

# **SKRIPSI**

## **KORELASI KUAT TEKAN DAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI DENGAN VARIASI CAMPURAN PASIR, SEMEN, DAN STYROFOAM**

oleh

**MUHAMAD SALEH  
NIM. DAB 113 108**



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

## RINGKASAN

**KORELASI KUAT TEKAN DAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI DENGAN VARIASI CAMPURAN PASIR, SEMEN, DAN STYROFOAM**, Muhamad Saleh, 2020, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan korelasi antara kuat tekan tanah dan pengujian kuat geser langsung pada tanah lempung yang disubstitusi dengan material pasir, semen, dan styrofoam. Dalam hal ini, tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu. Untuk itu pengujian ini dilakukan dengan campuran pasir, semen, dan styrofoam pada tanah lempung agar dapat dilihat seberapa campuran pasir, semen, dan styrofoam untuk menahan kekuatan pada beban yang berada di atas tanah tersebut.

Dalam penelitian ini menggunakan metode statistika, eksperimental, dan analitikal yaitu dengan mencari persamaan regresi linier antara kuat tekan dan kuat geser terhadap tanah lempung dan campuran pasir, semen, dan styrofoam.

Untuk mengetahui pengaruh pasir, semen, dan styrofoam pada tanah lempung dengan nilai kuat tekan dan kuat geser maka dilakukan dengan cara pencampuran pasir, semen, dan styrofoam dengan masing-masing variasi sebesar 2,5%, 5%, 7,5%. Dari hasil pengujian didapatkan hasil penurunan nilai kuat tekan pada campuran pasir 2,5%, 5%, 7,5% sebesar 4,2% dari tanah asli dan nilai kuat geser mengalami penurunan pada campuran 2,5%, 5%, 7,5% sebesar 1,1% dari tanah asli. Pada campuran semen 2,5%, 5%, 7,5% untuk nilai kuat tekannya mengalami kenaikan sebesar 3,1% dan nilai kuat gesernya mengalami kenaikan sebesar 7,5%. Kemudian pada campuran styrofoam 2,5%, 5%, 7,5% untuk nilai kuat tekannya mengalami kenaikan sebesar 7,2% dan nilai kuat gesernya mengalami kenaikan sebesar 10,1%. Pada hasil regresi linier menghasilkan persamaan nilai kuat tekan dan kuat geser dengan campuran pasir  $Y = 3,9154x + 0,4899$  dengan nilai  $R = 0,9918$ , persamaan nilai kuat tekan dan kuat geser dengan campuran semen  $Y = 0,4065x + 0,2905$  dengan nilai  $R = 0,9070$ , dan menghasilkan persamaan nilai kuat tekan dan kuat geser dengan campuran styrofoam  $Y = 0,5642x + 0,2555$  dengan nilai  $R = 0,8558$ .

Kata kunci : Tanah Lempung, Kuat Tekan Tanah, Kuat Geser Tanah, Regresi Linier

## SUMMARY

**CORRELATION OF COMPRESSIVE STRENGTH AND CLAY SOIL STRENGTH THAT SUBSTITUTED WITH MIXED VARIATIONS OF SAND, CEMENT, AND STYROFOAM**, Muhamad Saleh, 2020, Department / Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Palangka Raya University.

This study aims to obtain a display between the compressive strength of the soil and the shear strength tester in clay soil substituted with sand, cement, and styrofoam. In this case, the soil functions as a load-bearing due to construction on the ground which must be able to bear all the building loads and other loads that are taken into account then can increase it into the soil to a certain layer or depth. This is done with a mixture of sand, cement, and styrofoam on clay so that any mixture of sand, cement, and styrofoam can be measured to withstand the strength of the load on the soil.

In this study, statistical, experimental, and analytical methods are used, namely by looking for the linear regression equation between compressive strength and shear strength for clay soil and a mixture of sand, cement, and styrofoam.

To determine the effect of sand, cement, and styrofoam on clay soil with compressive strength and shear strength, it is done by mixing sand, cement, and styrofoam with each variation of 2.5%, 5%, 7.5%. From the test results, it was found that the decrease in the compressive strength value of the sand mixture of 2.5%, 5%, 7.5% was 4.2% of the original soil and the shear strength value decreased in the mixture of 2.5%, 5%, 7.5% equal to 1.1% of the original land. In the cement mixture of 2.5%, 5%, 7.5% the compressive strength value increased by 3.1%, and the shear strength value increased by 7.5%. Then in the styrofoam mixture of 2.5%, 5%, 7.5%, the compressive strength value increased by 7.2%, and the shear strength value increased by 10.1%. In the linear regression results, the equation for the value of compressive strength and shear strength with a mixture of sand  $Y = 3.9154x + 0.4899$  with a value of  $R = 0.9918$ , the equation for the value of compressive strength and shear strength with cement mixture  $Y = 0.4065x + 0.2905$  with a value of  $R = 0.9070$ , and produces an equation for the value of compressive strength and shear strength with a styrofoam mixture  $Y = 0.5642x + 0.2555$  with a value of  $R = 0.8558$ .

Keywords: Clay Soil, Soil Compressive Strength, Shear Strength, Linear Regression

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kehadiran TUHAN Yang Maha Esa dipanjatkan atas rahmat dan karunia-Nya, penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan sehingga dapat diseminarkan dan ditinjau kembali untuk diperbaiki.

Skripsi dengan judul “KORELASI KUAT TEKAN DAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI DENGAN VARIASI CAMPURAN PASIR, SEMEN, DAN STYROFOAM ” disusun sebagai salah satu syarat yang harus dilaksanakan untuk menyelesaikan studi Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu FRIEDA, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. SUTAN P. SILITONGA, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak TATAU WIJAYA GARIB, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

6. Ibu VERONIKA HAPPY P, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Ibu Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
8. Bapak OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
9. Bapak-Ibu Dosen Pembahas Skripsi.
10. Bapak RADEN HARYO SAPUTRA, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
11. Seluruh Dosen jurusan/program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Desember 2020

**MUHAMAD SALEH**  
NIM. DAB 113 108

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>PRAKATA</b> .....	ii
<b>RINGKASAN</b> .....	ii
<b>SUMMARY</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Lokasi Pengambilan Sampel .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tanah Lempung .....	7
2.1.1 Sifat Tanah Lempung.....	8
2.1.2 Klasifikasi Tanah Lempung.....	11
2.2 Stabilisasi Tanah .....	13
2.3 Pasir ( <i>Sand</i> ) .....	14
2.4 Semen.....	15
2.5 Styrofoam.....	15

2.6 Kuat Geser Tanah.....	16
2.6.1 Definisi Kuat Geser Tanah.....	16
2.6.2 Teori Kuat Geser Tanah.....	17
2.6.3 Pengujian Kuat Geser Tanah.....	20
2.7 Kuat Tekan Tanah.....	26
2.8 Penelitian Terdahulu .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Metode Pelaksanaan Penelitian.....	30
3.2 Tahapan dan Proses Penelitian Lapangan dengan <i>Hand Boring</i> .....	31
3.3 Pengolahan Data di Laboratorium .....	31
3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah .....	31
3.3.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah .....	33
3.4 Perencanaan Campuran .....	34
3.5 Analisis Data .....	35
3.6 Bagan Alir.....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Umum .....	37
4.2 Hasil Penelitian .....	37
4.2.1 Hasil Pengujian Sifat – Sifat Fisik Tanah.....	38
4.2.2 Klasifikasi Tanah.....	38
4.2.3 Hasil Pengujian Sifat – Sifat Mekanik Tanah .....	41
4.3 Bahan Variasi Campuran .....	44
4.3.1 Tanah Lempung dan Pasir .....	44

4.3.2 Tanah Lempung dan Semen .....	50
4.3.3 Tanah Lempung dan Styrofoam .....	56
4.4 Proporsi Campuran .....	62
4.5 Analisis Data .....	62
4.5.1 Korelasi Antara Kuat Tekan Bebas dengan Kuat Geser ( <i>Direct Shear</i> ) dengan Variasi Campuran Pasir 2,5%, 5%, dan 7,5%.....	62
4.5.2 Korelasi Antara Kuat Tekan Bebas dengan Kuat Geser ( <i>Direct Shear</i> ) dengan Variasi Campuran Semen 2,5%, 5%, dan 7,5%.....	65
4.5.3 Korelasi Antara Kuat Tekan Bebas dengan Kuat Geser ( <i>Direct Shear</i> ) dengan Variasi Campuran Styrofoam 2,5%, 5%, dan 7,5% .....	67

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran .....	71

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Komposisi Mineral <i>Quart</i> dan <i>Fieldspar</i> .....	14
2.2 Konsistensi dan Korelasi Unconfined Compression Strength Terhadap Shear Strength Pada Tanah Kohesif (Lempung).....	27
2.3 Penelitian Terdahulu .....	28
3.1 Proporsi Campuran Benda Uji .....	34
4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Pada Jenis Tanah Lempung .....	38
4.2 Pemeriksaan Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung .....	41
4.3 Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung.....	43
4.4 Hasil Pemeriksaan Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 2,5%, 5%, 7,5% .....	45
4.5 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 2,5%, 5%, 7,5% .....	48
4.6 Hasil Pemeriksaan Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Semen dengan Variasi Campuran 2,5%, 5%, 7,5% .....	50
4.7 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Semen dengan Variasi Campuran 2,5%, 5%, 7,5% .....	54
4.8 Hasil Pemeriksaan Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Styrofoam dengan Variasi Campuran 2,5%, 5%, 7,5% .....	56

4.9 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Styrofoam dengan Variasi Campuran 2,5%, 5%, 7,5% .....	60
5.0 Proporsi Campuran .....	62
5.1 Korelasi Antara Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser dengan Campuran Pasir .....	63
5.2 Hasil Perhitungan Manual Regresi Korelasi Kuat Bebas Terhadap Kuat Geser dengan Campuran Pasir .....	64
5.3 Korelasi Antara Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser dengan Campuran Semen .....	65
5.4 Hasil Perhitungan Manual Regresi Korelasi Kuat Bebas Terhadap Kuat Geser dengan Campuran Semen .....	66
5.5 Korelasi Antara Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser dengan Campuran Styrofoam .....	67
5.6 Hasil Perhitungan Manual Regresi Korelasi Kuat Bebas Terhadap Kuat Geser dengan Campuran Styrofoam .....	68

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1.1 Lokasi Pengambilan Sampel .....	6
2.1 Aktivitas Mineral Lempung .....	9
2.2 Garis Keruntuhan Menurut Mohr dan Hukum Keruntuhan Mohr - Coulomb (Hardiyatmo, 2002) .....	18
2.3 Skema Uji Tekan Bebas (Cristady, 2006) .....	23
3.1 Bagan Alir Penelitian .....	36
4.1 Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas .....	39
4.2 Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas .....	40
4.3 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung .....	42
4.4 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung .....	44
4.5 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 2,5% .....	45
4.6 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 5% .....	46
4.7 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 7,5% .....	47
4.8 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 2,5% .....	48

4.9 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 5% .....	49
5.0 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 7,5% .....	49
5.1 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Semen dengan Variasi Campuran 2,5% .....	51
5.2 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 5% .....	52
5.3 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 7,5% .....	53
5.4 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Semen dengan Variasi Campuran 2,5% .....	54
5.5 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Semen dengan Variasi Campuran 5% .....	55
5.6 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 7,5% .....	55
5.7 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Styrofoam dengan Variasi Campuran 2,5% .....	57
5.8 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Styrofoam dengan Variasi Campuran 5% .....	58
5.9 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung dan Styrofoam dengan Variasi Campuran 7,5% .....	59

6.0 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Styrofoam dengan Variasi Campuran 2,5% .....	60
6.1 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Styrofoam dengan Variasi Campuran 5% .....	61
6.2 Grafik Uji Kuat Tekan Bebas Pada Jenis Tanah Lempung dan Pasir dengan Variasi Campuran 7,5% .....	61
6.3 Grafik Regresi Korelasi Sederhana Nilai Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser dengan Campuran Pasir .....	63
6.4 Grafik Regresi Korelasi Sederhana Nilai Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser dengan Campuran Semen .....	65
6.5 Grafik Regresi Korelasi Sederhana Nilai Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser dengan Campuran Styrofoam .....	67

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam perencanaan dan pekerjaan suatu konstruksi bangunan sipil tanah mempunyai peranan yang sangat penting. Dalam hal ini, tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan/konstruksi itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada. Salah satu tanah yang biasa ditemukan pada suatu konstruksi yaitu jenis tanah lempung.

Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastisitas pada tanah bila dicampur dengan air. Tanah lempung dengan plastisitas tinggi, kohesifitas yang besar berakibat fluktuasi kembang susut yang relatif besar. Kondisi tanah basah volume tanah akan mengembang sehingga kuat gesernya akan rendah dan tanah akan lengket, sedangkan pada kondisi kering akan mengalami retakan-retakan akibat tegangan susut dan tanah dalam kondisi keras. Selain itu tanah lempung mempunyai volume pori yang besar sehingga mempunyai berat isi dan sudut gesek yang kecil, hal ini menyebabkan penambahan suatu beban dan konstruksi bangunan pada tanah lempung tidak akan stabil. Misalnya pada tanah yang seringkali mengalami kerusakan terutama pada

jalan , bila suatu jalan diperbaiki tidak sesuai dengan umur jalan yang direncanakan. Dengan kondisi tanah seperti itu mengakibatkan perkerasan jalan muda bergelombang dan berlubang. Untuk mengatasi masalah tanah tersebut perlu dilakukan stabilisasi tanah yaitu salah satunya metode stabilisasi tanah antara lain mencampur tanah dengan material lain.

Kondisi tanah pada suatu daerah tidak akan memiliki sifat tanah yang sama dengan daerah lainnya, namun tidak semua tanah memiliki kekuatan yang mampu mendukung konstruksi. Hanya tanah yang mempunyai stabilitas baik yang mampu mendukung konstruksi yang besar. Sedangkan tanah yang kurang baik harus distabilisasi terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai pondasi pendukung dengan cara mencampur bahan pencampur seperti pasir, semen dan styrofoam.

Pasir merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah dan pantai oleh karena itu pasir dapat digolongkan dalam tiga macam yaitu pasir galian, pasir laut dan pasir sungai. Pada konstruksi bahan bangunan pasir digunakan sebagai agregat halus dalam campuran beton, bahan spesi, perekat pasangan bata maupun keramik, pasir urug, screed lantai dll. Selain itu pasir juga bisa digunakan sebagai bahan campuran untuk stabilisasi tanah.

Pada stabilisasi semen dengan tanah, reaksi antara semen dengan material hampir tidak dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah. Oleh sebab itu semen dapat digunakan sebagai bahan penstabilisasi hampir pada semua material mulai dari pasir berkoheesi rendah sampai tanah lempung koheesi

dengan plastisitas rendah. Menurut Sherwood (1993) stabilisasi semen sangat cocok untuk tanah gembur dan berbutir dengan nilai  $PI < 15\%$ . Pendapat ini diperkuat oleh Bell (1975) yang menyimpulkan bahwa stabilisasi dengan semen akan memberikan efektifitas yang tinggi bila digunakan untuk tanah yang mengandung butir halus antara 5-35%.

Styrofoam terbuat dari bahan utama *polysterine* yaitu bahan plastik yang cukup kuat untuk disusun oleh *erethylene* dan *benzene*. Styrofoam yang umum biasanya dikenal sebagai gabus putih. Styrofoam juga merupakan limbah dari pemakaian aktifitas manusia seperti: tempat makanan dan minuman, pengemas pengaman barang elektronik, mesin maupun pecah belah, dekorasi dan sebagainya. Pemanfaatan limbah styrofoam diharapkan bisa dilakukan sebagai upaya pemecahan masalah dalam mengatasi pencemaran lingkungan. Materi dari styrofoam ini bersifat non-daur ulang dan *non-biodegradable* (tidak dapat membusuk menjadi zat konstituen). Maka penelitian ini diharapkan untuk dapat mengetahui pemanfaatan styrofoam untuk dijadikan sebagai alternatif salah satu bahan pengisi campuran dan menganalisis karakteristik juga kuat tekan dari variasi komposisi bahan pengisi styrofoam untuk campuran tanah lempung.

Analisis korelasi merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih yang bersifat kuantitatif. Dapat diartikan bahwa adanya perubahan sebuah variabel disebabkan atau akan diikuti dengan perubahan variabel lain. Dalam penelitian ini dalam bentuk hubungan perubahan antara kuat tekan dan kuat

geser tanah lempung yang disubstitusi/dicampur dengan pasir, semen dan styrofoam.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari permasalahan dan kondisi tanah yang telah diuraikan diatas, maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana jenis dan karakteristik tanah setelah dilakukan penelitian secara langsung dari pengujian lapangan dan laboratorium?
2. Seberapa besar nilai kuat tekan dan kuat geser pada tanah lempung?
3. Bagaimana korelasi kuat tekan bebas ( $q_u$ ) tersebut terhadap kuat geser langsung ( $C_u$ ) pada tanah yang telah di substitusi dengan pasir, semen dan styrofoam tersebut?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui jenis dan karakteristik tanah setelah dilakukan penelitian secara langsung dari pengujian lapangan dan laboratorium.
2. Untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat geser pada tanah lempung.
3. Untuk mengetahui korelasi kuat tekan bebas ( $q_u$ ) tersebut terhadap kuat geser langsung ( $C_u$ ) pada tanah yang telah di substitusi dengan pasir, semen dan styrofoam tersebut.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh pengetahuan tentang sifat fisik – fisik dan mekanik tanah lempung.

2. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang perilaku tanah lempung yang disubstitusi pasir, semen dan styrofoam dengan pengujian kuat tekan dan kuat geser.
3. Sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang material.

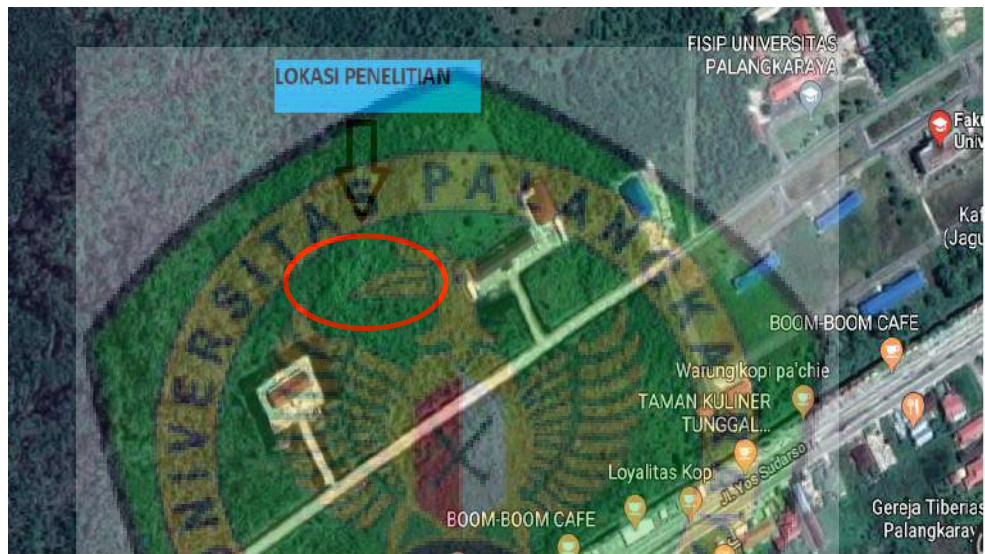
### 1.5 Batasan Masalah

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

1. Pengujian dilaksanakan pada Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Sampel tanah yang digunakan adalah material tanah lempung berplastisitas tinggi yang berasal dari proyek SBSN Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut di Universitas Palangka Raya.
3. Sampel tanah non kohesif (pasir) yang digunakan berasal dari sungai kahayan di Jl. S. Parman, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
4. Dalam penelitian ini menggunakan klasifikasi sistem AASTHO dan USCS.
5. Pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan adalah:
  - a. Uji kadar air
  - b. Uji berat jenis
  - c. Uji batasbatas atterberg
  - d. Uji berat volume

- e. Uji analisa saringan
- 6. Pengujian sifat mekanik tanah yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan pengujian kuat geser pada tanah lempung yang disubstitusi dengan variasi campuran pasir, semen dan styrofoam.

### 1.6 Lokasi Pengambilan Sampel



Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel

**KETERANGAN:**

**LOKASI: KOMPLEK KAMPUS UPR**

**PROYEK: DED GEDUNG IPTEK DAN INOVASI GAMBUT**

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Lempung

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*). (Robert F. Craig, 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 : *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite*. (Hary Christady H., 1992).

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering dia akan bersifat keras, jika basah akan bersifat plastis dan kohesif,

mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

### 2.1.1 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  $\mu\text{m}$  yang dinotasikan dengan huruf *C* dan di sederhanakan dalam persamaan berikut:  $A = \frac{C}{PI}$  ..... (2.1)

Aktivitas digunakan sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang tanah lempung. Gambar 2.5 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 2.1** 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 dinetralkan 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. Satu molekul 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.

### 2.1.2 Klasifikasi Tanah Lempung

Dalam klasifikasi tanah secara umum, partikel tanah lempung memiliki diameter  $2\ \mu\text{m}$  atau sekitar  $0,002\ \text{mm}$  (USDA, AASHTO, USCS). Namun demikian, di beberapa kasus partikel berukuran antara  $0,002\ \text{mm}$  sampai  $0,005\ \text{mm}$  masih digolongkan sebagai partikel lempung (ASTM-D-653). Disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan ukuran saja, namun belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung.

Jadi, dari segi mineral tanah dapat juga disebut sebagai tanah bukan lempung (*non clay soil*) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil (partikel-partikel *quartz*, *feldspar*, mika dapat berukuran sub mikroskopis tetapi umumnya tidak bersifat plastis). Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid, merupakan gugusan kristal berukuran mikro, yaitu  $< 1\ \mu\text{m}$  ( $2\ \mu\text{m}$  merupakan batas atasnya). Tanah lempung merupakan hasil proses pelapukan mineral batuan induknya, yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam atau alkali, oksigen, dan karbondioksida.

Definisi tanah lempung menurut beberapa ahli :

#### 1. Terzaghi (1987)

Merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur

kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin disebut “gumbo”. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.

2. DAS (1988)

Merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah.

3. Bowles (1991)

Mendefinisikan tanah lempung sebagai deposit yang mempunyai partikel berukuran lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm dalam jumlah lebih dari 50 %.

4. Hardiyatmo (1992)

Mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat.

## 2.2 Stabilisasi Tanah

Tujuan dari stabilisasi tanah adalah :

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi danatau tahanan geser yang timbul.
3. Menambah material unuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawidan sifat fisis dari material tanah.
4. Menurunkan muka air (drainase tanah).
5. Mengurangi permeabilitas.

Stabilisasi tanah dalam realisasinya terdiri salah satu atau gabungan pekerjaan-pekerjaan berikut :

1. Mekanis, stabilisasi dengan berbagai macam alat mekanis seperti : mesin gilas, benda-benda berat yang dijatuhkan (*pounder*), peledakan dengan alat peledak, tekanan statis, pembekuan, pemanasan, dan lain-lain.
2. Bahan pencampur/tambahan seperti:kerikil untuk kohesif (lempung), lempung untuk tanah berbutir kasar, pencampuran kimiawi (semen portland, gamping/kapur, abu batubara, semen aspal dan lainnya). (*Bowles, 1984*).

### 2.3 Pasir (*Sand*)

Pasir adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai dengan 5 mm berkisar dari kasar (3mm sampai 5mm) dan halus (<1mm). (Joseph E. Bowles, 1984). Pasir dapat dibagi lagi menjadi fraksi-fraksi kasar, medium, dan halus. Pasir dapat dideskripsikan sebagai yang bergradasi baik, bergradasi buruk, bergradasi seragam atau bergradasi timpang (*gap graded*). (Craig dan Soepandji, 1987).

Pasir merupakan jenis tanah non kohesif (*cohesionless soil*). Tanah tak kohesif tidak memiliki garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah ini tidak plastis untuk semua nilai kadar air. Tanah tak kohesif dengan kadar air yang cukup tinggi dapat bersifat sebagai suatu cairan kental. (Joseph E. Bowles, 1984)

Berdasarkan mineral yang terkandung di dalamnya, pasir terdiri dari sebagian besar mineral *quartz* (kwarsa) dan *feldspar*.

**Tabel 2.1 Komposisi Mineral *Quart* dan *Feldspar***

Mineral	Komposisi
Quart ( kuarsa )	Si O <sub>2</sub> ( Silikon Dioksida )
Fieldspar :	
Ortoklas	K ( Al ) Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
Plagioklas	Na ( Al ) Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>

*Sumber : Bowles, 1984*

## 2.4 Semen

Semen adalah material yang mempunyai sifat – sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen – fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen dikelompokkan kedalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis.

Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contohnya seperti semen *portland*, semen putih dan sebagainya, sedangkan semen non- hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air.

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mencampurkan batu kapur yang mengandung kapur ( $\text{CaO}$ ) dan lempung yang mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ), oksida alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan oksida besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dalam oven dengan suhu kira – kira  $145^\circ\text{C}$  sampai menjadi klinker.

## 2.5 Styrofoam

Styrofoam atau plastik busa masih termasuk golongan plastik. Umumnya styrofoam (*polystyrene foam*) berwarna putih. Styrofoam merupakan bahan plastik yang memiliki sifat khusus dengan struktur yang tersusun dari butiran dengan kerapatan rendah, mempunyai bobot ringan, dan terdapat ruang antar butiran yang berisi udara yang tidak dapat menghantar panas, sehingga hal ini membuatnya menjadi insulator panas yang baik.

Sifat – sifat styrofoam:

- a) Mempunya berat jenis yang relatif ringan.
- b) Tahan terhadap asam, basa dan zat korosif.
- c) Mempunyai titik leleh pada suhu  $102^{\circ}$  -  $106^{\circ}\text{C}$ .
- d) Mampu menahan panas.
- e) Dapat memperlambat timbulnya panas hidrasi.

## 2.6 Kuat Geser Tanah

### 2.6.1 Definisi Kuat Geser Tanah

Suatu beban yang dikerjakan pada suatu masa tanah akan selalu menghasilkan tegangan dengan intensitas yang berbeda-beda di dalam zona berbentuk bola lampu di bawah beban tersebut (Bowles, 1993).

Kekuatan geser suatu tanah dapat juga didefinisikan sebagai tahanan maksimum dari tanah terhadap tegangan geser di bawah suatu kondisi yang diberikan (Smith, 1992). Kuat geser tanah sebagai perlawanan internal tanah terhadap persatuan luas terhadap keruntuhan atau pengerasan sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud (Das, 1994).

Kekuatan geser tanah (*soil shear strength*) dapat di definisikan sebagai kemampuan maksimum tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (*pressure*) dan kelembapan tertentu (Head, 1982). Kekuatan geser dapat diukur dilapangan maupun dilaboratorium. Pengukuran dilapangan antara lain dapat dilakukan menggunakan vane shear, plate load dan test penetrasi.

Pengukuran dilaboratorium meliputi penggunaan miniatur vane shear, direct shear, triaxial compression dan unconfined compression (sallberg, 1965) dan fall-cone soil shear strength.

### 2.6.2 Teori Kuat Geser Tanah

Menurut teori Mohr (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:

$$\tau = f(\sigma) \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

$\tau$  = Tegangan geser pada saat terjadinya keruntuhan atau kegagalan (failure)

$\sigma$  = Tegangan normal pada saat kondisi tersebut

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan (Hary Cristady, 2002).

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

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan :

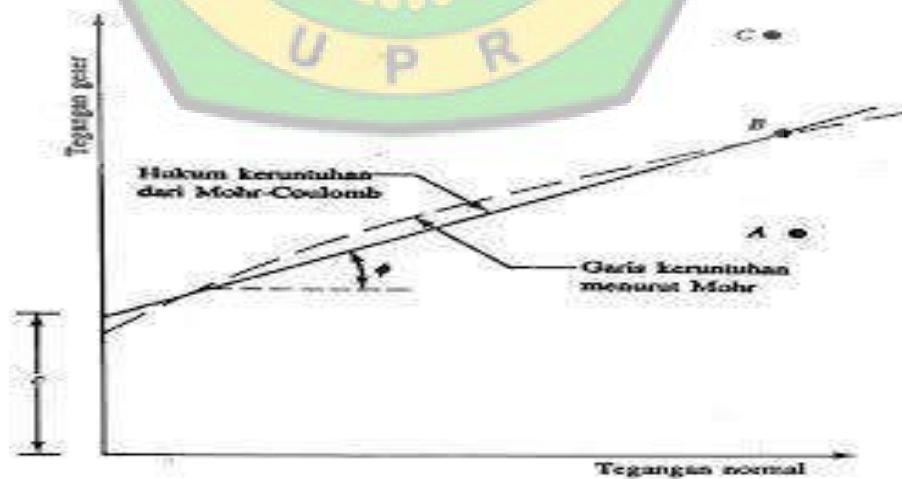
$\tau$  = Kuat geser tanah (  $\text{kN/m}^2$  )

$c$  = Kohesi tanah (  $\text{kN/m}^2$  )

$\phi$  = Sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek internal (  $^\circ$  )

$\sigma$  = Tegangan normal pada bidang runtuh (  $\text{kN/m}^2$  )

Garis keruntuhan (*failure envelope*) menurut Coulomb (1776) berbentuk garis lengkung seperti pada gambar 3 dimana untuk sebagian besar masalah–masalah mekanika tanah, garis tersebut cukup didekati dengan sebuah garis lurus yang menunjukkan hubungan linear antara tegangan normal dan kekuatan geser (Das,1995). Tanah, seperti halnya bahan padat, akan runtuh karena tarikan maupun geseran. Tegangan tarik dapat menyebabkan retakan pada suatu keadaan praktis yang penting. Walaupun demikian, sebagian besar masalah dalam teknik sipil dikarenakan hanya memperhatikan tahanan terhadap keruntuhan oleh geseran.



**Gambar 2.2** Garis keruntuhan menurut Mohr dan Hukum keruntuhan Mohr – Coulomb (Hardiyatmo, 2002).

Jika tegangan–tegangan baru mencapai titik P, keruntuhan tanah akibat geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser akan terjadi jika tegangan– tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis selubung kegagalan (*failure envelope*). Kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik R tidak akan pernah terjadi, karena sebelum tegangan yang terjadi mencapai titik R, bahan sudah mengalami keruntuhan.

Tegangan–tegangan efektif yang terjadi di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori. Terzaghi (1925) mengubah persamaan Coulomb seperti pada persamaan 9 dan persamaan 10 dalam bentuk tegangan efektif sebagai berikut :

$$\tau = c' + (\sigma - u) \operatorname{tg} \emptyset' \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\tau = c + \sigma' \operatorname{tg} \emptyset' \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan :

$c'$  = kohesi tanah efektif ( $\text{kN/m}^2$ )

$\sigma'$  = tegangan normal efektif ( $\text{kN/m}^2$ )

$u$  = tekanan air pori ( $\text{kN/m}^2$ )

$\emptyset'$  = sudut gesek dalam tanah efektif ( $^\circ$ )

### 2.6.3 Pengujian Kuat Geser Tanah

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

- a). Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength (UCS)*).
- b). Uji geser langsung (*direct shear test*).

Di laboratorium yang paling umum dipergunakan adalah pengujian geser langsung dan pengujian kuat tekan bebas.

#### A. Uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Strength (UCS)*)

Kuat tekan bebas merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan sifat-sifat stabilisasi tanah. Disamping pelaksanaannya yang praktis, sampel yang dibutuhkan juga tidak banyak. Dalam pembuatan benda uji sebagai dasar adalah kepadatan maksimum yang diperoleh dari percobaan pemadatan. Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Pengujian kuat tekan bebas termasuk hal khusus dari pengujian *Triaksial Unconsolidated Undrained*. Pengujian *Unconfined Compression* pada tanah lempung jenuh air, biasanya menghasilkan harga  $c_u$  yang sedikit lebih kecil dari harga yang didapat dari pengujian  $u_u$  (untuk test triaksial) tegangan aksial yang diterapkan diatas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan.

Uji kuat tekan bebas ini dilakukan untuk mengetahui *unconfined compression strength* (UCS). Dalam percobaan ini sudut internal friction ( $\phi = 0$ ) dan lateral support ( $\sigma_3 = 0$ ), jadi hanya ada beban vertical ( $\sigma_1 = 0$ ) dengan memberikan deformasi. Beban vertical yang menyebabkan contoh tanah menjadi retak di bagi dengan satuan luas yang di koreksi (A) disebut *compression strength* ( $q_u$ ).

Dari diagram lingkaran mold dapat di hitung besarnya kekuatan geser tanah tersebut, yaitu :

$$S_u = C = \frac{q_u}{2} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\tau = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\Delta L = L_0 - L / L_0 = L_0 - L \Delta \dots\dots\dots (2.9)$$

$$A = \frac{A_0}{(1 - \epsilon)} \dots\dots\dots (3.0)$$

Dimana:

$L_0$  = Panjang contoh tanah mula-mula.

$L$  = Panjang contoh tanah setelah mendapatkan beban vertical P.

$\Delta L$  = Perubahan panjang contoh tanah akibat beban vertical P.

$A_0$  = Luas penampang contoh tanah mula-mula.

$A$  = Luas penampang setelah di koreksi.

Bila yang di coba contoh undisturbed di peroleh *undisturbed strength*. Bila yang di coba contoh remolded di peroleh *remolded strength ratio* dari undisturbed strength dan remolded di finiskan sebagai sensitivity.  $Sensitivity = (Undisturbed\ strength) / (Remolded\ strength)$ .

Dalam percobaan ini dimensi contoh harus memenuhi syarat :

$2D \leq L \leq 3D$ , Dimana :

D = diameter contoh tanah.

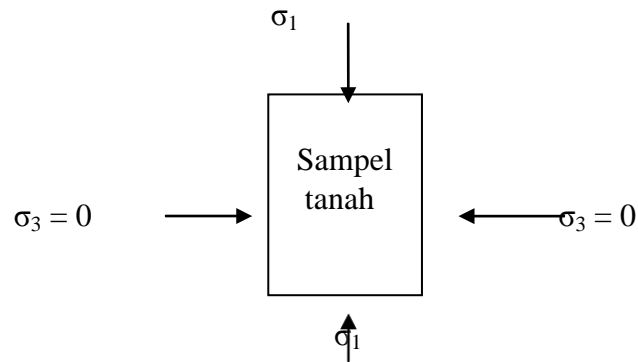
L = Tinggi contoh tanah.

Sebab bila  $L \leq 2D$  , Sudut bidang runtuhnya akan mengalami overlap.

Dan bila  $L \geq 3D$ , berlaku sebagai kolom, akan ada bahaya tekuk.

Jadi yang ideal adalah :  $L : D = 2 : 1$ .

Uji tekan bebas termasuk ini jg bisa di lakukan dengan uji triaksial *unconsolidated undrained, UU* (tak terkonsolidasi-tak terdrainase). Gambar skematik dari prinsip pembebanan dalam percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 2.9. Kondisi pembebanan sama dengan yang terjadi pada uji triaksial, hanya tekanan selnya nol ( $\sigma_3 = 0$ ).



**Gambar 2.3.** Skema uji tekan bebas (Christady, 2006)

Bila maksud pengujian adalah untuk menentukan parameter kuat geser tanah, pengujian ini hanya cocok untuk jenis tanah lempung jenuh, dimana pada pembebanan cepat, air tidak sempat mengalir ke luar dari benda uji. Pada lempung jenuh, tekanan air pori dalam benda uji pada awal pengujian negatif (tegangan kapiler). Tetapi akan dicoba untuk jenis tanah lanau pada penelitian ini.

Tegangan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan.

Pada saat keruntuhannya, karena  $\sigma_3 = 0$ , maka:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = q_u \dots\dots\dots (3.1)$$

Dengan  $q_u$  adalah kuat tekan bebas (*unconfined compression strength*). Secara teoritis, nilai  $\Delta\sigma_f$  pada lempung jenuh seharusnya sama seperti yang diperoleh dari pengujian *triaksial unconsolidated- undrained* dengan benda uji yang sama.

Sehingga diperoleh:

$$S_u = C_u = \frac{q_u}{2} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana  $s_u$  atau  $c_u$  adalah kuat geser *undrained* dari tanahnya. Hasil uji tekan bebas biasanya tidak begitu meyakinkan bila digunakan untuk menentukan nilai parameter kuat geser tanah tak jenuh.

Dalam praktek, untuk mengusahakan agar kuat geser *undrained* yang diperoleh dari hasil uji tekan bebas mendekati sama dengan hasil uji triaksial pada kondisi keruntuhan, beberapa hal yang harus dipenuhi, antara lain (Holtz dan Kovacs, 1981):

- (1) Benda uji harus 100% jenuh, kalau tidak, akan terjadi desakan udara di dalam ruang pori yang menyebabkan angka pori ( $e$ ) berkurang sehingga kekuatan benda uji bertambah.
- (2) Benda uji tidak boleh mengandung retakan atau kerusakan yang lain. Dengan kata lain benda uji harus utuh dan merupakan lempung homogen. Dalam praktek, sangat jarang lempung *overconsolidated* dalam keadaan utuh, dan bahkan sering terjadi pula lempung *normally consolidated* mempunyai retakan-retakan.
- (3) Tanah harus terdiri dari butiran sangat halus. Tekanan kejang efektif (*effective confining pressure*) awal adalah tekanan kapiler residu yang merupakan fungsi dari tekanan

pori residu (-ur). Hal ini berarti bahwa penentuan kuat geser tanah dari uji tekan bebas hanya cocok untuk tanah lempung.

- (4) Proses pengujian harus berlangsung dengan cepat sampai contoh tanah mencapai keruntuhan. Pengujian ini merupakan uji tegangan total dan kondisinya harus tanpa drainase selama pengujian berlangsung. Jika waktu yang dibutuhkan dalam pengujian terlalu lama, penguapan dan pengeringan benda uji akan menambah tegangan kekang dan dapat menghasilkan kuat geser yang lebih tinggi. Waktu yang cocok biasanya sekitar 5 sampai 15 menit.

Perlu diperhatikan bahwa kuat tekan bebas adalah nilai  $(\sigma_1 - \sigma_3)$  saat runtuh (dengan  $\sigma_3 = 0$ ), sedang kuat geser undrained adalah nilai  $\tau_f = \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_3)$  saat runtuh.

### B. Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Cara pengujian geser langsung ini terdapat dua cara yaitu, tegangan geser terkendali (*stress controlled*) dan regangan terkendali (*strain controlled*).

Pada pengujian tegangan terkendali, tegangan geser diberikan dengan menambahkan beban mati secara bertahap dan dengan penambahan yang sama besarnya setiap kali sampai runtuh. Keruntuhan akan terjadi sepanjang bidang bagi kotak besi tersebut. Pada uji regangan terkendali, suatu kecepatan

gerak mendatar tertentu dilakukan pada bagian belahan atas dari pergerakan geser horisontal tersebut dapat diukur dengan bantuan sebuah arloji ukur horizontal.

## 2.7 Kuat Tekan Tanah

Korelasi kuat tekan bebas terhadap kuat geser langsung ini dapat diketahui dengan cara mengukur kuat tekan bebas tanah, sehingga dapat mengetahui kekuatan geser tanah (C). Uji kuat tekan bebas merupakan cara untuk memperoleh kuat geser tanah kohesif yang cepat dan ekonomis. Keterbatasan pada pengujian ini adalah tidak bisa dilakukan pada tanah yang dominan pasir.

### 1. Kuat tekan bebas ( $q_u$ ):

Nilai kuat tekan bebas (*unconfined compressive strength*),  $q_u$ . Di dapat dari pembacaan ring dial maksimum.

$$q_u = \frac{k \times R}{A} \dots\dots\dots (3.3)$$

### 2. Kuat geser undrained (C):

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

$$C = \frac{q_u}{2} \dots\dots\dots (3.4)$$

**Tabel 2.2.** konsistensi dan korelasi *Unconfined Compression Strenght* terhadap *Shear Strenght* pada tanah kohesif (lempung)

Konsistensi	Shear Strenght (Kg/Cm <sup>2</sup> )	UCS (Kg/Cm <sup>2</sup> )
Very soft	< 0,12	< 0,25
Soft	0,12 – 0,25	0,25 – 0,50
Medium	0,25 – 0,50	0,50 – 1,00
Stiff/firm	0,50 – 1,00	1,00 – 2,00
Very stiff	1,00 – 2,00	2,00 – 4,00
Hard	> 2,00	> 4,00

Sumber : Lambe dan Whitman, 1979

Dari tabel 2.8 dapat dilihat hubungan kuat tekan bebas terhadap kuat geser langsung, yaitu semakin besar nilai kuat tekan bebas, semakin besar pula nilai kuat geser pada tanah tersebut. Nilai kuat geser langsung yaitu setengah dari nilai kuat tekan bebas.

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.3. 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%.
Hendri Agung (2014)	Studi Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Terhadap Nilai Stabilitas Tanah Lempung Pada Pengujian Kuat Geser.	Komposisi campuran dengan masing-masing 5 variasi kadar aspal yang berbeda-beda dengan tambahan <i>Filler</i> yang berbeda.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengujian kuat geser dilakukan sebanyak tiga kali pada tanah lempung asli dan diperoleh :               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pengujian pertama diperoleh nilai kuat geser (<math>\tau</math>) sebesar 83,13 kN/m<sup>2</sup> , kohesi (C) sebesar 35,19 kN/m<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam (<math>\phi</math>) sebesar 42,15<sup>0</sup>.</li> <li>b. Pengujian kedua diperoleh nilai kuat geser (<math>\tau</math>) sebesar 69,32 kN/m<sup>2</sup> · kohesi (C) sebesar 36,13 kN/m<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam (<math>\phi</math>) sebesar 33,83<sup>0</sup>.</li> </ol> </li> </ol> <p>Pengujian yang ketiga diperoleh nilai kuat geser (<math>\tau</math>) sebesar 71,52 kN/m<sup>2</sup> · kohesi (C) sebesar 36,02 kN/m<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam (<math>\phi</math>) sebesar 36,47<sup>0</sup></p>

John Tri Hatmoko (2003)	Ucs Tanah Lempung Ekspansif yang Distabilisasi dengan Abu Terbang dan Kapur		Berdasarkan penelitian John Tri Hatmoko (2003) menunjukkan bahwa dari hasil pengujian terlihat bahwa kuat tekan bebas tanah yang dicampur dengan abu terbang dan kapur selalu naik dengan naiknya kadar kapur didalam tanah serta lamanya pemeraman. Pada kapur 6% dan 8% tidak terlihat adanya perbedaan yang signifikan sehubungan dengan kuat tekan bebas tanah. Pada kadar kapur 6% kenaikan kuat tekan bebas rata-ratanya sebesar 131,5% sedangkan pada kadar kapur 8% kenaikan kuat tekannya sebesar 137,5%.
-------------------------	---	--	--



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Pelaksanaan Penelitian

Metode yang digunakan yaitu pendekatan pustaka dan metode survey.

#### 1. Kajian Pustaka

Pendekatan yang dianggap sesuai terhadap korelasi dari hasil uji kuat tekan bebas dan kuat geser tanah dengan hasil uji Laboratorium .

#### 2. Metode Survey

Survey yang dilakukan adalah survey lapangan. Data yang diperoleh berupa data primer dan sekunder.

##### A. Data Primer

Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data pada pengumpul data. Pada penelitian ini data primer berupa penyelidikan *Hand Boring* untuk pengambilan sampel yang nantinya akan di uji dilaboratorium, sifat fisik tanah yang mencakup penyelidikan Kadar Air; Berat Volume; Berat Jenis; Batas-batas Atterberg; Analisa Saringan; sedangkan sifat mekanik mencakup penyelidikan Kuat Tekan dan Kuat Geser Tanah.

##### B. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data yang tidak langsung memberikan data pada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau dokumen. Data sekunder pada penelitian ini yang berupa hasil penyelidikan sondir dari pihak instansi yang terkait.

### 3.2 Tahapan dan Proses Penelitian Lapangan dengan *Hand Boring*

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

Pengolahan Data di Laboratoriumakan menguji sifat-sifat fisik dan mekanis tanah. Berikut ini adalah beberapa tahap pengujian yang akan dilakukan.

#### 3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

##### 1. Pemeriksaan Kadar Air Tanah (*Water Content*)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air asli tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen.

##### 2. Percobaan Berat Volume (*Volumetric Weight*)

Untuk mengetahui berat volume tanah ( $\gamma$ ) keadaan tidak terganggu (*undisturbed*) dengan menggunakan alat ring silinder.

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

Berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air suling pada volume yang sama dari suhu tertentu.

Pengujian berat jenis ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah (Gs) yang mempunyai butiran lewat saringan No.40 dengan menggunakan piknometer.

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

##### a. Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)

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

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

Batas plastis tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara plastis dan keadaan semi solid. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis dengan cara tanah yang lolos saringan No.40 dan diberi air suling lalu gulung-gulung/dibentuk bulat panjang hingga mencapai diameter 3 mm.

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

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

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

Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran

pada satu unit saringan dengan ukuran diameter tertentu. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu contoh tanah berbutir kasar dan untuk mengklasifikasi tanah. Pemeriksaan ini menggunakan alat *seiveshaker* atau alat penguncang saringan.

### 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*)

Suatu percobaan untuk 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 ( $\phi$ ).

#### 2. Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Strength (UCS)*)

Kuat tekan bebas merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan sifat-sifat stabilisasi tanah. Disamping pelaksanaannya yang praktis, sampel yang dibutuhkan juga tidak banyak. Dalam pembuatan benda uji sebagai dasar adalah

kepadatan maksimum yang diperoleh dari percobaan pemadatan. Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Pengujian kuat tekan bebas termasuk hal khusus dari pengujian *Triaksial Unconsolidated Undrained*. Pengujian *Unconfined Compression* pada tanah lempung jenuh air, biasanya menghasilkan harga  $c_u$  yang sedikit lebih kecil dari harga yang didapat dari pengujian uu (untuk test triaksial) tegangan aksial yang diterapkan diatas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan.

### 3.4 Perencanaan Campuran

Campuran yang dilakukan pada penelitian ini dengan metode coba – coba yaitu dengan cara tanah lempung dicampur dengan komposisi campuran 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% untuk tanah lempung, pasir, semen, dan styrofoam, 2,5%, 5%, 7,5% untuk penambahan pasir, 2,5%, 5%, 7,5% untuk penambahan semen, dan 2,5%, 5%, 7,5% untuk penambahan styrofoam. Dan benda uji ini akan diperam dengan lama waktu pemeraman 3 hari, dan 7 hari.

Tabel 3.1 Proporsi campuran benda uji

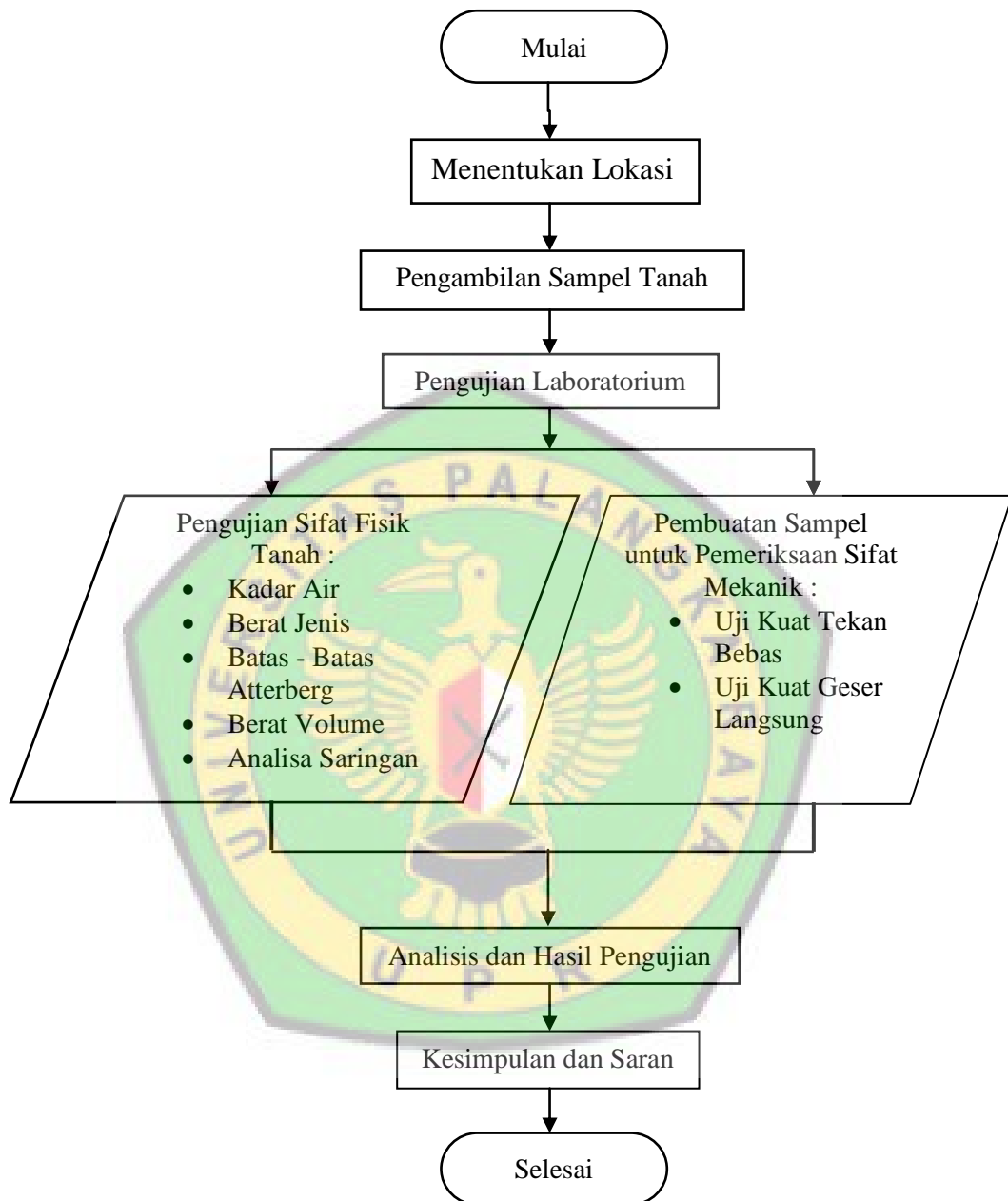
Deskripsi	Jumlah Benda Uji
Tanah Lempung Asli	1
Tanah Lempung+pasir	3
Tanah Lempung+semen	3
Tanah Lempung+styrofoam	3

### 3.5 Analisis Data

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium kemudian dilakukan analisa untuk masing-masing pengujian sehingga didapatkan sifat fisik tanah lempung. Dan pengujian mekanik tanah untuk tiap sample tanah dengan campuran pasir, semen dan styrofoam.



### 3.6 Bagan Alir



**Gambar 3.2.** Bagan Alir Penelitian

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis dan karakteristik tanah menurut AASHTO, dari hasil pemeriksaan batas cair untuk tanah lempung didapat nilai  $LL = 62,69\% > 40\%$ , dan nilai  $PI = 25,54\%$ .  $PI < LL - 30$ , maka didapat jenis tanah dengan tipe A-7-5 (tanah berlempung)
2. Jenis dan karakteristik tanah menurut *UNIFIED* dari hasil pemeriksaan analisa saringan untuk tanah lempung, presentase material lolos saringan No. 200 adalah  $> 51,34\%$  dan pemeriksaan batas-batas *Atterberg* didapat nilai  $LL = 62,69\% > 50\%$ . Maka tanah tersebut termasuk dalam kelompok OH yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi.
3. Dari hasil pengujian kuat tekan campuran pasir 0% = 0,384 kg/cm<sup>2</sup>, 2,5% = 0,355 kg/cm<sup>2</sup>, 5% = 0,350 kg/cm<sup>2</sup>, 7,5% = 0,342 kg/cm<sup>2</sup> terjadi penurunan sebesar 4,2% dari tanah asli. Pada campuran semen 0% = 0,384 kg/cm<sup>2</sup>, 2,5% = 0,391 kg/cm<sup>2</sup>, 5% = 0,404 kg/cm<sup>2</sup>, 7,5% = 0,415 kg/cm<sup>2</sup> terjadi kenaikan sebesar 3,1% dari tanah asli. Kemudian pada campuran styrofoam 0% = 0,384 kg/cm<sup>2</sup>, 2,5% = 0,416 kg/cm<sup>2</sup>, 5% = 0,428 kg/cm<sup>2</sup>, 7,5% = 0,456 kg/cm<sup>2</sup> terjadi kenaikan sebesar 7,2% dari tanah asli. Dari hasil tersebut dapat membuktikan bahwa pasir tidak dapat meningkatkan kekuatan tanah, sedangkan semen dan styrofoam dapat meningkatkan kekuatan tanah, khususnya pada kuat tekan.
4. Dari hasil pengujian kuat geser campuran pasir 0% = 0,223 kg/cm<sup>2</sup>, 2,5% = 0,216 kg/cm<sup>2</sup>, 5% = 0,215 kg/cm<sup>2</sup>, 7,5% = 0,212 kg/cm<sup>2</sup> mengalami penurunan dan terjadi penurunannya sekitar 1,1% dari tanah asli ke

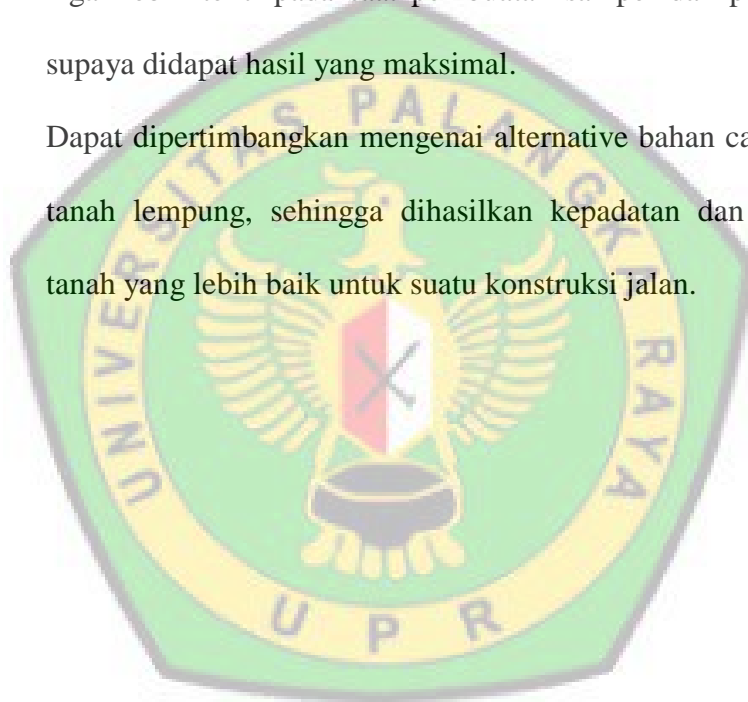
variasi 7,5%. Pada campuran semen 0% = 0,223 kg/cm<sup>2</sup>, 2,5% = 0,262 kg/cm<sup>2</sup>, 5% = 0,279 kg/cm<sup>2</sup>, 7,5% = 0,299 kg/cm<sup>2</sup> terjadi kenaikan sekitar 7,6% dari tanah asli ke variasi 7,5%. Kemudian pada campuran styrofoam 0% = 0,223 kg/cm<sup>2</sup>, 2,5% = 0,297 kg/cm<sup>2</sup>, 5% = 0,324 kg/cm<sup>2</sup>, 7,5% = 0,329 kg/cm<sup>2</sup> terjadi kenaikan sekitar 10,1% dari tanah asli ke variasi 7,5%. Dari hasil tersebut dapat membuktikan bahwa semen dan styrofoam dapat meningkatkan kekuatan tanah, sedangkan pasir tergolong lemah.

5. Dari persamaan regresi linear nilai korelasi kuat tekan dengan kuat geser didapat  $Y = 3,9154x + 0,4899$  dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) = 0,9918 dan nilai determinasi ( $R^2$ ) = 0,9837, hasil dari korelasi antar kuat tekan dan kuat geser dengan sifat-sifat fisik dan mekanis dengan campuran tanah lempung dan pasir menunjukkan korelasi yang sangat kuat karena hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi yang mencapai nilai  $\geq 0,75$ .  $Y = 0,4065x + 0,2905$  dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) = 0,9070 dan nilai determinasi ( $R^2$ ) = 0,8227, hasil dari korelasi antar kuat tekan dan kuat geser dengan sifat-sifat fisik dan mekanis dengan campuran tanah lempung dan semen menunjukkan korelasi yang sangat kuat.  $Y = 0,5642x + 0,2555$  dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) = 0,8558 dan nilai determinasi ( $R^2$ ) = 0,7324 hasil dari korelasi antar kuat tekan dan kuat geser dengan sifat-sifat fisik dan mekanis dengan campuran tanah lempung dan semen menunjukkan korelasi yang sangat kuat.

## 5.2 Saran

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

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan persentase campuran yang lebih rinci agar didapat perbandingan yang lebih baik..
2. Agar lebih teliti pada saat pembuatan sampel dan pembacaan dial supaya didapat hasil yang maksimal.
3. Dapat dipertimbangkan mengenai alternative bahan campuran untuk tanah lempung, sehingga dihasilkan kepadatan dan daya dukung tanah yang lebih baik untuk suatu konstruksi jalan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Hendri. 2014. *Studi Pengaruh Pertambahan Serat Serabut Kelapa Terhadap Nilai Stabilitas Tanah Lempung Pada Pengujian Kuat Geser*. Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Anita. 2010. *Stabilisasi Tanah Lempung Batola Menggunakan Campuran Limbah Karbit dan Abu Batubara*. Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Canonica, Lucio. 2013. *Memahami Mekanika Tanah*. Bandung: C.V Angkasa.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H C. 2002. *Mekanika Tanah I (edisi III)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Prasenda, Christian, Setyanto, dan Iswan. 2015. *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan dan Daya Dukung Tanah Lempung Lunak*. JRSDD, Vol 3(1): 91-102.
- Purba, Sahrul. 2020. *Korelasi Nilai N-SPT Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Tanah*. Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Surendro, Bambang. 2014. *Mekanika Tanah*. Magelang: C.V Andy Offset.
- Wahyuni, Ida. 2004. *Penggunaan Batu Kapur Sebagai Bahan Alternatif Stabilitas Tanah Dasar*. Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Wesley, L. D. 1973. *Mekanika Tanah*. Jakarta : Badan Penerbit Pustaka Umum.
- Yani, M. Ikhwan. 2012. *Buku Penuntun Praktikum Mekanika Tanah I*. Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.