475 dan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,8978 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara indeks plastisitas (IP) dengan kohesi tanah (c). Hal ini dapat disimpulkan semakin besar nilai indeks plastisitas maka nilai kohesi tanah semakin besar.

5.2 Saran

Untuk menindaklanjuti penelitian ini kiranya perlu dilakukan beberapa koreksi agar penelitian ini selanjutnya lebih baik lagi. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Perlu diadakan pengujian dengan variasi campuran lebih banyak agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

2. Untuk penelitian selanjutnya tanah lempung yang disubstitusi pasir harus diketahui jenis pasir yang digunakan untuk memperoleh hasil yang optimal.
3. Pengawasan intensif perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di labroatorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan pada saat penelitian sehingga diperoleh yang akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Atterberg, A. 1911. *Uber die Physikalische Bodenuntersuchung und uber die plastizitatder Tone*. Int. Mitt. Boden, Vol.1.
- Bowles, J.E (1991), *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. 1991. *Mekanika Tanah, Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis, Jilid I*. Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M. (1994), *Mekanika Tanah Jilid I*. Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M. (1995), *Mekanika Tanah Jilid I*. Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo (1992), *Mekanika Tanah I*. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C.2002.*Mekanika Tanah I*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kh,Sunggono., (1984), *Mekanika Tanah*, NOVA, Bandung.
- Syahreza, dkk (2015), *Korelasi parameter kekuatan geser tanah dengan menggunakan uji triaksial dan uji geser langsung pada tanah lempung substitusi pasir*. UNILA, Lampung.
- Syamroni, M (2013), *Studi Sifat mekanik Tanah Organik yang Distabilisasi Menggunakan Cornice Adhesive*. UNILA, Lampung.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Erlangga, Jakarta.
- United Soul Classification System (1952), *U.S. Standart Sieve Numbers*.