

# **SKRIPSI**

## **PENGARUH PENAMBAHAN BATU KAPUR TERHADAP KUAT GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG**

**Oleh:**

**EDO ARISTIANTO  
NIM. DAB 114 120**



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

**PENGARUH PENAMBAHAN BATU KAPUR TERHADAP KUAT  
GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**EDO ARISTIANTO**  
NIM. DAB 114 120

**Disetujui Sesuai Dengan Revisi Dalam Form Rekomendasi  
Dan Berita Acara Ujian Skripsi**

Palangka Raya, 12 April 2021

Ketua Penguji /penguji 1

Sekretaris/penguji 2

Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.  
NIP. 19570706 198701 1 002

OKROBIANUS HENDRI, S.T, M.T  
NIP. 19751001 200604 1 003

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

Dr. RUDI WALUYO, S.T, M.T  
NIP. 19780608 200501 1 003

## BIODATA

### Data Pribadi

Nama : **EDO ARISTIANTO**  
NIM : DAB 114 120  
Tempat, Tgl lahir : Hapalam, 03 Maret 1998  
Status : Mahasiswa  
Agama : Kristen Protestan  
Pekerjaan : Mahasiswa  
Alamat : Jl. Yos Sudarso V  
No. Telp. Rumah : -  
Alamat Asal : Tewang Rangas RT.01/01 Tewang Sangalang Garing  
Kabupaten Katingan  
Email : edoaristiano14@gmail.com  
No. Hp : 0813-5159-9827  
No. WA : 0813-5159-9827  
Facebook : Edo Aristianto  
Instagram : edoaristiano1  
Line : edo\_aristiano  
Nama Ayah : Sugianto  
Pekerjaan Ayah : Swasta  
Alamat : Tewang Rangas RT.01/01 Tewang Sangalang Garing  
Kabupaten Katingan  
Nama Ibu : Wiwi  
Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga  
Alamat : Tewang Rangas RT.01/01 Tewang Sangalang Garing  
Kabupaten Katingan  
No. Hp : 0821-5366-7742  
Wali : Jepy



### Riwayat Pendidikan\*)

- SD : SD Negeri 1 Tewang Rangkang (2002 -2008)
- SLTP : SMP Negeri 3 Tewang Sangalang Garing (2008-2011)
- SLTA : SMA Negeri 1 Tewang Sangalang Garing (2011-20114)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2014

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur.  
(Filipi 4 : 6)*

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

1. Papah dan Mamah terimakasih atas segala perjuangan, dukungan dan semangat yang selalu diberikan. Makasih ya Papah dan Mamah, selalu mendoakan aku. Terima kasih untuk selalu memberikan nasihat dan kekuatan agar dapat melewati semuanya dengan baik.
2. Terimakasih banyak untuk Cici Aprilorensa, Adek ku Sindy Efriliani, yang selalu memberikan semangat, dan dukungan doa.
3. Untuk teman-teman ku Andika, Novenrio Mandala Putra, Erik Strada, Reyana, Preto Erlianto, Evan Lumer, Rama, Leo Sanjaya, Petra, Marlindo, Argo Reno, Cokorda, Rifka, Darsono, Riza Saputra dan teman-teman teknik Sipil 2014 yang mungkin tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih telah mewarnai cerita perkuliahan ku, tempat berbagi cerita, saling berjuang bersama dalam mengerjakan tugas, dan saling mendukung.
4. Terimakasih untuk teman-teman yang sudah membantu dalam pengambilan sampel tanah dan batu kapur, Andika, Darsono, Leo Sanjaya, Rama Codeng, Erik Strada, Marlindo, Preto Erlianto, Argo Reno atas waktu yang telah diluangkan dan tenaga yang diberikan untuk penelitian ini.
5. Terimakasih juga buat Bude Kantin yang selalu ramah melayani kami di saat berada di Kantin, dan selalu sabar mendengar keributan kami di saat main game maupun di saat panik dengan urusan perkuliahan.
6. Terimakasih juga kepada dosen pembimbing saya, Bapak Ir. H. SURADJI GANDI, M.M. dan Bapak OKROBIANUS HENDRI, S.T.,M.T yang telah membimbing dan mengarahkan pada saat penulisan Skripsi ini. Serta terimakasih kepada dosen penguji Bapak M. IKHWAN YANI, S.T., M.T., Ibu Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T. yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat penting kepada saya sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

## **PERNYATAAN**

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

Palangka Raya, April 2021

Yang membuat pernyataan

**EDO ARISTIANTO**

**NIM. DAB 114 120**

## RINGKASAN

**PENGARUH PENAMBAHAN BATU KAPUR TERHADAP KUAT GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG**, Edo Aristianto, DAB 114 120, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Umumnya sebagian besar daerah Tewang Rangkang, Kecamatan Tewang Sangalang Garing, Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah ini diliputi oleh tanah lempung dengan pengembangan yang cukup besar (plastisitas tinggi), volumenya akan berubah (mengembang) bila kadar air bertambah (berubah). Volumenya akan membesar dalam kondisi basah dan akan menyusut bila dalam kondisi kering. Sifat inilah yang menyebabkan kerusakan pada konstruksi bangunan. Dalam penelitian ini dilakukan pencampuran tanah dengan Batu kapur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan batu kapur terhadap kuat geser dan daya dukung tanah lempung pada Desa Tewang Rangkang, kecamatan Tewang Sangalang Garing, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah dan mengetahui seberapa besar peningkatan kuat geser dan daya dukung tanah lempung.

Bahan tanah dasar yang digunakan adalah batu kapur dari desa Tewah, Kecamatan Tewah, Kabupaten Gunung Mas. Tanah dasar dari desa Tewang Rangkang, kecamatan Tewang Sangalang Garing, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah, akan dicampur dengan Batu Kapur menggunakan perencanaan penambahan variasi campuran batu kapur sebesar 0%, 5%, 7,5% 10%, dan 12,5% dari berat isi campuran. Analisis data terhadap hasil penelitian menggunakan analisis varian untuk mengetahui pengaruh campuran batu kapur terhadap nilai kuat geser dan daya dukung tanah dasar.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dilaboraturium sifat fisik tanah asli, AASHTO mengklasifikasikan tanah dasar sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-6 (4) dan USCS mengklasifikasikan sebagai tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang tanah masuk kedalam kelompok CL. Analisis data berdasarkan analisis varian menyatakan bahwa penambahan batu kapur memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kuat geser dan daya dukung tanah lempung untuk perbaikan tanah dasar. Berdasarkan hasil pengujian *direct shear* terhadap nilai kuat geser dan daya dukung pada tanah asli didapat nilai kuat geser ( $\tau$ ) = 0,184 kg/cm<sup>2</sup>,  $q_{ult}$  = 3,36 kg/cm<sup>2</sup>, setelah penambahan batu kapur sebesar 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% pada masa pemeraman 7 hari didapat nilai kuat geser ( $\tau$ ) dan daya dukung tanah didapat nilai kuat geser ( $\tau$ ) sebesar = 0,180 kg/cm<sup>2</sup>, 0,207 kg/cm<sup>2</sup>, 0,213 kg/cm<sup>2</sup>, 0,211 kg/cm<sup>2</sup>, 0,219 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai daya dukung  $q_{ult}$  = 4,39 kg/cm<sup>2</sup>, 17,72 kg/cm<sup>2</sup>, 20,65 kg/cm<sup>2</sup>, 20,55 kg/cm<sup>2</sup>, 26,04 kg/cm<sup>2</sup>, sehingga dengan penambahan batu kapur memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai kuat geser dan daya dukung tanah lempung.

**Kata kunci** : Kuat Geser, Daya Dukung, Batu Kapur, Tanah Lempung

## SUMMARY

**THE EFFECT OF THE ADDITION OF LIMESTONE ON THE STRENGTH OF SHEAR AND CARRYING CAPACITY OF CLAY SOIL**, Edo Aristianto, DAB 114 120, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Generally most of Tewang Rangkang area, Tewang Sangalang Garing Subdistrict, Katingan Regency of Central Borneo Province is covered by clay with a large enough development (high plasticity), the volume will change (expand) when the water content increases (changes). The volume will increase in wet conditions and will shrink when it is dry. It is this nature that causes damage to the construction of buildings. In this study conducted mixing soil with limestone. This study aims to find out how much influence the addition of limestone to the strength of shear and the carrying capacity of clay soil in Tewang Rangkang Village, Tewang Sangalang Garing subdistrict, Katingan Regency, Central Borneo and to know how much the increase in shear strength and carrying capacity of clay soil.

The basic soil material used is limestone from Tewah village, Tewah Subdistrict, Gunung Mas Regency. The basic land of Tewang Rangkang village, Tewang Sangalang Garing sub-district, Katingan Regency, Central Borneo, will be mixed with Limestone using the planning of adding variations of limestone mixtures by 0%, 5%, 7.5% to 10%, and 12.5% of the mixed content weight. Data analysis of the results of the study used variant analysis to determine the influence of limestone mixture on the strong shear value and carrying capacity of the ground base.

From the results of research conducted in the physical properties of native soils, AASHTO classifies the basic soil as clay in the group A-6 (4) and USCS classifies as inorganic clay soil with low to moderate plasticity of soils belong to the CL group. Data analysis based on variant analysis states that the addition of limestone has a noticeable influence on the strong value of shear and the carrying capacity of clay soil for basic soil improvement. Based on the results of direct shear testing against the value of shear strength and carrying capacity on the original soil obtained a strong shear value ( $\tau$ ) = 0.184 kg / cm<sup>2</sup>,  $q_{ult}$  = 3.36 kg / cm<sup>2</sup>, after the addition of limestone 12.5 % acidification 7 days obtained strong shear value ( $\tau$ ) = 0.219 kg / cm<sup>2</sup>,  $q_{ult}$  = 26.04 kg / cm<sup>2</sup>, so that with the addition of limestone gives an influence on the increase in the value of strong shear and the carrying capacity of clay soil.

**Keyword** : Strong Shear, Carrying Capacity, Limestone, Clay Soil

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Lokasi Pengambilan Sampel .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Definisi Tanah .....	6
2.2 Tanah Lempung ( <i>Clay</i> ).....	7
2.3 Klasifikasi Tanah.....	8
2.3.1 Klasifikasi Tanah Menurut USCS.....	10
2.3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO .....	13
2.4 Sifat-sifat Fisik Tanah .....	16
2.4.1 Komponen- Komponen Tanah .....	16
2.4.2 Batas – Batas Atterberg .....	17
2.5 Tanah Lempung.....	20

2.5.1 Definisi Tanah Lempung .....	20
2.5.2 Jenis Mineral Lempung.....	21
2.6 Sifat Tanah Lempung .....	25
2.7 Kuat Geser Tanah .....	28
2.7.1 Geser Langsung .....	29
2.8 Teori Dukung Tanah.....	31
2.8.1 Daya Dukung Tanah Teori <i>Terzaghi (1943)</i> .....	31
2.9 Kapur .....	32

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Persiapan.....	35
3.2 Pengambilan Data.....	35
3.2.1 Sampel Tanah Asli ( <i>undisturbed</i> ) .....	35
3.2.2 Sampel Tanah Terganggu ( <i>disturbed</i> ).....	36
3.3 Pengolahan Data di Laboratorium.....	36
3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah .....	36
3.3.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah .....	38
3.3.3 Persiapan Sampel.....	38
3.4 Analisis Data.....	40
3.4.1 Kuat Geser Langsung .....	40
3.5 Daya Dukung Tanah Menurut Teori <i>Terzaghi</i> . .....	41

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1 Uraian Umum. ....	44
4.2 Hasil Penelitian.....	44
4.2.1 Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah. ....	44
4.2.3 Klasifikasi Tanah .....	45
4.2.2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO. ....	45
4.2.2.2 Sistem Klasifikasi USCS.....	46
4.2.3 Hasil Pengujian Sifat-Sifat Mekanik Tanah.....	48
4.2.3.1 Kuat Geser Langsung ( <i>Direct Shear Test</i> ).....	48

4.3 Perhitungan Daya Dukung Tanah Menurut *Terzaghi (1943)*..... 52

**BAB V SARAN DAN KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan..... 55

5.2 Saran ..... 56

**DAFTAR PUSTAKA ..... 58**

**LAMPIRAN..... 59**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Batasan Berat Jenis Tanah .....	6
Tabel 2.2 Hubungan Antara Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah.....	7
Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS .....	11
Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem <i>USCS</i> .....	12
Tabel 2.5. Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Das, 1985) .....	15
Tabel 2.6 Batas – Batas Atterberg.....	18
Tabel 2.7 Faktor-faktor bentuk, kedalaman dan kemiringan untuk persamaan daya dukung Meyerhof .....	32
Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu .....	34
Tabel 3.1 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli.....	39
Tabel 3.2 Sampel Pengujian Untuk Tanah Asli + Bahan Campuran.....	39
Tabel 3.3 Kebutuhan Tanah Dan Batu Kapur.....	39
Tabel 3.4 Evaluasi Pengujian Geser Langsung.....	40
Table 3.5 Nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi.....	42
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Pada Jenis Tanah Lempung. ....	44
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Uji Kuat Geser Langsung Pada Tanah Asli .....	48
Tabel 4.3 Hasil Uji Geser Langsung ( <i>Direct Shear</i> ) dengan variasi Campuran .....	50

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Lempung.....	4
1.2 Lokasi Pengambilan Kapur.....	5
2.1 Nilai-nilai Batas <i>Atterberg</i> untuk Subkelompok Tanah(Das, 1985).....	14
2.2 Diagram fase tanah.....	16
2.3 Batasan Indeks Plastis, Sifat, Macam Tanah dan Kohesi .....	19
2.4 Rangkaian Dasar Oktahedral dan Tetrahedral (Grim, 1962 dalam Verhoef, 1985).....	21
2.5 Susunan Mineral <i>Kaolinite</i> (Lambe 1953, dalam Hardiyatmo, (1996) .....	22
2.6 Susunan Mineral <i>Montmorillonite</i> .....	23
2.7 Susunan Mineral <i>Illite</i> .....	24
2.8 Aktivitas Mineral Lempung (Skempton, 1953 dalam Hardiyatmo, 1996) .....	26
3.1 Bagan Alir .....	43
4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO .....	45
4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS .....	47
4.3 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung .....	49
4.4 Grafik Hubungan Variasi Campuran Kapur dan Sudut Geser .....	50
4.5 Grafik Hubungan Variasi Campuran Kapur dan Kohesi .....	51
4.6 Grafik Hubungan Variasi Campuran Kapur dan Tegangan Geser.....	51

## DAFTAR NOTASI

LL	: Liquid Limit (%)
PL	: Plastic Limit (%)
SL	: Shrinkage Limit (%)
PI	: Indeks Plastisitas (%)
LI	: Liquidity Indeks
w	: Kadar air (%)
$G_s$	: Specific Gravity
$\gamma_b$	: Berat volume tanah basah ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\gamma_d$	: Berat volum tanah kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\gamma_s$	: Berat isi butiran ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\gamma_{\text{sat}}$	: Berat isi tanah jenuh ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\gamma_{\text{eff}}$	: Berat isi tanah efektif ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\gamma_w$	: Berat jenis air ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
V	: Volume ( $\text{cm}^3$ )
e	: Angka pori
n	: Porositas
S	: Derajat kejenuhan (%)
$q_u$	: Kuat tekan ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )
P	: Beban maksimum (kN)

- A : Luas penyampang rata-rata atau luas terkoreksi ( $m^2$ )
- $A_o$  : Luas penampang benda uji semula ( $mm^2$ )
- e : Regangan aksial (%)
- $\Delta H$  : Perubahan tinggi benda uji (mm)
- $H_o$  : Tinggi benda uji semula (mm)
- P : Axial Load (kN)
- a : Load Dial (kgf)
- 2,541 : Konfersi satuan dari inch ke cm
- c : Kalibrasi arloji (0,2044)
- $W_b$  : Berat tanah basah (gram)
- $W_m$  : Berat mold (gram)
- $\gamma_P$  : Berat Jenis Pasir (Gram/ $Cm^3$ )
- $W_d$  : Berat tanah kering (gram)
- $W_w$  : Berat air (gram)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tanah merupakan salah satu unsur penting yang pastinya akan selalu berhubungan dalam bidang teknik sipil baik sebagai konstruksi bangunan maupun jalan. Saat ini, Indonesia merupakan negara berkembang sedang gencarnya melakukan pembangunan di berbagai bidang, tak kecuali Kalimantan Tengah, dengan meningkatnya kegiatan pembangunan tersebut maka aktivitas pun semakin padat sehingga menyebabkan menurunnya nilai daya dukung tanah.

Stabilisasi tanah merupakan suatu usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Sifat-sifat tanah yang diperbaiki meliputi kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan (*Jafri, M., Setyanto, S., & Aprinal, A. R. 2016*).

Beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut: meningkatkan kepadatan tanah, menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul, menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik pada tanah, menurunkan muka air tanah (drainase tanah), mengganti tanah yang buruk (*Bowles, 1991*).

Salah satu cara terbaik menangani permasalahan tanah berdaya dukung rendah adalah mengganti tanah dasar tersebut dengan tanah yang cukup baik,

tetapi hal ini biasanya memerlukan biaya yang cukup besar. Oleh karenanya, dilakukan suatu usaha untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara merubah sifat-sifat fisiknya untuk menekan biaya. Perbaikan sifat-sifat fisik dari tanah kurang baik menjadi tanah yang baik dibidang rekayasa Teknik Sipil disebut sebagai stabilisasi tanah. Banyak material yang dapat digunakan sebagai stabilisator tanah dan yang akan dikembangkan dalam tugas akhir ini adalah penggunaan batu kapur, Pada penelitian ini digunakan tanah Desa Tewang Rakang, Kecamatan Tewang Sangalang Garing, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Desa Tewang Rangkang merupakan jalan penghubung antar kecamatan sehingga menimbulkan keingintahuan tentang tanah diwilayah tersebut untuk dilakukan stabilisasi tanah dan batu kapur yang digunakan dari desa Tewah, Kabupaten Gunung Mas, dengan kadar campuran yang berbeda-beda.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana jenis tanah di Desa Tewang Rangkang, Kecamatan Tewang Sangalang Garing Kabupaten Katingan ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan batu kapur terhadap peningkatan kuat geser dan daya dukung tanah lempung ?
3. Berapa persentase penambahan batu kapur yang paling efektif untuk peningkatan kuat geser dan daya dukung tanah lempung ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui jenis tanah di Desa Tewang Rangkang, Kecamatan Tewang Sangalang Garing Kabupaten Katingan.
2. Mengetahui pengaruh penambahan batu kapur terhadap kuat geser dan daya dukung tanah lempung.
3. Mengetahui seberapa besar peningkatan kuat geser dan daya dukung tanah lempung.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh pengetahuan mengenai pengaruh penggunaan batu kapur terhadap kuat geser dan daya dukung tanah.
2. Diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan stabilisasi tanah.
3. Dari hasil penelitian dan perhitungan yang dilakukan, diharapkan mampu memberikan gambaran adanya peningkatan kapasitas daya dukung tanah asli dengan campuran bahan tambah batu kapur.

### 1.5 Batasan Masalah

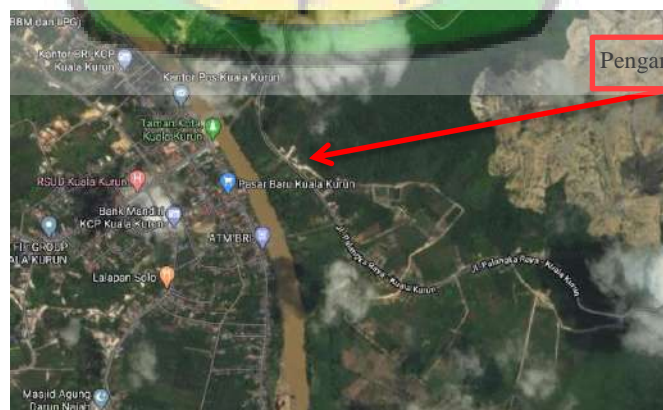
Dalam penelitian ini, membatasi permasalahannya terhadap penelitian tanah lempung ini dibuat untuk menghindari cakupan penelitian yang lebih luas agar penelitian dapat berjalan efektif, serta dapat mencapai sasaran yang diinginkan.

Adapun yang dibahas pada penelitian ini adalah hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian menggunakan tanah yang diambil dari Desa Tewang Rangkang, Kecamatan Tewang Sangalang Garing, Kabupaten Katingan.
2. Batu kapur yang digunakan dari Desa Tewah, Kecamatan Tewah, Kabupaten Gunung Mas.
3. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Pengujian geser digunakan metode direct shear / geser langsung.
5. Penambahan batu kapur terhadap benda uji digunakan 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% terhadap berat contoh tanah dengan waktu pemeraman 3 dan 7 hari.

#### 1.6 Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel yang digunakan ini adalah pada daerah dari Desa Tewang Rangkang, Kecamatan Tewang Sangalang Garing, Kabupaten Katingan. Batu kapur yang digunakan dari Desa Tewah, Kecamatan Tewah, Kabupaten Gunung Mas.



Gambar 1.2 Lokasi Pengambilan Kapur Alam  
(sumber : google map)



Gambar 1.3 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Lempung

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi Tanah

Menurut *Sarief (1986)*, tanah adalah benda alami yang terdapat di permukaan bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan dan bahan organik (pelapukan sisa tumbuhan dan hewan), yang merupakan medium pertumbuhan tanaman dengan sifat-sifat tertentu yang terjadi akibat gabungan dari faktor-faktor alami, iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan. Menurut (*Das, 1995*), tanah adalah material yang terdiri dari agregat atau butiran mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai zat cair juga gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Batasan berat jenis untuk beberapa jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.1**, sedangkan untuk hubungan antara indeks plastisitas dan jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

**Tabel 2.1 Batasan Berat Jenis Tanah**

Macam Tanah	Batas
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Tak Organik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,68
Lempung Tak Organik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

(Sumber : *Hardiyatmo, 1992*)

**Tabel 2.2 Hubungan Antara Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah**

Jenis Tanah	Keterangan	Tingkat Plastisitas
Pasir	$IP = 0$	Tidak Plastis
Lanau	$0 < IP \leq 7$	Plastisitas Rendah
Lempung Berlanau	$7 < IP \leq 17$	Plastisitas Sedang
Lempung	$IP > 17$	Plastisitas Tinggi

(Sumber : Das 1985)

## 2.2 Tanah Lempung ( Clay)

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, kelompok - kelompok partikel kristal berukuran koloid ( $< 0,002$  mm) yang dikenal mineral lempung (*clay mineral*) (Craig, R. F 1987).

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. Permeabilitas tanah lempung sangat rendah. (Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck, 1967).

Partikel lempung dapat berbentuk lembaran yang mempunyai permukaan khusus. Karena itu, tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Umumnya, terdapat kira-kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung. Diantaranya terdiri dari kelompok-kelompok : *montmorrillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite*. (Hary Christady H., 1992).

### 2.3 Klasifikasi Tanah

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

Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut. Tanah-tanah yang dikelompokkan dalam urutan berdasarkan suatu kondisi fisik tertentu. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. Klasifikasi tanah juga berguna 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*). Klasifikasi tanah pada dasarnya dibuat untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat – sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, system klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Sistem klasifikasi bukan merupakan system identifikasi untuk menentukan sifat – sifat mekanis dan geoteknis tanah. Klasifikasi tanah diperlukan antara lain bagi hal – hal sebagai berikut :

1. Perkiraan hasil eksplorasi tanah (persiapan log-bor tanah dan peta tanah, dan lain – lain).
2. Perkiraan standar kemiringan lereng dari penggalian tanah atau tebing.
3. Perkiraan pemilihan bahan (penentuan tanah yang harus disingkirkan, pemilihan tanah dasar, bahan tanah timbunan, dan lain – lain).
4. Perkiraan persentasi muat dan susut.
5. Pemilihan jenis konstruksi dan peralatan untuk konstruksi (pemilihan cara penggalian dan rancangan penggalian).
6. Perkiraan kemampuan peralatan untuk konstruksi.
7. Rencana pekerjaan/pembuatan lereng dan tembok penahan tanah dan lain – lain. (pemilihan jenis konstruksi dan perhitungan tekanan tanah.)

Untuk menentukan dan mengklasifikasi tanah, diperlukan suatu pengamatan di lapangan dan suatu percobaan lapangan yang sederhana. Tetapi jika sangat mengandalkan pengamatan di lapangan, maka kesalahan – kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan pengamatan perorangan, akan menjadi sangat besar. Untuk memperoleh hasil klasifikasi yang objektif, biasanya tanah itu secara sepintas dibagi dalam tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus berdasarkan suatu hasil analisa mekanis. Selanjutnya tahap klasifikasi tanah berbutir halus diadakan berdasarkan percobaan konsistensi. Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah adalah *Unified Soil Classification System* (USCS). Sistem ini didasarkan pada sifat – sifat indek tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indek plastisitasnya. Disamping itu, terdapat system lainnya yang juga dapat digunakan dalam identifikasi tanah seperti yang dibuat oleh

*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification (AASHTO), British Soil Classification System (BSCS) dan United State Departement of Agriculture (USDA).*

### **2.3.1 Klasifikasi Tanah menurut USCS**

Sistem klasifikasi tanah *unified* atau *Unified Soil Classification System (USCS)* 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)* memakai USCS sebagai metode standar untuk mengklasifikasikan tanah.

Dalam bentuk sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik. Sistem klasifikasi USCS mengklasifikasikan tanah ke dalam dua kategori utama yaitu :

- a. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir yang kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan No.200 ( $F_{200} < 50$ ). Simbol untuk kelompok ini adalah G untuk tanah berkerikil (*gravelly soil*) dan S untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*). Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W untuk tanah bergradasi baik dan P untuk tanah bergradasi buruk.
- b. Tanah berbutir halus (*fine-grained soil*), yaitu tanah yang lebih dari 50% berat total contohnya lolos dari saringan No.200 ( $F_{200} \geq 50$ ). Simbol kelompok ini adalah C untuk lempung anorganik dan O untuk lanau organik. Simbol Pt digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi. Plastisitas dinyatakan dengan L untuk

plastisitas rendah (*low plasticity*) dan H untuk plastisitas tinggi (*high plasticity*).

**Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS**

Jenis tanah	Prefiks	Sub kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
Pasir	S	Gradasi buruk	P
		Berlanau	M
Lanau	M	Berlempung	
Lempung	C	W <sub>l</sub> < 50%	C
Organik	O	W <sub>l</sub> > 50%	L
Gambut	Pt		

(Sumber : Bowles, 1991)

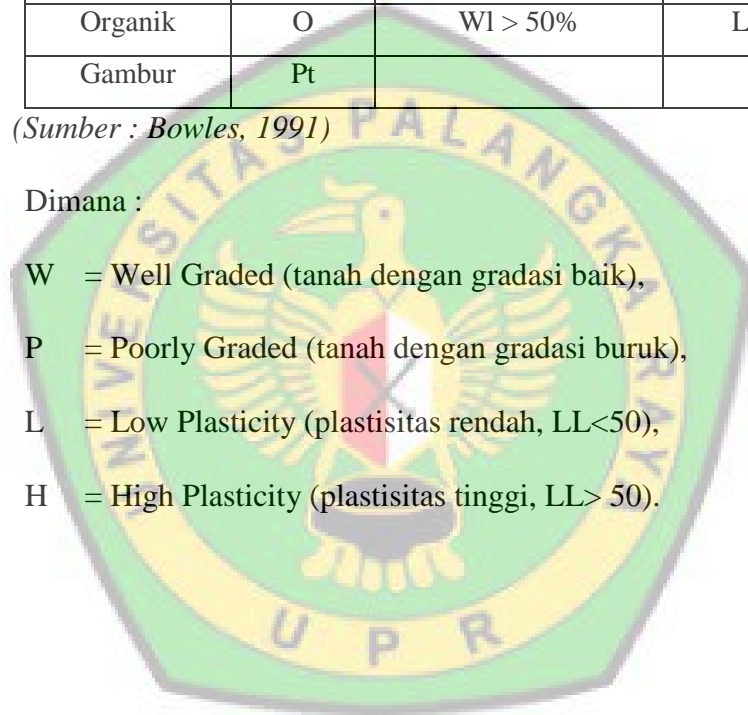
Dimana :

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 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem USCS

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran	Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak		
		Kerikil dengan	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	
		Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar	Pasir bersih	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$
				SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
	Pasir dengan butiran		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200			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	
		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> )				
OH		Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi				
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat	PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

(Sumber :Hardiyatmo H.C, 1992)

### 2.3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

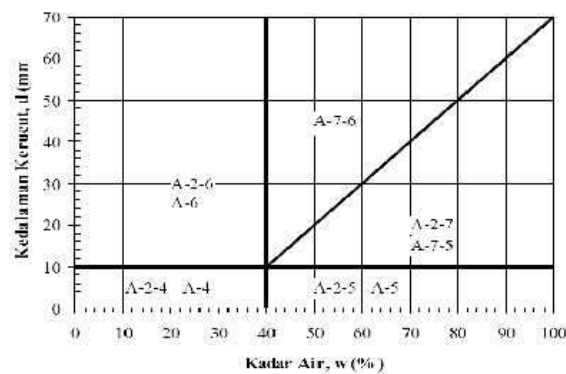
Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type 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*). Sistem ini didasarkan pada kriteria sebagai berikut:

#### a. Ukuran butir

- Keriki : 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 0,0075 mm (No. 200).
- Lanau Lempung : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 0,0075 mm (No.200).

#### b. Plastisitas

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (PI) sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.



**Gambar 2.1.** Nilai-nilai Batas *Atterberg* untuk Sub kelompok Tanah

- c. Apabila ditemukan batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) dalam contoh tanah yang akan diuji maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu, tetapi persentasi dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Sistem klasifikasi AASTHO membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah berbutir yang 35 % atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3. Tanah berbutir yang lebih dari 35 % butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5 A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Gambar 1 menunjukkan rentang dari batas cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) untuk tanah data kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7.

Tabel 2.5. Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Das, 1985)

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				A-7-5*
Analisis ayakan (% lolos)											
No. 10	≤ 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 40	≤ 30	≤ 50	≥ 51	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40											
Batas Cair (LL)	---	---	---	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 41
Indek Plastisitas (PI)	≤ 6	---	NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 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			

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

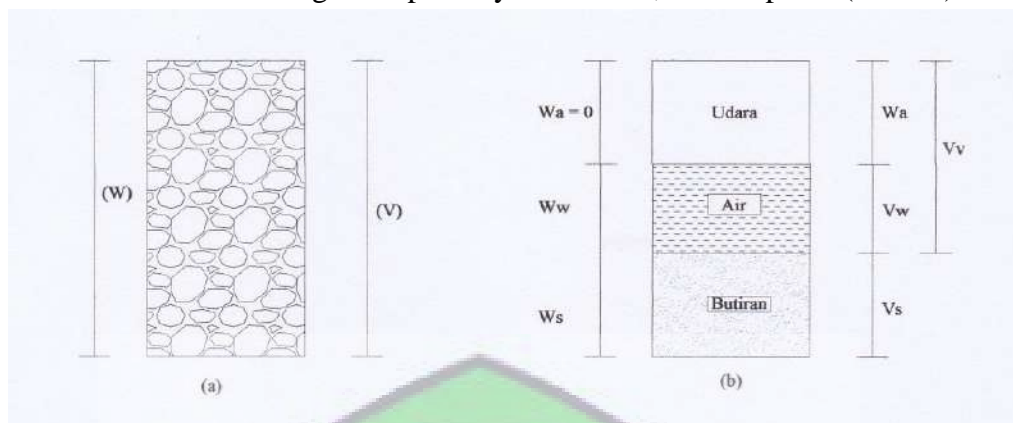
\*\* Untuk A-7-6,  $PI > LL - 30$

(Sumber : Das 1985)

**2.4 Sifat-sifat Fisik Tanah**

**2.4.1 Komponen- Komponen Tanah**

Tanah terdiri dari tiga komponen yaitu : udara, air dan padat (butiran).



Sumber : Hary Christady H., 1992

**Gambar 2.2 Diagram fase tanah**

Dimana :

- $V = \text{Volume/Isi (cm}^3) = V_v + V_s$
- $V_v = \text{Volume/Isi pori (cm}^3) = V_a + V_w$
- $V_a = \text{Volume/Isi udara (cm}^3)$
- $V_w = \text{Volume / Isi air (cm}^3)$
- $V_s = \text{Volume / Isi butiran (cm}^3)$
- $W = \text{Berat tanah (gr) = } W_s + W_w + W_a = W_s + W_a$
- $W_a = \text{Berat udara} = 0$
- $W_w = \text{Berat air (gr)}$
- $W_s = \text{Berat butiran (gr)}$

Dari gambar diatas menghasilkan persamaan berat dan volume sebagai berikut :

Kadar air (w) adalah perbandingan antara berat air dengan berat butiran yaitu :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.1)$$

Berat volume kering ( $\gamma_d$ ) adalah perbandingan antar berat butiran dengan berat total yaitu :

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \text{ (gr/cm}^3) \dots\dots\dots (2.2)$$

Berat volume basah ( $\gamma_b$ ) adalah perbandingan antara butiran tanah termasuk air dan udara dengan volume total yaitu :

$$\gamma_b = \frac{W_w + W_s}{V} \text{ (gr / cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Berat volume padat ( $\gamma_s$ ) adalah perbandingan antara berat butiran padat dengan volume butiran padat yaitu :

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Berat jenis tanah ( $G_s$ ) adalah perbandingan berat volume padat dengan berat volume air yaitu :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots (2.5)$$

#### 2.4.2 Batas – Batas Atterberg

Batas Atterberg dikenalkan oleh *Albert Atterberg* pada tahun 1911 dengan maksud untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus serta memastikan karakter indeks property tanah. Batas Atterberg mencakup batas cair, batas plastis, serta batas susut. Tanah yang berbutir halus umumnya mempunyai karakter plastis. Karakter plastis itu adalah kekuatan tanah sesuaikan pergantian bentuk tanah sesudah bercampur dengan air pada volume yang tetap. Tanah itu bakal berupa cair, plastis, semi padat atau padat bergantung jumlah air yang bercampur pada tanah itu. Batas Atterberg memperlihatkan terjadinya bentuk tanah dari benda padat sampai jadi cairan kental sesuai sama kadar airnya. Dari test batas Atterberg bakal diperoleh parameter batas cair, batas plastis, batas lengket serta batas kohesi yang disebut kondisi ketekunan tanah. Batas-batas Atterberg bisa diliat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2.6 Batas – Batas Atterberg**

<b>PL (%)</b>	<b>Sifat</b>	<b>Macam Tanah</b>	<b>Kohesi</b>
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesi
<	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesi Sebagian
7 – 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesi
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesi

Sumber: Das, 1995

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah yang untuk nilai-nilai di atasnya, tanah akan berperilaku sebagai cairan kental (batas antara keadaan cair dan keadaan plastis), yaitu batas atas dari daerah plastis.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai dibawahnya, tanah tidak lagi berpengaruh sebagai bahan yang plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan yang plastis dalam kadar air yang berkisar antara LL dan PL. Kisaran ini disebut indeks plastisitas.

3. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air, yaitu tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis besar disebut tanah gemuk. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (2.6)$$

(Hardiyatmo H. Christady, 1992)

#### 4. Batas Susut / Shrinkage Limit (SL)

Kondisi kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu prosentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah disebut Batas Susut.

$$SL = (V_0/W_0 - 1/G_s) \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

SL = batas susut tanah

$V_0$  = volume benda uji kering

$W_0$  = berat benda uji kering

$G_s$  = berat jenis tanah

**Gambar 2.3 Batasan Indeks Plastis, Sifat, Macam Tanah dan Kohesi**



## 2.5 Tanah Lempung

### 2.5.1 Definisi Tanah Lempung

Tanah lempung adalah kumpulan dari partikel-partikel mineral lempung dan bukan lempung, yang memiliki sifat-sifat yang sebagian besar, walaupun tidak secara keseluruhan, ditentukan oleh mineral-mineral lempung (*Anonim, 2011*). Beberapa pendapat para peneliti mengenai definisi dari tanah lempung, yaitu:

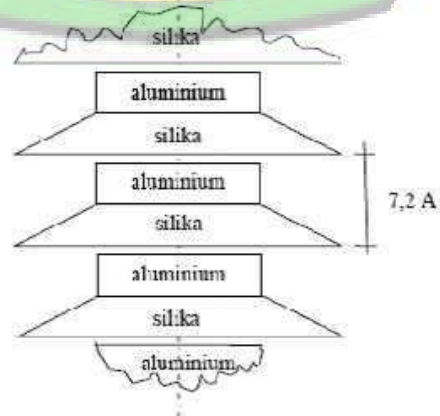
- a. Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada keadaan air lebih tinggi, lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (*Das, 1985*).
- b. Tanah lempung adalah tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah (*Grim, 1962*).
- c. Tanah lempung merupakan deposit yang mempunyai partikel berukuran lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm dalam jumlah lebih dari 50%; (*Bowles, 1984*).
- d. Tanah lempung memiliki ukuran butiran halus  $> 0,002$  mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan poses konsolidasi lambat; (*Hardiyatmo, 1996*).
- e. Tanah lempung terdiri dari butir-butir yang sangat kecil ( $< 0,002$  mm) dan yang memungkinkan bentuk bahan itu diubah-ubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah. (*Wesley, 1977*) menunjukkan sifat-sifat plastisitas dan



Mineral-mineral lempung merupakan produk pelapukan batuan yang terbentuk dari penguraian kimiawi mineral-mineral silikat lainnya dan selanjutnya terangkut ke lokasi pengendapan oleh berbagai kekuatan. Mineral-mineral lempung digolongkan ke dalam golongan besar, yaitu *kaolinite*, *smectite* (*montmorillonite*), dan *illite* (mika hidrat).

a. *Kaolinite*

*Kaolinite* merupakan mineral dari kelompok *kaolin*, terdiri dari susunan satu lembar silika tetrahedral dengan satu lembar aluminium oktahedra, dengan satuan susunan setebal  $7,2 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ angstrom } (\text{Å}) = 10^{-10} \text{ m}$ ) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Kedua lembaran terikat bersama lapisan tunggal. Dalam kombinasi lembaran silika aluminium, keduanya terikat oleh ikatan hidrogen.-sama, sedemikian hingga ujung dari lembaran silika dan satu lapisan lembaran oktahedra membentuk suatu lapisan tunggal. Dalam kombinasi lembaran silika dan aluminium, keduanya terikat oleh ikatan hidrogen. Kedua lembaran terikat bersama-sama, sedemikian hingga ujung dari lembaran silika dan satu lapisan lembaran oktahedra membentuk suatu.



**Gambar 2.5.** Susunan Mineral *Kaolinite*

Pada keadaan tertentu, partikel *kaolinite* mungkin lebih dari 100 tumpukan yang sukar dipisahkan. Karena itu, mineral ini stabil dan air tidak dapat masuk di antara lempengan (air dapat menimbulkan kembang susut pada sel satuannya).

**b. *Montmorillonite***

*Montmorillonite* disebut juga *smectite* adalah mineral yang dibentuk oleh dua lembar silika dan satu lembar aluminium (*gibbsite*). Susunan mineral *montmorillonite* ditunjukkan pada Gambar 2.4.



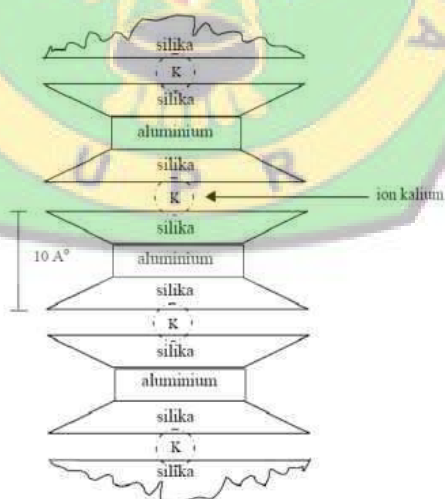
**Gambar 2.6.** Susunan Mineral *Montmorillonite*

Lembaran oktahedra terletak diantara dua lembar silika dengan ujung tetrahedra tercampur dengan hidroksil dari lembaran oktahedra untuk membentuk satu lapisan aluminium oleh magnesium. Karena adanya gaya ikatan *Van der Waals* yang lemah diantara ujung lembaran silika dan terdapat kekuatan muatan negatif dalam lembaran oktahedra, air dan ion-ion yang berpindah-pindah dapat masuk dan memisahkan lapisannya, jadi kristal

*montmorillonite* sangat kecil tapi waktu tertentu mempunyai gaya tarik yang kuat terhadap air. Tanah-tanah yang mengandung *montmorillonite* sangat mudah mengembang oleh tambahan kadar air. Tekanan pengembangan yang dihasilkan dapat merusak struktur ringan dan perkerasan jalan raya.

c. *Illite*

*Illite* adalah bentuk mineral lempung yang terdiri dari mineral kelompok *illite*. Bentuk susunan dasarnya terdiri dari sebuah lembaran aluminium oktahedra yang terikat diantara dua lembaran silika tetrahedra. Dalam lembaran oktahedra, terdapat substitusi parsial aluminium oleh magnesium dan besi, dandalam lembaran tetrahedral terdapat pula substitusi silikon oleh aluminium seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 2.5. Lembaran-lembaran terikat bersama - sama oleh ikatan lemah ionionkalium ( $K^+$ ). Susunan *illite* tidak mudah mengembang oleh air diantara lembaran-lembarannya.



**Gambar 2.7.** Susunan Mineral *Illite*

## 2.6 Sifat Tanah Lempung

Sifat khas yang dimiliki oleh tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Adapun sifat-sifat umum dari mineral lempung, yaitu:

### a. Hidrasi

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air dalam jumlah yang besar. Lapisan ini sering mempunyai tebal dua molekul dan disebut lapisan difusi, lapisan difusi ganda atau lapisan ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation yang disekitarnya. Lapisan ini akan hilang pada temperature yang lebih tinggi dari 60°C - 100°C dan akan mengurangi plastisitas alamiah, tetapi sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja.

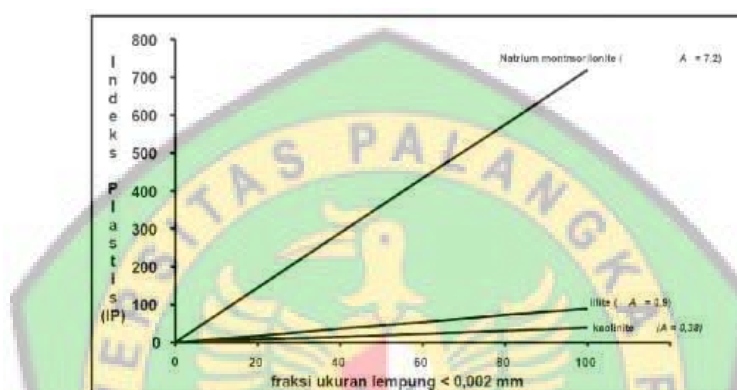
### b. Aktivitas

Aktivitas tanah lempung merupakan perbandingan antara indeks plastisitas (PI) dengan prosentase butiran yang lebih kecil dari 2 µm yang dinotasikan dengan huruf *C* dan di sederhanakan dalam persamaan berikut:

$$A = \frac{C}{PI} \dots\dots\dots (2.8)$$

Aktivitas digunakan sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang tanah lempung. Gambar 2.6 berikut mengklasifikasikan mineral lempung berdasarkan nilai aktivitasnya yakni:

- 1) *Montmorillonite* dengan nilai aktivitas  $(A) \geq 7,2$
- 2) *Illite* dengan nilai aktivitas  $(A) \geq 0,9$  dan  $< 7,2$
- 3) *Kaolinite* dengan nilai aktivitas  $(A) \geq 0,38$  dan  $< 0,9$  dan
- 4) *Polygorskite* dengan nilai aktivitas  $(A) < 0,38$ .



**Gambar 2.8** Aktivitas Mineral Lempung

#### c. Flokulasi dan Dispersi

Apabila mineral lempung terkontaminasi dengan substansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkrystal (*amorphus*) maka daya negatif, ion-ion  $H^+$  di dalam air, gaya Van der Waals, dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan tanah dan air. Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk *flok (flock)* yang berorientasi secara acak, atau struktur yang berukuran lebih besar akan turun dari larutan itu dengan cepatnya dan membentuk sendimen yang sangat lepas. Flokulasi larutan

dapat dinetralsir dengan menambahkan bahan-bahan yang mengandung asam (ion  $H^+$ ), sedangkan penambahan bahan-bahan alkali akan mempercepat flokulasi. Lempung yang baru saja berflokulasi dengan mudah tersebar kembali dalam larutan semula apabila digoncangkan, tetapi apabila telah lama terpisah penyebarannya menjadi lebih sukar karena adanya gejala *thixotropic*, dimana kekuatan didapatkan dari lamanya waktu.

d. Pengaruh Air

Fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung adalah air yang tidak murni secara kimiawi. Pada pengujian di laboratorium untuk batas *Atterberg*, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. Pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi. Air berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. Satumolekul air memiliki muatan positif dan muatan negatif pada ujung yang berbeda (*dipolar*). Fenomena hanya terjadi pada air yang molekulnya dipolar dan tidak terjadi pada cairan yang tidak dipolar seperti karbon tetraklorida ( $CCl_4$ ) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

## 2.7 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 terpeleset satu sama lain dan tanah akan dikatakan gagal dalam geser. Dalam hampir semua jenis tanah daya dukungnya terhadap tegangan tarik sangat kecil atau bahkan tidak mampu sama sekali.

Tanah tidak berkohesi, kekuatan gesernya hanya terletak pada gesekan antara butir tanah saja ( $c = 0$ ), sedangkan pada tanah berkohesi dalam kondisi jenuh, maka  $\phi = 0$  dan  $S = c$ .

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisa-analisa daya dukung tanah (*bearing capacity*), tegangan tanah terhadap dinding penahan (*earth pressure*) dan kestabilan lereng (*slope stability*).

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

- 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 :

$$\tau = c + (\sigma - u) \tan \nu \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

$\tau$  : Kekuatan geser tanah

$\sigma$  : Tegangan normal total

$u$  : Tegangan air pori

$c$  : Kohesi tanah efektif

$\nu$  : Sudut perlawanan geser efektif

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.

### 2.7.1 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 ( $\phi$ ). 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-kohefif, namun dalam perkembangannya dapat pula diterapkan pada jenis tanah kohefif.

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:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi. \dots\dots\dots(2.10)$$

keterangan :

$\tau$  : kekuatan geser maksimum (kg/cm<sup>2</sup>)

$c$  : kohesi (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  : tegangan normal (kg/cm<sup>2</sup>)

$\phi$  : sudut geser dalam (°)

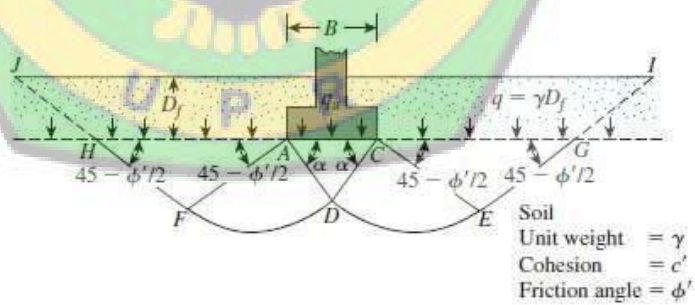
Prinsip dasar dari pengujian ini adalah pemberian beban secara horisontal terhadap benda uji melalui cincin/kotak geser yang terdiri dari dua bagian dan dibebani vertikal dipertengahan tingginya, dimana kuat geser tanah adalah tegangan geser maksimum yang menyebabkan terjadinya keruntuhan. Selama

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 Teori Dukung Tanah

### 2.8.1 Daya Dukung Tanah Menurut Teori Terzaghi

Ada beberapa metode untuk menghitung daya dukung tanah, metode yang paling sering digunakan adalah metode dari *Terzaghi*. Analisis daya dukung didasarkan kondisi general shear failure, yang dikemukakan *Terzaghi* (1943) dengan anggapan pondasi berbentuk memanjang tak terhingga dengan lebar B dan terletak di atas tanah homogen.



Persamaannya:

$$q_{ult} = c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan :  $q_{ult}$  = daya dukung ultimit/ batas

$c$  = kohesi .

$D_f$  = kedalaman pondasi

B = lebar pondasi

$\gamma$  = berat volume tanah

$N_c, N_q, N_\gamma$  = faktor daya dukung tanah (Tabel 2.7)

Daya dukung tanah yang diijinkan berdasarkan nilai faktor keamanan

= 3, jadi didapat nilai  $q_{all}$  :

$$q_{all} = \left(\frac{1}{SF}\right) \times q_{ult}$$

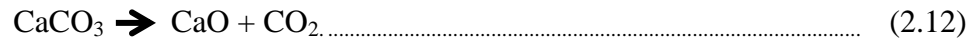
**Tabel 2.7** Nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi

$\Phi$	Keruntuhan Geser Umum		
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	2,5
20	17,7	7,4	5
25	25,1	12,7	9,7
30	37,2	22,5	19,7
34	52,6	36,5	35
35	57,8	41,4	42,4
40	95,7	81,3	100,4
45	172,3	173,3	297,5
48	258,3	287,9	780,1
50	347,6	415,1	1153,2

## 2.9 Kapur

Kapur adalah salah satu bahan yang dipakai untuk stabilitas tanah. Bahan ini mudah didapat karena banyak dipasarkan dan diproduksi secara besar-besaran. Kapur merupakan hasil endapan kerangka binatang yang hidup di lautan perbaikan tanah, bentuk kapur yang banyak digunakan adalah kapur (CaO) dan kapur hidrasi atau kapur padam. Kapur CaO berasal dari

pembakaran batu kapur / batu gamping (lime stone) yang memiliki rumus kimia  $\text{CaCO}_3$  dengan reaksi kimia.



Disamping itu dikenal pula kapur padam (slaked lime), yang merupakan hasil pemadaman kapur dengan air, dengan reaksi :



Hariman (2013), reaksi tana-kapur yang terjadi mencakup terjadinya kontak antara mineral lempung dengan bahan kapur antara mineral lempung dengan bahan kapur, terjadi pertukaran ion dan kemudian terbentuklah suatu gel kalsium silica yang tak akan teruraikan dengan air sehingga terjadilah proses pengumpulan (*flocculation*). Terhadap selanjutnya gel silica akan menyelubungi dan mengikat tanah lempung serta menutupi pori-pori tanah. Pada suatu saat gel akan mengkristal membentuk hidrasi kalsium silica dan Kristal-kristal kecil ini dapat saling mengikat satu dengan sementasi. Sementasi merupakan factor utama yang menyumbangkan kekuatan pada tanah yang terstabilisasi, tetapi proses semntasi dibatasi atau dikontor oleh jumlah silica yang terkandung dalam tanah.

Kapur yang akan digunakan untuk perbaikan tanah, disarankan berupa bubuk. Perbaikan tanah, disarankan berupa bubuk. Hal ini sangat penting untuk proses hidrasi serta dapat mengurangi masalah yang timbul.

**Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu**

Nama	Judul	Metode	Hasil
Ida Wahyuni (2004)	Penggunaan batu kapur sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah dasar	Tanah lempung dicampur dengan batu kapur 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan masa pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, & 21 hari, diuji sifat fisik masing-masing campuran batu kapur. Selanjutnya dilakukan pengujian pemadatan dan pengujian CBR.	Berdasarkan analisis regresi polinomial pangkat tiga, untuk tanah asli dengan kadar optimum penambahan batu kapur sebesar 0% pada umur (masa pemeraman) 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari adalah 9,81%, 7,76%, 7,18%, 7,32% dan 14,61% dari berat campuran dengan nilai CBRmaks masing-masing sebesar 18,24% , 20,44%, 20,95%, 21,27% dan 15,89%.
Melisa Haras (2017)	Penambahan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung.	Tanah lempung dicampur dengan kapur Padam 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% Selanjutnya dilakukan pengujian <i>direct shear</i> (geser langsung).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berdasarkan hasil pengujian <i>direct shear</i> (geser langsung) pada taanah lempung diperoleh nilai : <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pengujian pada tanah 0% kapur diperoleh nilai kuat geser (<math>\tau</math>) sebesar 1,61 t/m<sup>3</sup>, kohesi (C) sebesar 1,648 t/m<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam (<math>\phi</math>) sebesar 28,075<sup>0</sup>.</li> <li>b. Pengujian pada tanah 6% kapur diperoleh nilai kuat geser (<math>\tau</math>) sebesar 1,62 t/m<sup>3</sup>, kohesi (C) sebesar 2,080 t/m<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam (<math>\phi</math>) sebesar 39,330<sup>0</sup>.</li> <li>c. Pengujian pada tanah 12% kapur diperoleh nilai kuat geser (<math>\tau</math>) sebesar 1,64 t/m<sup>3</sup>, kohesi (C) sebesar 0,523 t/m<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam (<math>\phi</math>) sebesar 43,840<sup>0</sup>.</li> </ol> </li> </ol>

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Persiapan**

Pertama kali dalam persiapan yaitu melakukan konsultasi ke dosen pembimbing untuk mengetahui langkah-langkahnya. Selanjutnya pembuatan proposal dan seminar proposal, pengambilan data di lokasi penelitian, persiapan bahan pencampuran/tambahan untuk kuat geser tanah dan persiapan untuk pengolahan data di laboratorium. Data-data hasil pengujian laboratorium kemudian dianalisis sehingga diperoleh beberapa kesimpulan.

#### **3.2 Pengambilan Data**

Pengambilan data dengan mendapatkan sampel tanah dari lokasi penelitian. Sampel tanah yang diambil ada dua macam yaitu tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*) dan tanah terganggu (*disturbed soil*).

##### **3.2.1 Sampel Tanah Asli (*undisturbed*)**

Pengambilan sampel tanah asli tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanik dari tanah tersebut. Untuk mengambil tanah asli ini supaya tidak mengalami perubahan sifat mekaniknya, mengambil tanahnya menggunakan tabung yang berbentuk silinder yang diameternya sudah ditentukan. Pertama kali tabung dimasukkan kedalam tanah jangan langsung diangkat karena tanah tersebut belum stabil dan melekat ke dinding tabung yang dimasukkan. Tabung yang sudah terisi oleh tanah diangkat dan ditutup rapat-rapat biar tidak mengurangi kadar airnya supaya tidak terjadi pengeringan.

### 3.2.2 Sampel Tanah Terganggu (*disturbed*)

Sampel tanah yang diambil tidak perlu ada upaya untuk melindungi sifat asli dari tanah tersebut. Tempat yang digunakan untuk tanah ini bisa menggunakan kantong plastik atau karung.

### 3.3 Pengolahan Data di Laboratorium

Pengolahan Data di Laboratorium akan menguji sifat-sifat tanah aslinya dan tanah dengan campuran batu kapur. Berikut ini adalah beberapa tahap pengujian yang akan dilakukan.

#### 3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

##### 1. Pemeriksaan Kadar Air (*Water content*)

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

##### 2. Pemeriksaan Berat Isi (*Density test*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah mengetahui berat isi, isi pori, serta derajat kejenuhan suatu sampel tanah. prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 2216-71.

##### 3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No.4 dengan Pikhnometer. Berat jenis tanah adalah perbandingan antar berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi

yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 854-58.

#### **4. Pemeriksaan Batas-batas *Atterbreg***

Tujuan pemeriksaan ini adalah menentukan batas cair tanah, batas cair tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastisitas. Tanah dalam keadaan batas cair apabila diperiksa dengan alat *Casagrande*, kedua bagian tanah dalam mangkok yang terpisah oleh alur lebar 2 mm. menutp sepanjang 12,7 mm. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 423-66.

#### **5. Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)**

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan plastis. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur PB 0110-76 ; AASHTO T-90-74; ASTM 424-74; SK SNI M-06-1989-F.

#### **6. Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)**

Tujuan Pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air sampel tanah pada batas keadaan semi padat dan keadaan padat. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur AASHTO T-92-68.

#### **7. Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)**

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi). Tanah yang tertahan saringan No.200. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM-D 422-63.

### 3.3.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat geser langsung (*direct shear*) pada tiap persentase pencampuran 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%.

#### 1. Pemeriksaan Kuat Geser Langsung (*Direct Shear*) ASTM D-3080-04

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan parameter kuat geser tanah (*shear strength parameter*) kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ).

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots (3.1)$$

keterangan :

$\tau$  : kekuatan geser maksimum ( $\text{kg/cm}^2$ )

$c$  : kohesi ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\sigma$  : tegangan normal ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\phi$  : sudut geser dalam ( $\phi$ )

#### 2. Perencanaan Campuran

Campuran direncanakan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah dicampur dengan batu kapur dengan presentase penambahan sebesar 0%, 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% dari berat tanah.

### 3.3.3 Persiapan Sampel

Dalam penelitian ini sampel uji terdiri dari masing-masing material asli dan campuran yang dapat dibuat berdasarkan variasi penambahan batu kapur sebagai bahan aditifnya yang jumlah penambahannya berdasarkan persentase perbandingan berat batu kapur dengan tanah. Lama waktu pemeraman ditentukan yaitu 3 dan 7

hari, untuk perencanaan kebutuhan tanah dan bahan campuran batu kapur adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.1 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli**

No	Pengujian	Specimen	Kebutuhan Tanah (gr)
1	Pengujian Kadar Air Tanah	2	100
2	Pengujian Berat Jenis Tanah	2	100
	<b>Pengujian Analisa Granular:</b>		
3	Pengujian Analisa Saringan	1	1000
	<b>Pengujian Batas-batas Konsistensi:</b>		
4	Pengujian Batas Cair	3	60
5	Pengujian Batas Plastis	2	20
6	Pengujian Batas Susut	2	20
7	Pengujian geser langsung ( <i>Direct shear</i> )	3	150
	<b>Jumlah Total</b>	<b>15</b>	<b>2900</b>

*Pengolahan Data*

**Tabel 3.2 Sampel Pengujian Untuk Tanah Asli + Bahan Campuran**

Pengujian	Variasi Campuran x jumlah Specimen x waktu pemeraman	Jumlah Benda Uji
<b>Pengujian Batas-batas Konsistensi :</b>		
Pengujian Batas Cair	4 x 2 x 1	8
Pengujian Batas Plastis	4 x 2 x 1	8
Pengujian Batas susut	4 x 2 x 1	8
Pengujian geser langsung ( <i>Direct shear</i> )	4 x 3 x 1	12
<b>Jumlah Total</b>		<b>36</b>

*Pengolahan Data*

**Tabel 3.3 Kebutuhan Tanah Dan Batu Kapur**

No	Pengujian	Kebutuhan Tanah Lempung (gr)	Kebutuhan Bahan Campuran Kapur			
			5%	7,5%	10%	12,5%
1	Batas-batas Atterberg					
	Batas Cair	180	9	14	18	13
	Batas Plastis	40	2	3	4	5
	Batas Susut	40	2	3	4	5
2	Pengujian geser langsung ( <i>Direct shear</i> )	450	23	34	45	56
	<b>Jumlah Total</b>	<b>710</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>71</b>	<b>79</b>

*Pengolahan Data*

Maka :

1. Jumlah total tanah yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 710 gr dikali jumlah variasi campuran batu kapur yaitu ;  $0.71 \text{ kg} \times 4 = 2.84 \text{ kg}$
2. Jumlah total batu kapur yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah  $36 + 54 + 71 + 79 = 240 \text{ gr}$  atau  $0,240 \text{ kg}$ .

**Tabel 3.4 Evaluasi Pengujian Geser Langsung**

Kondisi Contoh Tanah	No Contoh	Sudut Geser Dalam		Koheisi		Gama
		Ø	Ø Rata-rata	C	C Rata-rata	τ
		.... °	....°	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Tanah 0% kapur	1					
	2					
	3					
Tanah 5% kapur	1					
	2					
	3					
Tanah 7,5% kapur	1					
	2					
	3					
Tanah 10,5% kapur	1					
	2					
	3					
Tanah 12,5% kapur	1					
	2					
	3					

*Pengolahan Data*

### 3.4 Analisis Data

#### 3.4.1 Kuat Geser Langsung

Metode kuat geser langsung meliputi rumus Menurut teori *Mohr* ( 1910 ) dan *Coulomb* (1776) dalam persamaan berikut ini :

Menurut teori *Mohr* ( 1910 ) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\tau = f(\sigma) \dots\dots\dots (3.2)$$

dimana :

$\tau$  = Kuat geser tanah pada saat terjadinya keruntuhan (failure)

$\sigma$  = Tegangan normal pada saat kondisi tersebut

Menurut teori *Coulomb* (1776) mendefinisikan  $f(\sigma)$  seperti pada persamaan sebagai berikut :

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi \dots\dots\dots (3.3)$$

dengan :

$\tau$  = Kuat geser tanah ( kN/m<sup>2</sup> )

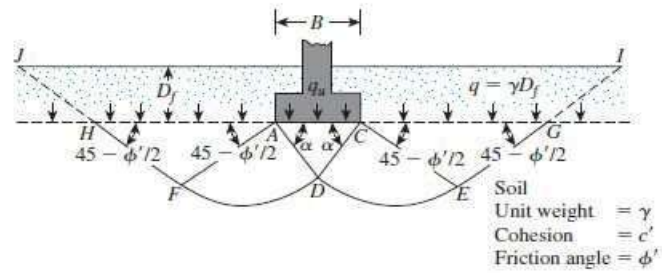
$c$  = Kohesi tanah ( kN/m<sup>2</sup> )

$\varphi$  = Sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek internal ( derajat )

$\sigma$  = Tegangan normal pada bidang runtuh ( kN/m<sup>2</sup> )

### 3.5 Daya Dukung Tanah Menurut Teori Terzaghi

Ada beberapa metode untuk menghitung daya dukung tanah, metode yang paling sering digunakan adalah metode dari *Terzaghi*. Analisis daya dukung didasarkan kondisi general shear failure, yang dikemukakan *Terzaghi* (1943) dengan anggapan pondasi berbentuk memanjang tak terhingga dengan lebar  $B$  dan terletak di atas tanah homogen.



Persamaannya:

$$q_{ult} = c.N_c + D_f.\gamma.N_q + 0,5. \gamma.B.N_\gamma \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan :  $q_{ult}$  = daya dukung ultimit/ batas

$c$  = kohesi .

$D_f$  = kedalaman pondasi

$B$  = lebar pondasi

$\gamma$  = berat volume tanah

$N_c, N_q, N_\gamma$  = faktor daya dukung tanah (Tabel 2.7)

Daya dukung tanah yang diijinkan berdasarkan nilai faktor keamanan

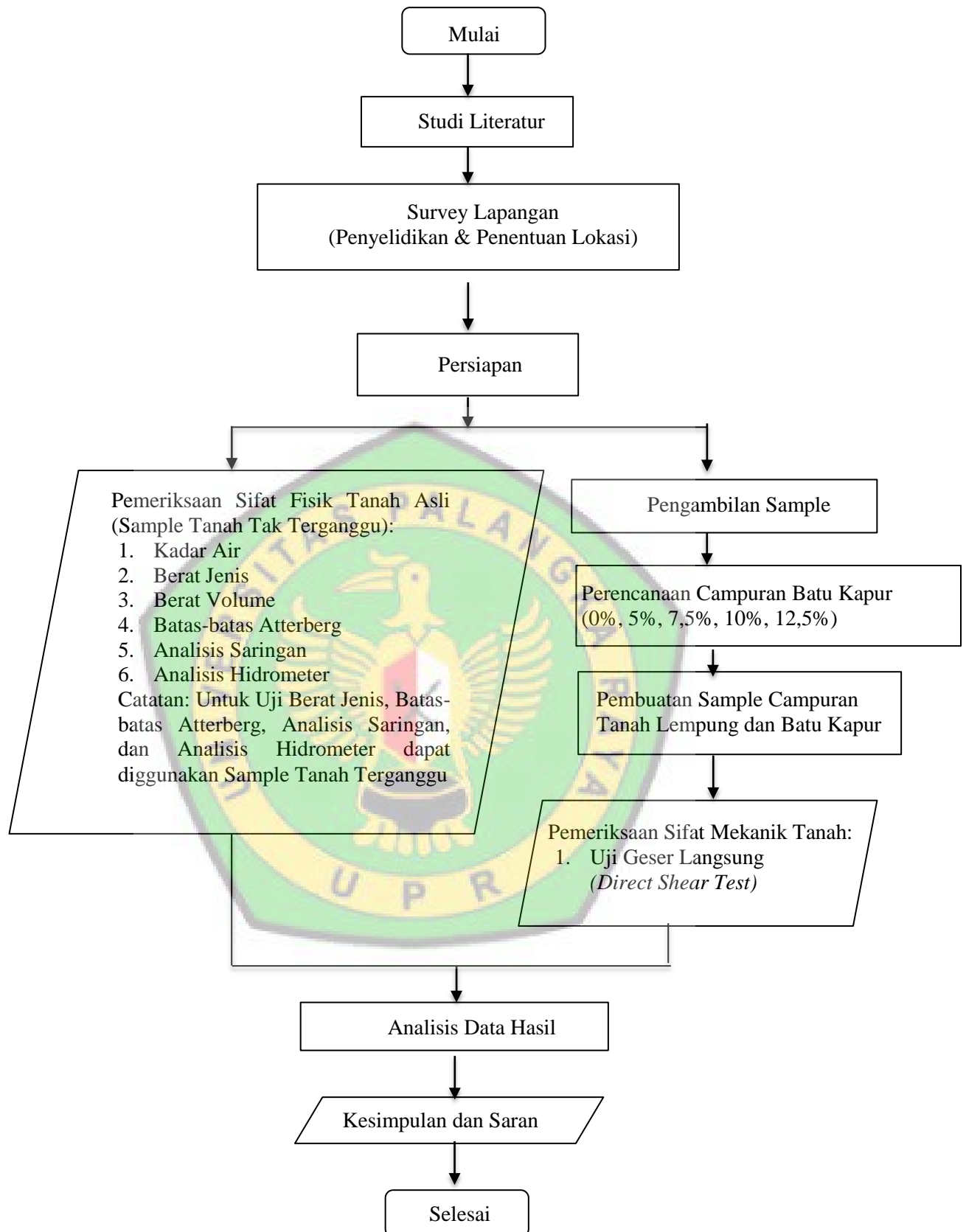
= 3, jadi didapat nilai  $q_{all}$  :

$$q_{all} = \left(\frac{1}{SF}\right) \times q_{ult}$$

**Tabel 3.5** Nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi

$\Phi$	Keruntuhan Geser Umum		
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	2,5
20	17,7	7,4	5
25	25,1	12,7	9,7
30	37,2	22,5	19,7
34	52,6	36,5	35
35	57,8	41,4	42,4
40	95,7	81,3	100,4
45	172,3	173,3	297,5
48	258,3	287,9	780,1
50	347,6	415,1	1153,2

Sumber : Terzaghi (1943)



Gambar 3.1 Bagan Alir

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian sifat – sifat fisik tanah asli di dapat nilai, kadar air ( $w$ ) = 40,48% ; berat isi ( $\gamma$ ) = 1,46 gr/cm<sup>3</sup> ; berat jenis ( $G_s$ ) = 2,70 ; batas – batas *Atterberg* yaitu Batas cair (*Liquid Limit*) = 32,92% ; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 21,63% ; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 11,29% ; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 20,49 % ; analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 52,04%. Menurut AASHTO tanah diklasifikasikan tanah berlempung, dalam kelompok tanah A-6, dan menurut USCS tanah diklasifikasikan tanah berlempung anorganik kelompok ML,CL, atau OL.
2. Dari hasil pengujian geser langsung (*Direct Shear*) terhadap nilai kuat geser dan daya dukung tanah asli dengan masa pemeraman 0 hari didapat nilai kuat geser ( $\tau$ ) sebesar 0,184 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan untuk nilai daya dukung tanah didapat nilai  $q_{ult}$  = 3,36 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai  $q_{ijin}$  = 1,12 kg/cm<sup>2</sup>. Setelah penambahan batu kapur pada varian campuran tertinggi 12,5 % dan masa pemeraman 7 hari didapat nilai kuat geser 0,219 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan untuk nilai daya dukung tanah didapat nilai  $q_{ult}$  = 26,04 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai  $q_{ijin}$  = 8,68 kg/cm<sup>2</sup>. sehingga dengan penambahan batu kapur memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai kuat geser dan daya dukung pada tanah lempung.

3. Persentasi nilai kuat geser dan daya dukung tanah asli didapat nilai kuat geser ( $\tau$ ) sebesar  $0,184 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk nilai daya dukung tanah didapat nilai  $q_{ult} = 3,36 \text{ kg/cm}^2$ , dan nilai  $q_{ijin} = 1,12 \text{ kg/cm}^2$ . Untuk sampel campuran tertinggi dengan variasi campuran batu kapur 12,5% dan masa pemeraman 7 hari terhadap nilai kuat geser dan daya dukung tanah didapat nilai kuat geser  $0,219 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk nilai daya dukung tanah didapat nilai  $q_{ult} = 26,04 \text{ kg/cm}^2$ , dan nilai  $q_{ijin} = 8,68 \text{ kg/cm}^2$ , dapat disimpulkan terjadinya kenaikan nilai persentasi pada kuat geser dan daya dukung tanah dengan nilai persentasi kuat geser ( $\tau$ ) = 19,02%, kenaikan nilai daya dukung tanah  $q_{ult} = 6,75\%$ ,  $q_{ijin} = 6,75\%$  dari tanah asli ke persentasi penambahan batu kapur 12,5% sehingga penambahan batu kapur untuk tanah asli berpengaruh.

## 5.2 Saran

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

1. Untuk penelitian selanjutnya, batu kapur yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah harus diketahui jenis batu kapur digunakan untuk memperoleh hasil optimal.
2. Untuk melihat kenaikan atau penurunan persentase kuat geser langsung dan daya dukung tanah lempung, sebaiknya di lakukan penambahan umur pemeraman.
3. Terjadinya kenaikan sudut geser dalam, sebaiknya dilakukan dengan kombinasi campuran lain.
4. Perlu adanya perbandingan terhadap geser langsung dengan pengujian Tekan Bebas dan Triaksial.

5. Pengawasan intensif perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian.



## DAFTAR PUSTAKA

- 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. Craig, R. F. 1987. Soil Mechaanic 4th Edition. Van NostroodReinhol Co. Ltd. Diterjemahkan oleh Budi
- SusiloSupandji, 1989. Mekanika Tanah Edisi Keempat. Erlangga. Jakarta.
- Das, Braja M. 1995. Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Erlangga. Jakarta
- Grim, R. E. (1976), *Applied Clay Mineralogy*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Hardiyatmo, H C. 1992. *Mekanika Tanah I*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, H C. 2002. *Mekanika Tanah I (edisi III)*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mitchell, J. K. (1976), *Fundamentals of soil Behavior*, John Wiley and son, Inc, New York.
- Panduan Praktikum Mekanika Tanah II. 2018. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Sarief, S. 1986. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung. 133hal.
- Terzaghi, Karl and Peck, B Ralph, "Soil Mechanics in Engineering Practice, Second Edition", JOHN WILEY & SONS, New York, 1967
- Wesley, L. D. 1973. Mekanika Tanah. Jakarta : Badan Penerbit Pustaka Umum.