

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sampel Penelitian

Sampel tanah yang dipakai dalam penelitian ini adalah tanah lempung yang berasal dari Desa Karang Anyar, Lampung Selatan. Tanah yang digunakan merupakan tanah lempung lunak yang berada pada kondisi tidak terganggu (*undisturbed*).

B. Metode Pengambilan Sampel Penelitian

Tanah lempung lunak pada kondisi tidak terganggu (*undisturbed*) diambil dengan menggunakan tabung berupa besi diameter 4 inch dan panjang 50 cm sebanyak 2 buah untuk 1 titik pengambilan. Caranya tabung sample ditekan perlahan - lahan sampai pada kedalaman kira - kira 200 cm, setelah tabung sample terisi penuh, tabung diangkat perlahan - lahan ke permukaan lalu ditutup rapat dengan plastik agar terjaga kadar air aslinya.

C. Data Penelitian

Data dalam penelitian ini merupakan hasil pengujian tanah asli dan tanah distabilisasi. Data yang akan didapat dari penelitian ini berupa :

- a. Nilai Kadar Air
- b. Nilai Berat Jenis

- c. Nilai Batas *Atterberg*
- d. Nilai Analisa Saringan
- e. Nilai Berat Volume
- f. Nilai Uji Geser Langsung
- g. Nilai Konsolidasi

D. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Pengujian yang dilakukan terdiri dari 2 bagian yaitu pengujian untuk tanah asli dan pengujian untuk tanah yang telah distabilisasi, adapun pengujian - pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

➤ Pengujian Sampel Tanah Asli

Pada penelitian ini pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan adalah :

- a. Pengujian Kadar Air
- b. Pengujian Berat Jenis
- c. Pengujian Batas - Batas *Atterberg*.
- d. Pengujian Analisa Saringan

➤ Pengujian pada tanah yang telah distabilisasi

- a. Pengujian Kadar Air
- b. Pengujian Berat Volume
- c. Uji Geser Langsung
- d. Uji Konsolidasi

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 kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2216.

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah sebanyak 50 gram.
2. Air secukupnya.

Peralatan :

1. Cawan kedap udara dan tidak berkarat sebanyak 3 buah.
2. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai 110 °C.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
4. Alat pendingin (*desicator*).

Langkah kerja :

1. Menyiapkan cawan kosong lalu menimbang berat cawan yang digunakan dan mencatat beratnya.
2. Memasukan sampel uji ke dalam cawan, kemudian menimbang dan mencatat beratnya.
3. Mengeringkan sampel uji dalam oven dengan suhu 110 °C dalam keadaan terbuka selama 24 jam atau sampai berat contoh tanah konstan.
4. Mengeluarkan sampel uji dari oven dan menutup cawan kemudian mendinginkannya dalam *desicator*.
5. Menimbang berat sampel uji dan mencatatnya.

2. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 200 dengan menggunakan labu ukur.

Metode pengujian berat jenis tanah sesuai dengan ASTM D-854.

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah yang lolos saringan no.4 dan telah dikeringkan melalui oven selama 24 jam sebanyak 300 gram.
2. Air bersih secukupnya.

Peralatan :

1. *Picnometer* (labu ukur) sebanyak 3 buah.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
3. *Boiler* (tungku pemanas) dengan bahan bakar spritus.
4. Thermometer Celcius.

Langkah kerja :

1. Menimbang *picnometer* kosong dalam keadaan bersih dan kering (W_1).
2. Memasukkan sampel tanah kering ke dalam *picnometer*.
3. Menimbang *picnometer* beserta tanah kering (W_2).
4. *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.
5. Setelah mendidih (butir-butir udara hilang), mendinginkan *picnometer* hingga temperatur *picnometer* sama dengan temperatur ruangan.

6. Menambahkan air ke dalam *picnometer* hingga mencapai garis batas.
7. Menimbang *picnometer* yang berisi air + tanah (W3).
8. Membersihkan *picnometer* dari sampel tanah.
9. Mengisi *picnometer* yang telah kosong dengan air hingga batas *picnometer* dan menimbanginya (W4).

3. 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.

Bahan-bahan :

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

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.

Langkah kerja :

1. Mengayak sampel tanah dengan menggunakan saringan no. 40
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 dimasukan 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 4 - 7) 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.

Langkah Perhitungan :

1. Menghitung kadar air masing-masing sampel tanah sesuai dengan jumlah pukulan.

2. Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma yaitu sumbu x sebagai jumlah pukulan dan sumbu y sebagai kadar air.
3. Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar.

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.

Bahan-bahan :

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

Peralatan :

1. Plat 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.

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 2 - 6 sebanyak 3 kali).

Langkah Perhitungan :

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

4. Pengujian Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butir sampel tanah yang akan dipakai dan menghitung modulus kehalusannya.

Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-421.

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah yang sudah dikeringkan sebanyak 1.000 gram.
2. Air bersih secukupnya.

Peralatan :

1. Saringan (*sieve*) 1 set.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
3. Mesin penggetar (*sieve shaker*).

4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur temperatur.
5. Alat pendingin (*desicator*).
6. Pan.
7. Talam, kuas, sikat kuningan dan alat lainnya.

Langkah kerja :

1. 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.
2. Mengeringkan sisa tanah yang tertahan di atas saringan no. 200 dalam oven pada suhu 110 °C selama 24 jam.
3. Mengeluarkan sampel tanah kemudian mendinginkannya dengan menggunakan *desicator*.
4. Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar, kemudian memasukkan sampel tanah ke dalam susunan saringan paling atas dan menutupnya dengan rapat.
5. Menghidupkan mesin penggetar selama ± 5 menit, setelah itu dimatikan dan didiamkan selama 5 menit agar debu - debu mengendap.
6. Menimbang masing - masing sampel yang tertahan pada saringan kemudian menghitung persentasenya terhadap berat total sampel uji.

5. 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.

Bahan-bahan :

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

Peralatan :

1. Ring contoh.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
3. Alat pendorong sampel.
4. Pisau.
5. Oli.

Langkah kerja :

1. Membersihkan dan menimbang ring contoh, serta diberikan oli agar tanah tidak melekat pada ring.
2. Mencatat tinggi dan mengukur diameter ring.
3. 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.
4. Meratakan permukaan sampel tanah dengan pisau.
5. Menimbang ring dan sampel tanah.

6. Uji Geser Langsung

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

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah asli yang diambil dari tabung contoh percobaan.
2. Air bersih secukupnya.

Peralatan :

1. Frame alat geser langsung beserta proving ring
2. *Shear Box* (sel geser langsung)
3. Extruder (alat mengeluarkan sampel)
4. Cincin cetakan benda uji
5. Pisau pemotong
6. Dial pergeseran
7. Stopwatch
8. Beban 3320 gram, 6640 gram dan 9960 gram

Langkah kerja :

1. Keluarkan sampel tanah dari tabung sampel, masukan cetakan benda uji dengan menekan ke sampel tanah, sehingga cetakan terisi penuh.
2. Potong dan ratakan kedua permukaan cetakan dengan pisau pemotong
3. Keluarkan benda uji dari cetakan *extruder*, timbang benda uji dengan ketelitian 0,01 gram, masukan benda uji kedalam cincin yang masih terkunci dan tutup kedua cincin geser sehingga menjadi satu bagian, letakan cincin geser beserta sampel tanah di dalam *shear box*
4. Atur stang penekan pada posisi vertikal, putar engkol pendorong sampai menyentuh stang penggeser kemudian buka cincin geser.
5. Berikan beban pertam 3320 gram, putar engkol pendorong dengan konstant dan stabil perlahan - lahan selama 15 detik, baca dial pergeseran menunjukkan 12,5 detik pembacaan dial proving ring dapat dimulai.

6. Setelah pembacaan proving maksimum dan mulai menurun dua atau tiga kali pembacaan, percobaan dihentikan. Bersihkan cincin geser dan shear box dari kotoran sampel tanah didalamnya.
7. Ulangi lagi langkah kerja no.5 sampai dengan memberikan beban kedua (6640 gram) dan beban ketiga (9960 gram).

7. Pengujian Konsolidasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan kemampatan dan besarnya penurunan tanah akibat pembebanan. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2435-90.

Bahan dan Peralatan :

1. Konsolidometer, yang terdiri dari tempat tanah
2. Batu pori atas dan bawah
3. Arloji pengukur perubahan tebal tanah
4. Perlengkapan pembebanan
5. Alat pengukur tanah (*Extruder*)
6. Stopwatch

Langkah kerja :

1. Persiapan benda uji sampel tanah.
2. Tempatkan sel konsolidasi yang sudah berisi benda uji pada tempatnya pada rangka pembebanan.
3. Atur penahan lengan beban dengan sekrup pengatur sehingga lengan terangkat keatas.
4. Atur alat penekan beban diatas benda uji dan atur arloji pengukur penurunan pada pembacaan dial.

5. Turunkan sekrup pengatur lengan beban, sehingga beban mulai bekerja diatas contoh tanah, kemudian jalankan stopwatch.
6. Baca dan catat arloji pengukur penurunan pada waktu – waktu yang telah ditentukan.
7. Jagalah agar selama percobaan, benda uji selalu terendam air, dengan muka air kira - kira sama tinggi dengan permukaan atas benda uji.
8. Setelah pembacaan 24 jam, tambahkan beban sehingga tekanan pada tanah menjadi 0,50 kg/cm. Biarkan benda uji bekerja 24 jam, dan amati penurunan pada arloji pengukur.
9. Lanjutkan setiap kali penambahan beban, sehingga tekanan pada tanah berturut - turut menjadi 1,0 ; 2,0 ; 4,0 ; dan 8,0 kg/cm.masing - masing tahap beban ini di biarkan selama 24 jam.
10. Apabila diketahui sifat pengembangan tanah akibat beban, maka setelah beban 8 kg/cm, beban dikurangi secara bertahap berturut - turut dengan urutan kebalikan pembebanan. Kemudian catat arloji seperti tadi.
11. Setelah pelaksanaan pembebanan selesai dilakukan, keluarkan contoh tanah dari oedometer.
12. Timbang dan catat berat benda uji, kemudian keringkan dalam oven. Setelah kering timbang lagi untuk mengetahui berat butir - butir tanah.

E. Metode Analisa Pemodelan KSSL

Adapun tahapan - tahapan dalam Analisa pemodelan adalah sebagai berikut :

1. Tahapan Awal

- a. Melakukan *review* dan studi kepustakaan terhadap artikel, buku - buku dan jurnal terkait dengan pondasi konstruksi sarang laba - laba.
- b. Pengumpulan data - data, bahan dan peralatan yang diperlukan dalam melakukan pengujian pemodelan berupa bak pondasi yang terbuat dari baja untuk pengujian dengan ukuran 1x1x0,5 m yang dilengkapi roda yang dapat bergerak horizontal, dan *dial* yang dibutuhkan untuk mengukur penurunan pondasi, dan peralatan penunjang lainnya.
- c. Menyiapkan tanah yang akan dijadikan media pengujian yang selanjutnya akan distabilisasi dengan cara perendaman dengan air sampai kondisi tanah menjadi jenuh dan siap digunakan dalam pengujian

2. Tahapan Membuat Pemodelan

- a. Merencanakan dan membuat model pondasi KSSL yang dimodifikasi. Perencanaan meliputi penentuan bentuk ukuran pondasi, kedalaman, dan diameter model pondasi.
- b. Pembuatan media model rancangan menggunakan kaca *acrylic* dengan ketebalan 3 mm sebagai model dasar pondasi laba-labanya, Perakatan *acrylic* menggunakan lem plastic yang digunakan untuk menyatukan pondasi laba - laba. Untuk diameter model pondasi sarang laba - laba sebesar 40 cm, tinggi dan lebar rib - rib disesuaikan dengan skala yang digunakan.
- c. Penelitian ini menggunakan tanah lempung lunak yang berasal dari Desa Karang Anyar, Lampung Selatan serta ditambahkannya pasir

yang dipadatkan di atasnya secara merata sebelum pengujian dilakukan.



Gambar 7. Model Pondasi Konstruksi Sarang Laba-laba (KSSL)

3. Tahapan Pengujian Model KSSL

Adapun Tahapan pengujian Model KSSL adalah sebagai berikut :

- a. Meratakan permukaan tanah dan pasir yang kemudian dipadatkan secara merata dan efisien. Pastikan permukaan pasir benar-benar rata untuk menguji model pondasi KSSL supaya mendapatkan hasil penurunan yang akurat.
- b. Meletakkan model KSSL pada media tanah dan pasir yang telah diratakan.
- c. Memasang dial sebanyak 4 buah yang diletakkan pada empat sisi yang berbeda. Tekan dial sampai maksimum untuk mencegah jarum dial bergerak sebelum dibebani. Selanjutnya atur dial pada posisi nol.
- d. Membebani model dengan beban seberat 26 kg. Dan catat penurunan yang terbaca pada dial dalam waktu t (0,15,30,60,120,180) menit dan t (24) jam dan selanjutnya.

- e. Melakukan pengujian sampel kadar air, berat volume, uji geser langsung dan konsolidasi pada tanah yang telah distabilisasi.

4. Analisa Pemodelan dengan *Soft Soil (Plaxis)*

Plaxis (Finite Element Code For Soil and Rock Analysis) adalah sebuah program pemodelan yang dikembangkan berdasarkan metode elemen hingga (finite element) yang mampu melakukan analisa masalah - masalah untuk menganalisis deformasi dan stabilitas dari struktur dan bangunan geoteknik dalam perencanaan Sipil. Plaxis menyediakan berbagai analisa tentang displacement tegangan - tegangan yang terjadi pada tanah, program ini dirancang untuk dapat melakukan pembuatan geometri yang akan dianalisa.

Plaxis terdiri dari empat program diantaranya: input program, calculation program dan output program.

Tahapan pemodelan PLAXIS meliputi :

- a. Input program.

Parameter tanah yang digunakan dalam program PLAXIS diantaranya yaitu berat volume tanah (γ), modulus elastisitas (E), poisson rasio(ν), kohesi (c), sudut geser (ϕ), dan sudut dilatasi (ψ).

- b. Kalkulasi program.

Perhitungan dengan menggunakan elemen hingga non-linier yang ada didalam program plaxis.

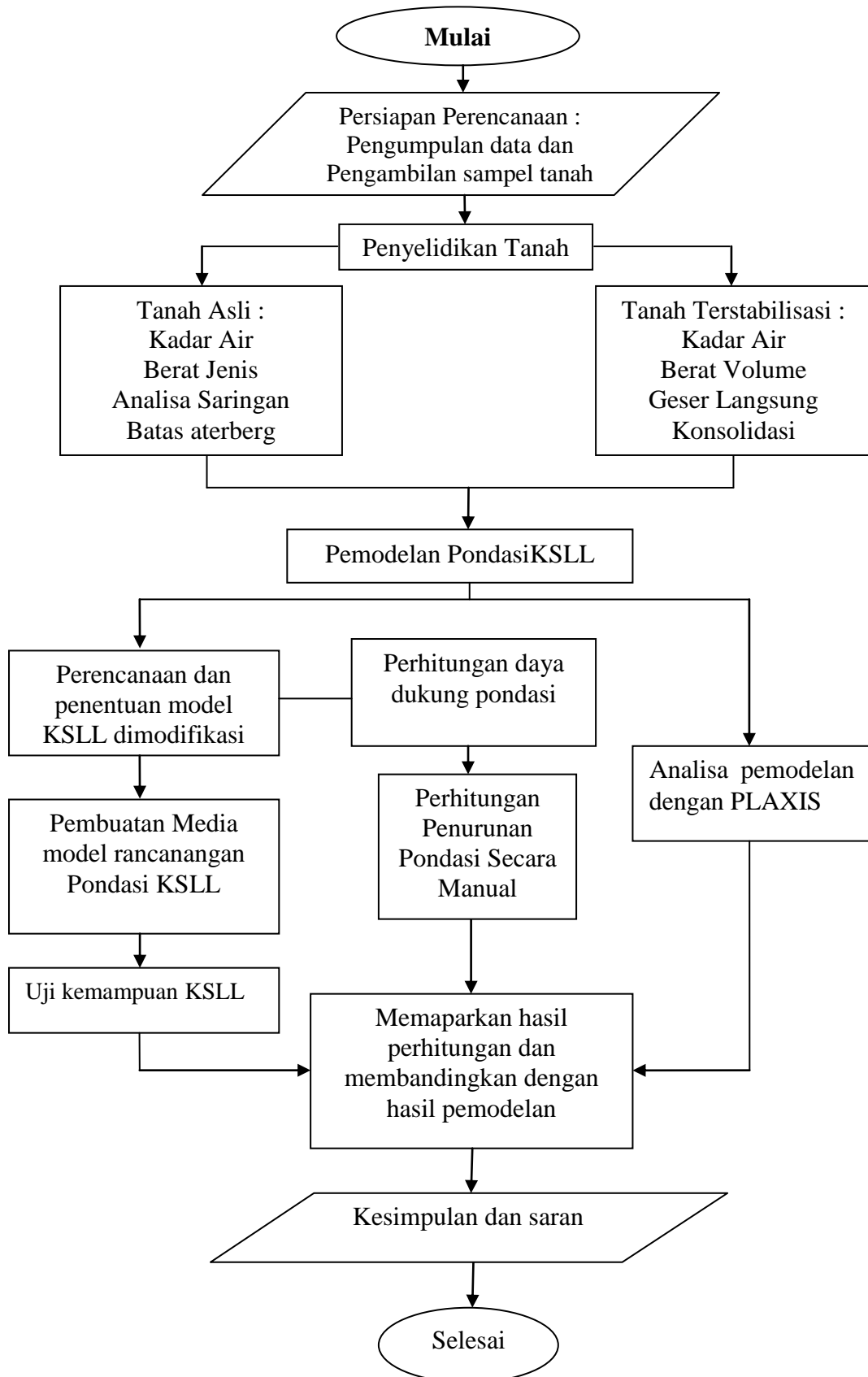
c. Output program

Hasil dari menjalankan PLAXIS diantaranya yaitu mendapatkan tegangan efektif, nilai penurunan vertikal, penurunan total dan deformasi. Hasil analisis akan disajikan dalam kurva.

F. Analisis Hasil Penelitian

Serangkaian pengujian yang dilaksanakan di laboratorium, akan diperoleh nilai-nilai sebagai berikut :

- a. Hasil pengujian sampel tanah asli yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO dan USCS.
- b. Dari pengujian kadar air akan diperoleh nilai persentase kadar air tanah asli tidak terganggu.
- c. Dari pengujian berat jenis akan diperoleh nilai berat jenis tanah.
- d. Dari pengujian batas cair, batas plastis, dan analisa saringan akan diketahui pengelompokan tanah berdasarkan system AASHTO.
- e. Dari pengujian konsolidasi akan diperoleh karakteristik kompresi (*compression charasterstic*) dari tanah yang akan dihitung untuk menghitung penurunan.
- f. Dari seluruh analisis hasil penelitian tersebut, maka akan dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tabel dan grafik yang telah ada terhadap hasil penelitian yang didapat.



Gambar 8. Bagan Alir Penelitian