

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Sampel Tanah

- 1 Tanah yang akan diuji adalah jenis tanah organik yang diambil dari Desa Gedong Pasir Kelurahan Benteng Sari Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dengan titik koordinat lintang ( $-5^{\circ} 71' 84,26''$ ) dan bujur ( $105^{\circ} 39' 10,73''$ ) dengan membuat sampel A, sampel B, dan Sampel C pada penelitian di laboratotium.



**Gambar 3.1** Lokasi Pengambilan Sampel

1. Pencampuran sampel tanah asli dengan material bergradasi kasar atau pasir dengan pembagian sampel yaitu Sampel A, Sampel B, dan Sampel C masing-masing terdiri dari 3 sampel.

a. Sampel A

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

b. Sampel B

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

c. Sampel C

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

## **B. Metode Pengambilan Sampel**

Metode pengambilan sampel dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Untuk contoh tanah asli (*Undisturb*) diambil dari kedalaman kira – kira 50 cm di bawah permukaan tanah guna menghilangkan sisa – sisa kotoran tanah.
2. Untuk contoh tanah terganggu (*disturb*) , sampel tanah diambil secara bongkahan permukaan tanah.

## C. Pelaksanaan Pengujian di Laboratorium

### 1. Pengujian Sifat Kimia Tanah

#### a. Kadar Abu

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

- *Low ash-peat*, bila kadar abu 5%
- *Medium ash-peat*, bila kadar abu 5-15%
- *High ash-peat*, bila kadar abu lebih besar 15%

Prosedur pengujian:

- Cawan porselin dikeringkan pada temperatur 600°C selama 30 menit.
- Dinginkan dalam eksikator kemudian ditimbang.
- Kira-kira 2 gram sampel tanah organik dimasukkan ke dalam cawan porselin.
- Cawan dan isinya dipanaskan dengan nyala bunsen sampai tidak berasap lagi.
- Kemudian dimasukkan ke dalam tanur listrik dengan temperatur 600°C selama 30 menit.
- Setelah didinginkan dalam eksikator, cawan dan isinya ditimbang.

## b. Kadar Organik

Kadar organik merupakan hal yang paling penting dalam geoteknik, dalam hal ini hambatan air mayoritas dari tanah gambut yang tergantung pada kadar organiknya. Menurut ASTM D2607-69 (1989), mengklasifikasi tanah gambut berdasarkan kandungan bahan organik dan kadar serat, yaitu:

- *Sphagnum moss peat (peat moss)*, bila kandungan serat lebih besar atau sama dengan 2/3 berat kering
- *Hypnum mos -peat*, bila kandungan serat lebih besar atau sama dengan 1/3 berat kering
- *Reed-sedge peat*, bila kandungan serat lebih besar atau sama. dengan 1/3 dari reed-sedge dan serat-serat lain kering
- *Peat humus*, bila kandungan serat lebih kecil 1/3 ~berat kering
- *Peat lainnya*, selain dari klasifikasi tanah gambut di atas

Prosedur pengujian:

- Timbang 0,1 gr sampel tanah organik (di ayak 2 mm).
- Masukkan sampel tanah ke dalam erlenmeyer + 10 ml  $K_2Cr_2O_7$  1N , Sambil dikocok tambahkan larutan  $K_2Cr_2O_7$  (kromat) melalui biuret 50 ml.
- Tambahkan  $H_2SO_4$  pekat 4 ml dan putar pada alas selama 1 menit lalu diamkan selama 20-30 menit.
- Tambahkan 40 ml air suling dan 2 ml 85%  $H_3PO_4$ , 0,2 gr NaF dan 6 tetes indikator difanilamin.
- Titrasi segera dengan 0,5 N  $FeSO_4$  1N.

- Lakukan cara 1-5 pada waktu yang bersamaan untuk belangko ( Tanpa Tanah).

### c. Kadar Serat

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

- *Fibric-peat*, bila kadar serat lebih besar dari 67%
- *Hemic-peat*, bila kadar serat 33-67%
- *Sapric-peat*, bila kadar abu. lebih kecil 33%

Prosedur pengujian:

- Ditimbang sample sebanyak 5 gram secara teliti dengan neraca analitik digital.
- Menimbang kertas saring sebelum digunakan.
- Pindahkan sample ke dalam gelas kimia 250 mL.
- Untuk pembebasan atau memisahkan serat dengan komponen lain, tambahkan NaOH sebanyak secukupnya, lalu aduk dan kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring.
- Menuangkan larutan tersebut dengan kertas saring ke dalam Erlenmeyer 250 mL.
- Melakukan proses menuang dua kali dengan %NaOH tersebut, dimana untuk ketiga kalinya endapan disertakan dalam penyaringan
- Lalu, angkat kertas saring yang telah berisi padatan dan keringkan dengan oven.

- Setelah itu mendinginkannya didalam desikator dan menimbangya.
- Melakukan perhitungan.

## **2. Pengujian Sifat Fisik Tanah**

### **1. Pengujian Kadar Air**

Tujuan dari pengujian kadar air adalah untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah. Kadar air tanah adalah perbandingan berat air dalam tanah dengan berat butiran tanah (berat tanah kering).

#### **a. Bahan – bahan**

Sampel tanah asli (*undisturb*) dengan lolos saringan No. 4 (4.699mm).

#### **b. Alat – alat yang digunakan**

- 1) Cawan kadar air (*container*)
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0.01 gram
- 3) Oven
- 4) Desikator

#### **c. Rangkaian Kerja**

- 1) Menimbang berat cawan yang akan digunakan, mencatat berat dan nomor cawan.
- 2) Memasukkan sampel kedalam cawan kemudian ditimbang.
- 3) Memasukkan sampel tanah ke dalam oven dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 12-16 jam atau sampai berat sampel tanah konstan.
- 4) Menutup cawan dan didinginkan dalam desikator
- 5) Menimbang cawan berisi sampel tanah yang sudah dioven.
- 6) Pemeriksaan dilakukan tiga kali untuk setiap benda uji sehingga didapat harga rata – rata.

- 7) Menghitung prosentase kadar air

## 2. Pengujian Berat Volume

Tujuan dari pengujian berat volume adalah untuk menentukan berat volume tanah dalam keadaan asli (undisturbed sample) yang didefinisikan sebagai perbandingan berat tanah dengan volume tanah.

### a. Bahan – bahan

Sampel tanah organik yang diambil.

### b. Alat – alat yang digunakan

- 1) Ring contoh
- 2) Pisau
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 4) Alat pendorong sampel
- 5) Oli
- 6) Palu Karet

### c. Rangkaian Kerja

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan.
- 2) Membersihkan dan menimbang, ring contoh diberi oli agar tanah tidak melekat pada ring.
- 3) Mencatat tinggi dan diameter ring.
- 4) Mengambil sampel tanah dari tabung contoh dengan cara menekan ring sampel tanah sehingga ring masuk ke dalam sample tanah.
- 5) Meratakan permukaan tanah dengan pisau.
- 6) Menimbang ring dan tanah.

### 3. Pengujian Berat Jenis

Tujuan pengujian berat jenis adalah untuk menentukan kepadatan massa tanah secara rata-rata yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu.

a. Bahan – bahan

- 1) Sampel tanah asli (*undisturb*)
- 2) Air suling

b. Alat – alat yang digunakan

- 1) Picnometer (labu ukur) 100ml sebanyak 2 buah
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0.01 gram
- 3) Tungku pemanas dengan bahan baker spirtus
- 4) Korek api
- 5) Oven
- 6) Desikator

c. Rangkaian kerja

Menyiapkan picnometer dan air suling 500 ml kemudian dengan thermometer mencatat suhu yang ada untuk pengkalibrasian picnometer.

- 1) Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  sampai dapat digemburkan.
- 2) Mendinginkan sampel dengan menggunakan alat desikator.
- 3) Menimbang picnometer dalam keadaan bersih kering beserta tutupnya.
- 4) Menimbang picnometer beserta tanah kering.

- 5) Picnometer yang berisi tanah diberi air kira – kira  $\frac{1}{3}$  volume picnometer kemudian di didihkan di atas tungku pemanas (boller) selama kurang lebih 15 menit. Hal ini dimaksudkan untuk menghilangkan udara di dalam butir – tanah.
- 6) Mendinginkan picnometer sehingga suhu sesuai dengan temperatur ruangan.
- 7) Menambahkan air suling ke dalam secukupnya sampai penuh.
- 8) Menimbang picnometer yang berisi tanah dan air kemudian mencatat suhu picnometer.
- 9) Mengosongkan picnometer dari tanah dan air yang berada di dalamnya.
- 10) Mengisi picnometer dengan air sehingga mencapai mencapai batas garis picnometer.
- 11) Mengeringkan permukaan luar picnometer dengan lapisan kering dan menutup serta menimbangnya.

#### **4. Pengujian Batas Atterberg**

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

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair.

- 1) Bahan – bahan
  - a) Sampel tanah sebanyak kurang lebih 300 gram
  - b) Air bersih sebanyak  $\pm 300$  cc
- 2) Alat – alat yang digunakan
  - a) Alat batas cair (mangkok cassagrande)
  - b) Alat pembuat alur

- c) Spatula
  - d) Gelas ukur
  - e) Plat kaca
  - f) Timbangan dengan ketelitian 0.01 gram
  - g) Oven
  - h) Ayakan No. 40 (0.420 mm)
- 3) Rangkaian Kerja
- a) Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan saringan No. 40.
  - b) Mengatur tinggi jatuh mangkuk sebesar 10 mm.
  - c) Mengambil sampel tanah yang lolos saringan No. 40 sebanyak 150 gram, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan diaduk hingga merata, kemudian di masukkan ke dalam mangkuk cassagrande.
  - d) Meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
  - e) Membuat alur tepat ditengah – tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk cassagrande tersebut dengan menggunakan grooving tool.
  - f) Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu merapat, sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan.
  - g) Jumlah ketukan harus berada diantara 10 sampai 40 kali.
  - h) Mengambil sebagian benda uji di bagian tengah mangkok untuk pemeriksaan kadar air.
  - i) Melakukan langkah kerja yang sama untuk benda uji dengan keadaan adonan yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda – beda, yaitu 2 buah sampel di bawah 25 ketukan dan 2 buah sampel di atas 25 ketukan.

**b. Pengujian batas Plastis (*Plastic Limit*)**

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Pelaksanaan percobaan ini mengacu pada ATSM D-4318.

- 1) Bahan – bahan
  - a) Sampel tanah 100 gram
  - b) Air bersih 50 cc
- 2) Alat – alat yang digunakan
  - a) Plat kaca
  - b) Spatula
  - c) Gelas ukur 100 cc
  - d) Container 3 buah
  - e) Timbangan dengan ketelitian 0.01 gram
  - f) Oven
  - g) Ayakan No. 40 (0.420 mm)
- 3) Rangkaian Kerja
  - a) Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan No. 40.
  - b) Mengambil sampel tanah kira – kira sebesar ibu jari dan dibulatkan, kemudian digulung di atas pelat kaca sehingga mencapai diameter 3 mm sampai retak – retak.
  - c) Memasukkan benda uji ke dalam container, kemudian ditimbang.
  - d) Menentukan kadar air benda uji.

## 5. Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan hydrometer bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butiran dari tanah yang lolos saringan No. 10.

### a. Bahan – bahan

Sampel tanah asli (*undisturb sample*) yang di ambil melalui tabung contoh.

### b. Alat – alat yang digunakan

- 1) Satu set saringan (sieve)
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0.01 gram
- 3) Mesin penggetar (sieve shaker)
- 4) Oven

### c. Rangkaian Kerja

- 1) Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram.
- 2) Cuci tanah di atas saringan No.200 sampai bersih, sehingga yang tertinggal di atas saringan hanya merupakan partikel atau butiran tanah kasar.
- 3) Memasukkan ke dalam oven sisa tanah yang tertahan di atas saringan No.200 selama 24 jam dengan suhu 104-110 °C.
- 4) Setelah 24 jam, mengeluarkan sampel dan mendinginkannya.
- 5) Membersihkan masing-masing saringan beserta pan alas yang akan digunakan. Menimbang masing-masing saringan lalu menyusunnya sesuai dengan standar yang ada.
- 6) Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar.
- 7) Memasukkan sampel tanah ke dalam susunan yang paling atas lalu menutupnya dengan rapat.

- 8) Mengencangkan penjepit susunan saringan pada alat mesin penggetar.
- 9) Menghidupkan mesin penggetar kurang lebih selama 15 menit.
- 10) Setelah 15 menit, mematikan mesin penggetar dan mendinginkan susunan saringan selama 5 menit agar debu-debu mengendap.
- 11) Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan.
- 12) Membersihkan masing-masing saringan dengan kuas halus secara perlahan-lahan hingga seluruh butiran tanah bersih dari saringan.

## **6. Pengujian Hidrometer**

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah untuk tanah yang tidak mengandung butir tertahan saringan No. 10 (tidak ada butiran yang lebih besar dari 2 mm). Pemeriksaan dilakukan dengan analisa sedimen dengan hidrometer.

### **a. Bahan – bahan**

- 1) Tanah yang lolos saringan no.40 sebesar 50 gram
- 2) Air bersih
- 3) Bahan disperse (Sodium silikat =  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )
- 4) Air destilasi

### **b. Alat – alat yang digunakan**

- 1) ASTM soil hidrometer 151 H (Skala Hidrometer)
- 2) Satu set saringan
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 4) Gelas Silinder dengan kapasitas 1000 cc

- 5) Cawan porselin (mortar)
- 6) Alat pengaduk suspense
- 7) Thermometer 0°C-50°C dengan ketelitian 0,5°C
- 8) Stopwatch
- 9) Sieve Shaker
- 10) Mixer

c. Rangkaian Kerja

- 1) Mempersiapkan sampel tanah yang akan diperiksa. Menimbang dan mencatat massanya (gram), sekurang-kurangnya sekitar 50 – 60 gram.
- 2) Menaruh contoh tanah dalam tabung gelas (beaker kapasitas 250 cc). Menuangkan sebanyak  $\pm 125$  cc larutan air + reagent yang telah disiapkan. Mencampur dan mengaduk sampai seluruh tanah tercampur dengan air. Melakukan pemeraman tanah yang telah tercampur selama sekurang-kurangnya 24 jam.
- 3) Menuangkan campuran tersebut dalam alat pencampur ( mixer ). Jangan ada butir tanah yang tertinggal atau hilang dengan membilas air (air destilasi) dan menuangkan air bilasan ke alat. Bila perlu tambahkan air, sehingga volumenya sekitar lebih dari separuh penuh. Memutar alat pengaduk selama lebih dari 15 menit.
- 4) Segera memindahkan suspensi ke gelas silinder pengendap. Jangan ada tanah yang tertinggal dengan membilas dan menuangkan air bilasan ke silinder. Menambahkan air destilasi sehingga volumenya mencapai 1000 cm<sup>3</sup>.
- 5) Menutup gelas isi suspensi dengan tutup karet (atau dengan telapak tangan ). Mengocok suspensi dengan membolak-balik vertikal ke atas dan ke bawah

selama 1 menit, sehingga butir-butir tanah melayang merata dalam air. Menggerakkan membolak-balik gelas harus sekitar 60 kali. Langsung meletakkan silinder berdiri di atas meja bersamaan dengan berdirinya silinder, menjalankan stopwatch dan merupakan waktu permulaan pengendapan  $T=0$  dan Mengapungkan hidrometer dalam silinder ini selama percobaan dilaksanakan.

- 6) Melakukan pembacaan hidrometer pada  $T= 2 ; 5 ; 30 ; 60 ; 120 ; 240 ; 480$  dan 1440 menit (setelah  $T=0$ ).
- 7) Setiap setelah pembacaan hidrometer , mengamati dan mencatat temperatur suspensi dengan mencelupkan thermometer.

#### **7. Melakukan Pencampuran Tanah Asli dengan Material Bergradasi Kasar (Pasir)**

Melakukan pencampuran sampel tanah asli dengan material bergradasi kasar atau pasir dengan pembagian sampel yaitu Sampel A, Sampel B, dan Sampel C masing-masing terdiri dari 3 sampel.

##### **a. Sampel A**

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

##### **b. Sampel B**

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

c. Sampel C

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

**8. Pengujian Pemadatan Tanah Standar (*Standard Compaction Test*)**

Pengujian ini bertujuan untuk Menentukan kepadatan tanah dengan cara tumbukan, yaitu mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah.

a. Bahan – bahan

- 1) Sampel tanah tidak asli seberat kurang lebih 15 kg
- 2) Air bersih 5000cc

b. Alat – alat yang digunakan

- 1) Mold standar yang berdiameter 4'' yang terdiri dari :
  - a) Pelat dasar
  - b) Mold
  - c) Collar (leher penahan tanah)
- 2) Palu karet
- 3) Hammer seberat 4,54 kg untuk modified proctor
- 4) Pan segi empat / talam
- 5) Sendok Pengaduk Tanah
- 6) Gelas Ukur 1000 cc
- 7) Pisau Pemetong
- 8) Saringan No.4, diameter 4,75 mm
- 9) Timbangan

10) Kontainer

11) Kantong Plastik

12) Oven dengan pengatur suhu dan waktu

13) Kain Lap / Sikat Baja

c. Rangkaian Kerja

1) Penambahan air sebagai berikut :

- a) Mempersiapkan alat dan bahan.
- b) Mengambil sampel tanah seberat kira-kira 12,5 kg dan masukkan ke dalam kontainer (wadah).
- c) Mengambil sebagian sampel untuk mengetahui kadar air mula-mula menggunakan 2 kontainer hingga butiran tanah dapat mewakili dari keseluruhan sampel tanah.
- d) Menentukan kadar optimum.

2) Pemadatan tanah sebagai berikut :

- a) Menimbang mold standar berdiameter 4" beserta luasnya dengan ketelitian 1 gr.
- b) Memasang collar pada mold, mengencangkan mur penjepit dan meletakkan pada tempat yang kokoh.
- c) Mengambil salah satu sampel tanah dari dalam plastik (dimulai dari sampel tanah dengan kadar air terendah), meletakkan di atas talam dan dibagi menurut metode pemadatan. Dengan menggunakan Proctor Standard, tanah dibagi 3 bagian. Bagian pertama dimasukkan ke dalam mold lalu ditumbuk 25 kali secara merata. Menambahkan bagian kedua ke dalam mold lalu ditumbuk sebanyak 25 kali. Untuk

bagian terakhir, tanah dimasukkan setinggi collar lalu ditumbuk sebanyak 25 kali.

- d) Melepaskan collar dan meratakan permukaan tanah pada mold dengan pisau.
- e) Menimbang mold berikut alas dan tanah yang berada didalamnya dengan ketelitian 1 gr.
- f) Mengeluarkan tanah dari mold dengan dongkrak lalu mengambil bagian atas, tengah, bawah tanah dengan menggunakan 2 container untuk pemeriksaan kadar air.

## **9. Pengujian Konsolidasi**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat pemampatan (perubahan volume) suatu jenis tanah pada saat menerima beban tertentu.

### **a. Bahan-bahan:**

- 1) Sampel tanah organik
- 2) Air untuk media penyekapan secukupnya.

### **b. Alat-alat yang digunakan:**

- 1) Frame alat Konsolidasi.
- 2) Sel Konsolidasi.
- 3) Cincin (cetakan) benda uji.
- 4) Extruder.
- 5) Batu Pori.
- 6) Piringan.
- 7) Stopwatch.

- 8) Dial deformasi.
- 9) Timbangan dengan Ketelitian 0,01 gram.
- 10) Pisau pemotong.
- 11) Oven dengan pengatur suhu.

c. Rangkain kerja:

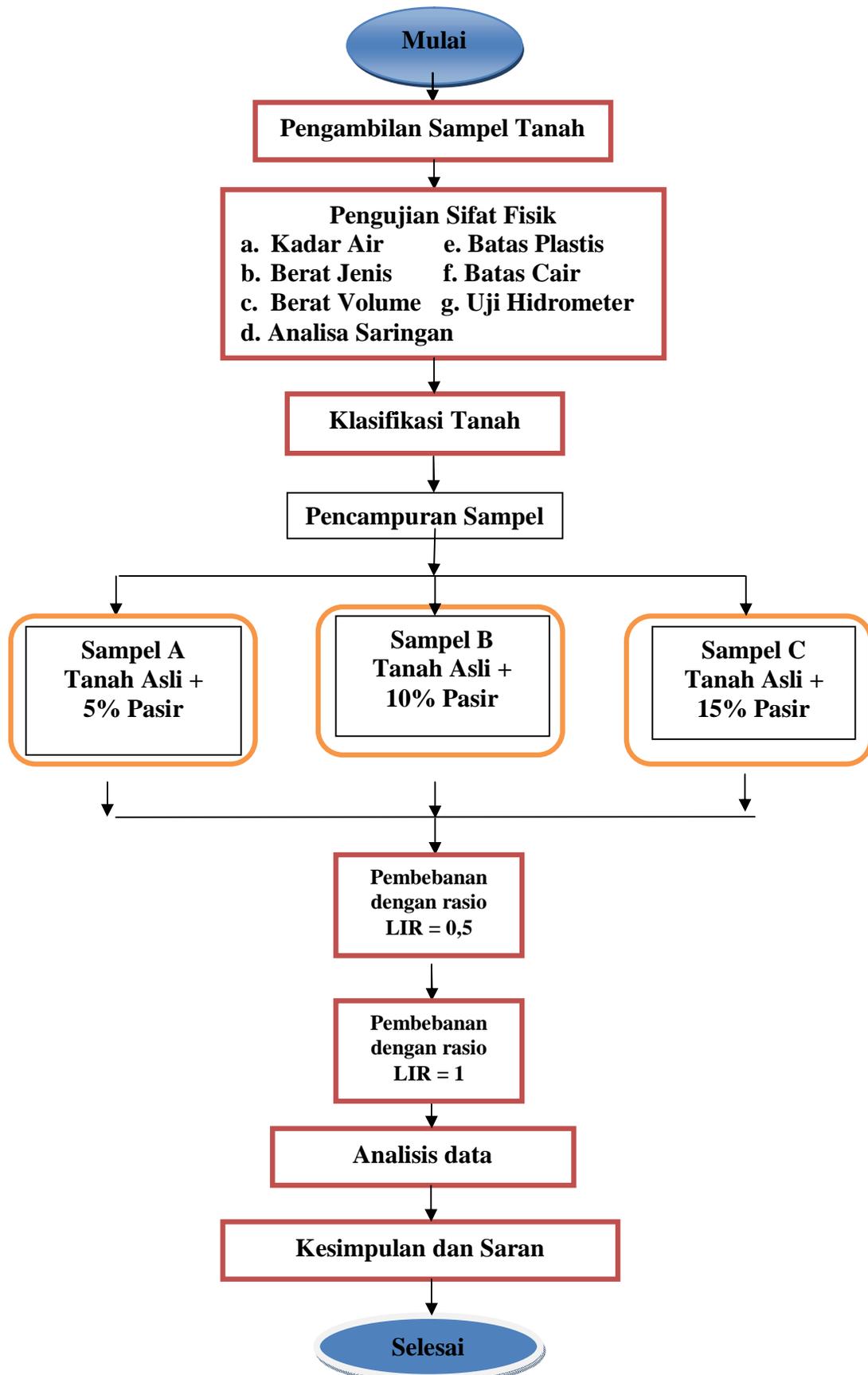
- 1) Mengeluarkan sampel tanah dari tabung contoh, lalu memasukkan cetakan benda uji pada sampel tanah yang telah menggunakan kadar air optimum.
- 2) Menimbang cetakan beserta sampel tanah ( $W_{cs}$ ). Memasang kertas saring pada kedua permukaan atas dan bawah pada sampel tanah.
- 3) Memasukkan cetakan dan sampel tanah kedalam sel alat.
- 4) Meletakkan batu pori pada bagian atas dan bawah sampel tanah (sampel diantara batu pori).
- 5) Meletakkan penekan piringan diatas batu pori dan di atas plat penekan diletakkan bola baja ditengah-tengah atau coakan lubang pada plat penekan. Mengisi sel konsolidasi dengan air hingga permukaan terpenuhi air di atas bola baja.
- 6) Mengatur posisi plang penekan. agar horizontal dengan cara memutar span sekrup di bagian belakang.
- 7) Mengatur ketinggian baut penekan agar tepat menyentuh bola baja.
- 8) Mengatur posisi dial deformasi dalam posisi tertekan dan dibuat pada posisi nol. Menahan lengan beban dengan plang penahan.
- 9) Memasang beban dengan  $LIR = 0,5$  sebesar  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,75 \text{ kg/cm}^2$ ,  $1,125 \text{ kg/cm}^2$ ,  $1867,5 \text{ kg/cm}^2$ ,  $2531,25 \text{ kg/cm}^2$  dan setelah itu memasang beban

dengan  $LIR = 1$  sebesar 0,5 kg/cm<sup>2</sup>, 1 kg/cm<sup>2</sup>, 2 kg/cm<sup>2</sup>, 4 kg/cm<sup>2</sup>, 8 kg/cm<sup>2</sup>.

10) Membaca dial deformasi .

#### **D. Analisis Data**

Hasil data yang diperoleh dan didapatkan dari penelitian yang dilakukan diolah, kemudian hasil dari pembacaan pola penurunan tanah lempung terhadap beban  $LIR$  (*Load Increment Ratio*) yang disubstitusi material bergradasi kasar (pasir) ditampilkan dalam bentuk tabel dan dibuat grafik.



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian