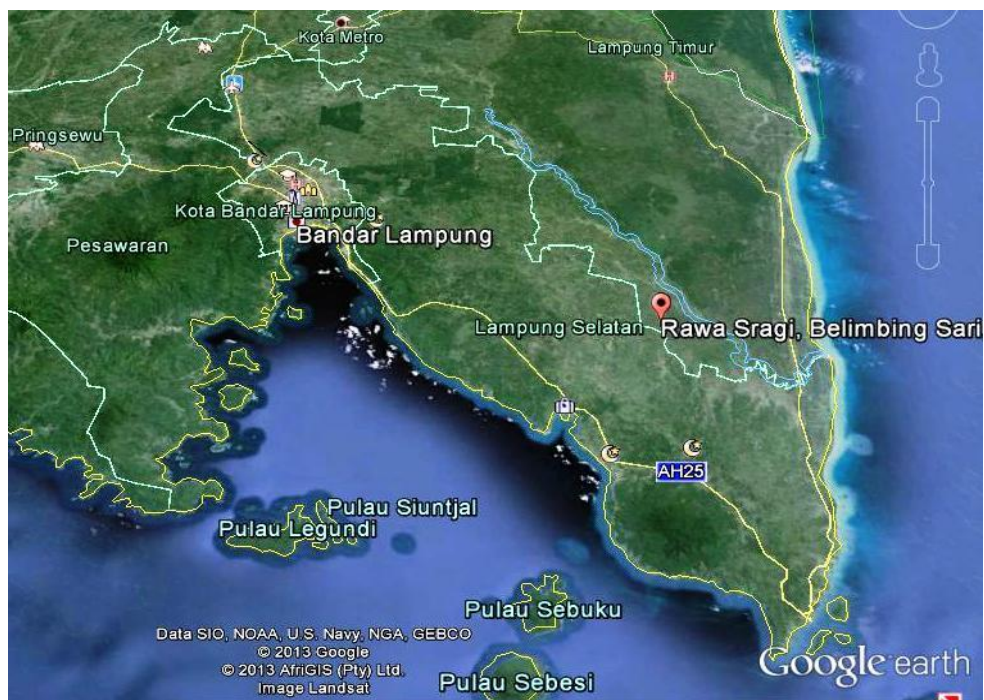


III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Bahan sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang terdapat di daerah Rawa Sragi, Lampung Timur. Lokasi pengujian dan pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada Gambar 5



Sumber: Google® earth

Gambar 5. Lokasi Rawa Sragi, Desa Belimbing Sari, Lampung Timur

B. Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah menggunakan tabung sampel sebanyak dua buah untuk mendapatkan data-data primer dari 2 jenis tanah.

Tabung sampel ditekan perlahan-lahan kedalaman tanah, kemudian diangkat ke permukaan sehingga terisi penuh oleh tanah dan di ujung tabung dilapisi dengan lilin parafin kemudian ditutup dengan plastik untuk menjaga agar kelembaban sampel tidak berubah. Sampel yang sudah diambil ini selanjutnya digunakan untuk pengujian di laboratorium, dimana sampel ini disebut tanah tidak terganggu (*undisturbed*).

C. Pelaksanaan Pengujian Tanah Asli

Pada penelitian ini pengujian pertama yang harus dilakukan adalah pengujian sifat fisik tanah asli. Pengujian tanah asli ini dilakukan untuk melihat karakteristik dari tanah yang akan digunakan, apakah sesuai atau tidak dengan karakteristik dari tanah lempung.

Pelaksanaan pengujian tanah asli dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Adapun jenis uji karakteristik tanah adalah sebagai berikut:

- Pengujian Sampel Tanah Asli (Uji Karakteristik)
 1. Pengujian Kadar Air
 2. Pengujian Berat Jenis
 3. Pengujian Berat Volume
 4. Pengujian Batas *Atterberg*
 5. Pengujian Analisa saringan

1. Pengujian Kadar Air (*Water Content*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah kering, yang dinyatakan dalam persen. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2216.

1. Bahan-bahan :
 - a. Sampel tanah sebanyak 50 gram.
 - b. Air secukupnya.
2. Peralatan :
 - a. Cawan kedap udara dan tidak berkarat sebanyak 6 buah.
 - b. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai 110 °C.
 - c. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram.
 - d. Alat pendingin (*desicator*).
3. Langkah kerja:
 - a. Menyiapkan cawan kosong lalu menimbang berat cawan yang digunakan dan mencatat beratnya.
 - b. Memasukan sampel uji ke dalam cawan, kemudian menimbang dan mencatat beratnya.
 - c. Mengeringkan sampel uji dalam oven dengan suhu 110 °C dalam keadaan terbuka selama 24 jam atau sampai berat contoh tanah konstan.

- d. Mengeluarkan sampel uji dari oven dan menutup cawan kemudian mendinginkannya dalam *desicator*.
- e. Menimbang berat sampel uji dan mencatatnya.

4. Perhitungan :

$$1) \text{ Berat air (} W_w \text{)} = W_{cs} - W_{ds}$$

$$2) \text{ Berat tanah kering (} W_s \text{)} = W_{ds} - W_c$$

$$3) \text{ Kadar air (} \omega \text{)} = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Dimana:

W_c = Berat cawan yang akan digunakan

W_{cs} = Berat benda uji + cawan

W_{ds} = Berat cawan yang berisi tanah yang sudah di oven

2. Pengujian Berat Jenis (*Spesific Gravity*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis tanah (*specific gravity*). Metode pengujian berat jenis tanah sesuai dengan ASTM D-854.

- a. Bahan-bahan
 - a. Sampel tanah yang lolos saringan no.40 dan telah dikeringkan melalui oven selama 24 jam sebanyak 300 gram.
 - b. Air bersih secukupnya.
- b. Peralatan
 - a. *Picnometer* (labu ukur) sebanyak 3 buah.

- b. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
 - c. *Boiler* (tungku pemanas) dengan bahan bakar spritus.
 - d. Thermometer Celcius.
- c. Langkah kerja
- a. Menimbang *picnometer* kosong dalam keadaan bersih dan kering (W1).
 - b. Memasukkan sampel tanah kering ke dalam *picnometer*.
 - c. Menimbang *picnometer* beserta tanah kering (W2).
 - d. *Picnometer* yang telah berisi tanah diberi air sebanyak $\frac{2}{3}$ volume *picnometer* kemudian memanaskan *picnometer* di atas tungku pemanas, ini dimaksudkan untuk menghilangkan udara di dalam butir-butir tanah. Untuk jenis tanah lempung organik kandungan organik pada tanah yang ikut terangkat pada saat air mendidih diperhatikan agar tidak ikut keluar, karena ini akan mempengaruhi berat jenis tanah.
 - e. Setelah mendidih (butir-butir udara hilang), mendinginkan *picnometer* hingga temperatur *picnometer* sama dengan temperatur ruangan.
 - f. Menambahkan air ke dalam *picnometer* hingga mencapai garis batas.
 - g. Menimbang *picnometer* yang berisi air + tanah (W3).
 - h. Membersihkan *picnometer* dari sampel tanah.

- i. Mengisi *picnometer* yang telah kosong dengan air hingga batas *picnometer* dan menimbanginya (W_4).

d. Perhitungan :

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

Dimana :

G_s = Berat jenis

W_1 = Berat *picnometer* (gram)

W_2 = Berat *picnometer* dan tanah kering (gram)

W_3 = Berat *picnometer*, tanah, dan air (gram)

W_4 = Berat *picnometer* dan air bersih (gram)

3. Pengujian Berat Volume (*Unit Weigth*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan berat tanah dengan volume tanah.

a. Bahan-bahan

Sampel tanah yang lolos saringan no.4 dan telah dikeringkan melalui oven selama 24 jam sebanyak 300 gram.

b. Peralatan

a. Ring contoh.

b. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

c. Alat pendorong sampel.

- d. Pisau.
 - e. Oli.
- c. Langkah kerja
- a. Membersihkan dan menimbang ring contoh, serta diberikan oli agar tanah tidak melekat pada ring.
 - b. Mencatat tinggi dan mengukur diameter ring.
 - c. Mengambil sampel tanah dari tabung contoh dengan cara menekan ring ke sampel tanah sehingga ring masuk ke dalam sampel tanah, minimal sebanyak tiga buah sampel.
 - d. Meratakan permukaan sampel tanah dengan pisau.
 - e. Menimbang ring dan sampel tanah.
- d. Perhitungan
- 1) Berat ring (W_c)
 - 2) Volume ring bagian dalam (V)
 - 3) Berat ring dan tanah (W_{cs})
 - 4) Berat tanah (W) = $W_{cs} - W_c$
 - 5) Berat Volume ($\gamma = \text{gamma}$) = $\frac{W}{V}$ (gr/cm^3 atau t/m^3)

4. Pengujian Batas - Batas *Atterberg*

a. Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

1) Bahan-bahan

- 1) Sampel tanah yang telah dikeringkan sebanyak 300 gram.
- 2) Air bersih sebanyak 300 cc.

2) Peralatan

- 1) Alat batas cair (mangkuk *Cassagrande*).
- 2) Alat pembuat alur (*grooving tool*).
- 3) Spatula.
- 4) Gelas ukur 100 cc.
- 5) Container 4 buah.
- 6) Plat kaca.
- 7) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 8) Alat pendingin (*desicator*).
- 9) Oven.
- 10) Saringan no. 40, dan alat lainnya.

3) Langkah kerja

- 1) Mengayak sampel tanah dengan menggunakan saringan no.

- 2) Mengatur tinggi jatuh mangkuk *Cassagrande* sebesar 10 mm.
- 3) Mengambil sampel tanah yang lolos saringan no. 40 sebanyak 150 gram, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan diaduk hingga rata, selanjutnya dimasukkan ke dalam mangkuk *Cassagrande*.
- 4) Meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas mangkuk.
- 5) Membuat alur tepat ditengah-tengah adonan dengan membagi benda uji dalam mangkuk *Cassagrande* tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
- 6) Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi bertemu (merapat) sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan yang berkisaran antara 10 - 40 ketukan.
- 7) Mengambil sebagian sampel dalam mangkuk untuk pemeriksaan kadar air.
- 8) Melakukan langkah kerja yang sama (langkah e - g) untuk sampel dengan keadaan adonan yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam sampel dengan jumlah ketukan yang berbeda-beda, yaitu dua buah dibawah 25 ketukan, dan dua buah di atas 25 ketukan.

b. Pengujian Batas Plastis (*Plastis Limit*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

1) Bahan-bahan

- 1) Sampel tanah sebanyak 100 gram.
- 2) Air bersih sebanyak 50 cc.

2) Peralatan

- 1) Pelat kaca.
- 2) Spatula.
- 3) Gelas ukur 100 cc.
- 4) Container 3 buah.
- 5) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 6) Oven.
- 7) Saringan no. 40 dan alat lainnya.

3) Langkah kerja

- 1) Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan saringan no. 40.
- 2) Mengambil sampel tanah sebesar ibu jari dan dibulatkan, kemudian digulung-gulung di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm hingga retak-retak atau putus-putus.

- 3) Memasukkan sampel tanah ke dalam container kemudian menimbanginya.
- 4) Mengeringkan sampel tanah dalam oven kemudian menimbang beratnya.
- 5) Menentukan kadar air sampel tanah.
- 6) Melakukan langkah kerja yang sama (langkah b - e sebanyak 3 kali).

4) Langkah Perhitungan

- 1) Nilai batas plastis (PL) adalah harga kadar air rata-rata.
- 2) Menghitung Plastis Indeks (PI) dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

5. Pengujian Analisis Saringan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butir sampel tanah yang akan dipakai dan menghitung modulus kehalusannya. Metode pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422.

- a. Bahan-bahan
 - a. Sampel tanah yang sudah dikeringkan sebanyak 1.000 gram.
 - b. Air bersih secukupnya.
- b. Peralatan
 - a. Saringan (*sieve*) 1 set.
 - b. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
 - c. Mesin penggetar (*sieve shaker*).

- d. Oven yang dilengkapi dengan pengatur temperatur.
 - e. Alat pendingin (*desicator*).
 - f. Pan.
 - g. Talam, kuas, sikat kuningan dan alat lainnya.
- c. Langkah kerja
- a. Menimbang sampel yang akan diuji sebanyak 1.000 gram kemudian mencucinya di atas saringan no. 200 sampai bersih, sehingga yang tertinggal di atas saringan hanya butiran tanah kasar.
 - b. Mengeringkan sisa tanah yang tertahan di atas saringan no. 200 dalam oven pada suhu 110 °C selama 24 jam.
 - c. Mengeluarkan sampel tanah kemudian mendinginkannya dengan menggunakan *desicator*.
 - d. Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar, kemudian memasukkan sampel tanah ke dalam susunan saringan paling atas dan menutupnya dengan rapat.
 - e. Menghidupkan mesin penggetar selama ± 5 menit, setelah itu dimatikan dan didiamkan selama 5 menit agar debu-debu mengendap.
 - f. Menimbang masing-masing sampel yang tertahan pada saringan kemudian menghitung persentasenya terhadap berat total sampel uji.

d. Perhitungan

- 1) Berat masing-masing saringan (W_{ci})
- 2) Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan (W_{bi})
- 3) Berat tanah yang tertahan (W_{ai}) = $W_{bi} - W_{ci}$
- 4) Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan ($\sum W_{ai} \approx W_{tot}$)
- 5) Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan (P_i)

$$P_i = \left(\frac{(W_{bi} - W_{ci})}{W_{total}} \right) \times 100\%$$

- 6) Persentase berat tanah yang lolos masing-masing saringan (q) :

$$q_i = 100\% - p_i\%$$

$$q_{(i+1)} = q_i - p_{(i+1)}$$

Dimana : $i = 1$ (saringan yang dipakai dari saringan dengan diameter maksimum sampai saringan No. 200).

D. Pengujian *Vane Shear* Lapangan

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kekuatan geser langsung di lapangan.

1. Peralatan

- a. Alat *vane shear test* terdiri dari :

- 1) Mata *vane* + koupling
 - 2) Stang *vane* secukupnya + kepala
 - 3) Torsimeter
- b. Stang puntir

2. Langkah Kerja

- a. Menyetel alat *vane* yang terdiri dari mata *vane* (bagian bawah), batang stang *vane* (*connection*) dan torsimeter (bagian atas).
- b. Menekan mata dan stang *vane* sampai benar – benar masuk ke dalam tanah yang akan diuji, dengan posisi torsimeter tetap berada di atas permukaan tanah.
- c. Kemudian memberikan gaya putaran torsi pada torsimeter tersebut dengan memutar torsimeter secara konstan (kecepatan putaran tetap).
- d. Mengamati simpangan jarum yang ditunjukkan oleh dial torsimeter.
- e. Menentukan dan mencatat nilai maksimum, yaitu pada saat simpangan jarum berbalik
- f. Melakukan langkah kerja yang sama (a sampai e) sebanyak 50 titik pada kedalaman yang berbeda dengan menambahkan stang *vane* untuk masing-masing tanah lempung lunak dan tanah lempung organik.

3. Perhitungan

$$Su = \frac{T}{\pi \left[\frac{D^2 H}{2} + \frac{D^3}{6} \right]}$$

Dimana :

Su : Kuat geser *undrained* (kg/m^2)

T : Bacaan torsi maksimum (kgm)

D : Diameter *vane* (m)

H : Tinggi *vane* (m)

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

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan sudut geser dalam (ϕ) dan nilai kohesi (c) dari suatu jenis tanah.

1. Bahan-bahan :
 - a. Sampel tanah asli
 - b. Air bersih secukupnya

2. Peralatan :
 - a. *Frame* alat geser langsung beserta *proving ring*
 - b. *Shear box* (sel geser langsung)
 - c. *Extruder* (alat untuk mengeluarkan sampel)
 - d. Cincin (cetakan) benda uji
 - e. Pisau potong
 - f. Dial pergeseran
 - g. *Stopwatch*
 - h. Beban 3220 gram, 6640 gram, dan 9960 gram.

3. Langkah Kerja

- a. Mengeluarkan sampel dari tabung sampel, kemudian memasukkan sampel ke dalam cetakan benda uji dengan menekan ke sampel tanah sehingga cetakan penuh dengan sampel.
- b. Memotong dan meratakan kedua permukaan cetakan dengan pisau potong.
- c. Mengeluarkan benda uji dari cetakan dengan *extruder*.
- d. Menimbang benda uji.
- e. Memasukkan benda uji ke dalam cincin geser yang masih terkunci dan menutup kedua cincin geser sehingga menjadi satu bagian, posisi benda uji berada di antara dua batu pori dan kertas saring.
- f. Meletakkan cincin geser beserta sampel tanah pada shear box.
- g. Mengatur stang penekan dalam posisi vertikal dan tepat menyentuh stang penggeser benda uji (*Dial Proving* tepat mulai bergerak).
- h. Membuka kunci cincin geser.
- i. Memberikan beban pertama seberat 3320 gram dan mengisi *shear box* dengan air sampai penuh sehingga benda uji terendam.
- j. Memutar engkol pendorong dengan konstan dan stabil perlahan-lahan selama 15 detik sambil membaca dial pergeseran.
- k. Melakukan terus menerus pembacaan *Dial Proving Ring*, dalam selisih waktu 15 menit (waktu dari stopwatch).
- l. Setelah pembacaan *Proving Ring* maksimum dan mulai turun dua kali atau tiga kali pembacaan, percobaan dihentikan.

- m. Membersihkan cincin geser dan *shear box* dari kotoran sampel tanah didalamnya.
- n. Mengulang langkah kerja a sampai langkah m untuk sampel tanah yang kedua dengan berat dua kali beban pertama (6640 gram).
- o. Untuk sampel ketiga, berat beban adalah tiga kali beban pertama (9960 gram).

4. Perhitungan :

- a. Perhitungan luas permukaan sampel :

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2 \quad \text{atau} \quad \pi \cdot r^2$$

- b. Perhitungan tegangan normal :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

- c. Pembacaan dial maksimum :

$$\tau_{max} = \frac{\text{dial max} \times \text{kalibrasi alat}}{\text{Luas (A)}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

- d. Menentukan nilai kohesi (c) dan sudut geser (ϕ) dari grafik.

Dimana :

D = Diameter sampel (cm)

P = Beban yang diberikan (gram)

A = Luas permukaan sampel (cm^2)

F. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan Data

Data-data yang diperoleh dari hasil penelitian di lapangan dan di laboratorium diolah menurut klasifikasi data dengan menggunakan persamaan-persamaan dan rumus-rumus yang berlaku. Hasil dari pengolahan data tersebut diuraikan dalam bentuk tabel dan grafik.

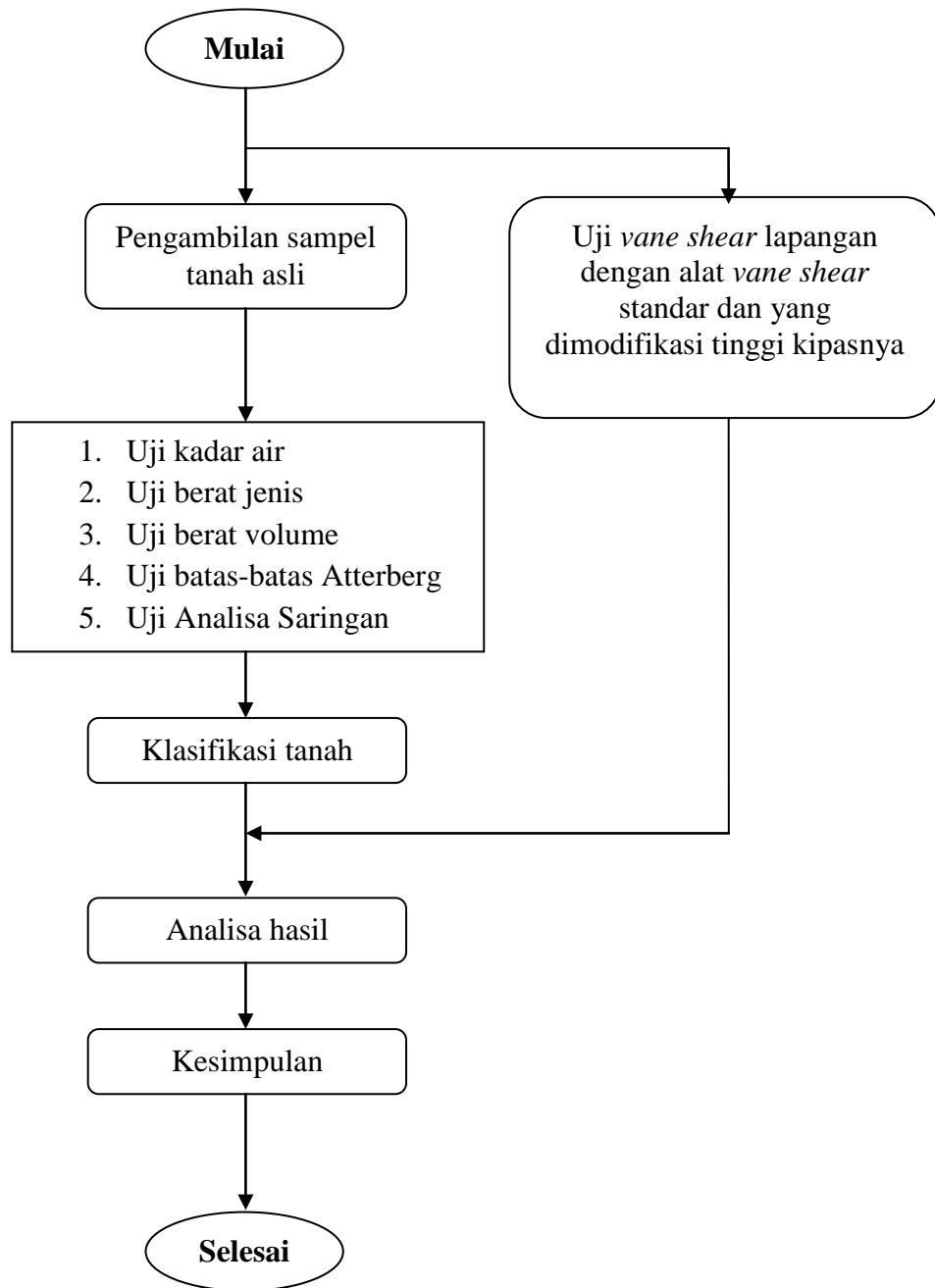
2. Analisis Data

Dari rangkaian pengujian-pengujian yang dilaksanakan di lapangan dan di laboratorium, maka :

- a. Dari pengujian *vane shear* di lapangan diperoleh nilai kuat geser *undrained* (S_u) lapangan.
- b. Dari pengujian geser langsung di laboratorium diperoleh nilai kuat geser, sudut geser dalam (ϕ) dan nilai kohesi (c) tanah.
- c. Dari pengujian kadar air sampel tanah, diperoleh nilai kadar air tanah dalam persentase.
- d. Dari pengujian berat jenis sampel tanah, diperoleh berat jenis tanah.
- e. Dari pengujian batas-batas Attenberg, diperoleh nilai batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastis limit*), dan indeks plastisitas (*plastis indeks*) yang digunakan untuk mengklasifikasikan tanah dengan Sistem Klasifikasi *Unified* dan AASHTO.

- f. Dari pengujian analisis saringan (*sieve analysis*), diperoleh persentase pembagian ukuran butiran tanah, yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan tanah dengan Sistem Klasifikasi *Unified* dan AASHTO.

Dari parameter-parameter yang diperoleh dari pengujian *vane shear* lapangan, selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisa data untuk membandingkan hasil perhitungan antara uji *vane shear standar* dan yang telah dimodifikasi tinggi kipasnya. Sehingga didapatkan perbandingan persentase kuat gesernya, kemudian dari hasil pengujian *vane shear* lapangan dibandingkan dengan hasil pengujian geser langsung di laboratorium.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian