

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel tanah lempung lunak ini berada di Rawa Seragi, Lampung Timur. Pengambilan sampel tanah menggunakan tabung pipa paralon sebanyak tiga buah untuk mendapatkan data-data primer. Pipa ditekan perlahan-lahan sampai kedalaman 50 cm, kemudian diangkat ke permukaan sehingga terisi penuh oleh tanah dan ditutup dengan plastik agar terjaga kadar air aslinya. Sampel yang sudah diambil ini selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal, dimana sampel ini disebut tanah tidak terganggu. Sedangkan pengambilan sampel untuk tanah terganggu, dilakukan dengan cara penggalian dengan menggunakan cangkul kemudian dimasukkan ke dalam karung plastik.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas konsistensi dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material (ASTM)*.

C. Benda Uji

Adapun benda uji yang akan dipakai dalam penelitian ini yaitu :

1. Sampel tanah yang digunakan berupa tanah lempung lunak yang berasal dari daerah Rawa Seragi, Lampung Timur.
2. *Stabilizing Agent*, yaitu TX-300.

D. Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan TX-300

Metode pencampuran masing-masing kadar larutan TX-300 adalah :

1. Larutan TX-300 dicampur dengan sampel tanah yang telah ditumbuk (butir aslinya tidak pecah) dan lolos saringan No.4 (4,75 mm) dengan variasi kadar campuran larutan TX-300 antara lain adalah 0,4 ml, 0,7 ml, 1,0 ml dan 1,3 ml.
2. Sampel tanah yang sudah tercampur larutan TX-300 siap untuk dipadatkan, lalu diperam selama tujuh hari dan direndam selama empat hari, tujuh hari, empat belas hari, dua puluh satu hari dan dua puluh delapan hari. Pada perendaman tujuh hari dilakukan pengujian batas-batas *Atterberg*, serta pengujian berat jenis.

E. 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 distabilisasi menggunakan TX-300.

Adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Pengujian Sampel Tanah Asli
 - a. Pengujian Analisis Saringan
 - b. Pengujian Berat Jenis
 - c. Pengujian Kadar Air
 - d. Pengujian Batas *Atterberg*
 - e. Pengujian Pemadatan Tanah
 - f. Pengujian Kuat Tekan Bebas (UCS)
- 2) Pengujian pada tanah yang telah distabilisasi larutan TX-300
 - a. Pengujian Berat Jenis
 - b. Pengujian Kadar Air
 - c. Pengujian Batas *Atterberg*
 - d. Pengujian Kuat Tekan Bebas (UCS)

Pada pengujian tanah yang distabilisasi, setiap sampel tanah dibuat campuran dengan kadar larutan TX-300 yaitu 0,4 ml, 0,7 ml, 1,0 ml dan 1,3ml dengan dilakukan masa perendaman yang bervariasi dan kemudian dilakukan pengujian.

1. Uji Analisis Saringan

Analisis saringan adalah mengayak atau menggetarkan sampel tanah melalui satu set ayakan di mana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui presentase ukuran butir sampel tanah yang dipakai. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422, AASHTO T88 (Bowles, 1991).

Langkah Kerja :

- a. Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram, memeriksa kadar airnya.

- b. Meletakkan susunan saringan diatas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
- c. Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.
- d. Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

Perhitungan :

- a. Berat masing-masing saringan (W_c)
- b. Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan (W_{cs})
- c. Berat tanah yang tertahan (W_s) = $W_{cs} - W_c$
- d. Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan ($\sum W_s \approx W_{tot}$)
- e. Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan (P_i)

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

- f. Presentase berat tanah yang lolos masing-masing saringan (q) :

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

$$q(1+1) = q_i - p(i+1)$$

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

2. Uji Berat Jenis

Pengujian ini mencakup penentuan berat jenis (*specific gravity*) tanah dengan menggunakan botol piknometer. Tanah yang diuji harus lolos saringan No.4. Bila nilai berat jenis dan uji ini hendak digunakan dalam perhitungan untuk uji *hydrometer*, maka tanah harus lolos saringan # 200 (diameter = 0,074 mm). Uji berat jenis ini menggunakan standar ASTM D-854.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-854, antara lain :

- a. Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu 60°C sampai dapat digemburkan atau dengan pengeringan matahari.
- b. Mendinginkan tanah dengan Desikator lalu menyaring dengan saringan No.4 dan apabila tanah menggumpal ditumbuk lebih dahulu.
- c. Mencuci labu ukur dengan air suling dan mengeringkannya.
- d. Menimbang labu tersebut dalam keadaan kosong.
- e. Mengambil sampel tanah.
- f. Memasukkan sampel tanah kedalam labu ukur dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- g. Mengeluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap di dalam butiran tanah dengan menggunakan pompa vakum.
- h. Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya dalam temperatur tertentu.

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. Uji Kadar Air

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah yaitu perbandingan antara berat air dengan berat tanah kering. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2216.

Bahan : Sampel tanah asli seberat 30-50 gram sebanyak 3 sampel.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-2216, yaitu :

- a. Menimbang cawan yang akan digunakan dan memasukkan benda uji kedalam cawan dan menimbangnya.
- b. Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- c. Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven dan menghitung prosentase kadar air.

Perhitungan :

a) Berat cawan + berat tanah basah = W_1 (gr)

b) Berat cawan + berat tanah kering = W_2 (gr)

c) Berat air = $W_1 - W_2$ (gr)

d) Berat cawan = W_c (gr)

e) Berat tanah kering = $W_2 - W_c$ (gr)

$$f) \text{ Kadar air } (\omega) = \frac{W1 - W2}{W2 - Wc} \times (100\%)$$

4. Uji Batas Atterberg

a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

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

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-4318, antara lain :

1. Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan menggunakan saringan No.40
2. Mengatur tinggi jatuh mangkuk *cassagrande* setinggi 10 mm.
3. Mengambil sampel tanah yang lolos saringan No.40, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan kedalam mangkuk *cassagrande* dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
4. Membuat alur tepat ditengah-tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk *cassagrande* tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
5. Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10-40 kali.
6. Mengambil sebagian benda uji di bagian tengah mangkuk untuk pemeriksaan kadar air dan melakukan langkah kerja yang sama untuk benda uji dengan keadaan adonan benda uji yang berbeda

sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda yaitu 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

Perhitungan :

- 1) Menghitung kadar air masing-masing sampel tanah sesuai 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.
- 4) Menentukan nilai batas cair pada jumlah pukulan ke 25.

b. Batas Plastis (*Plastic limit*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Nilai batas plastis adalah nilai dari kadar air rata-rata sampel. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-4318 :

1. Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan No. 40
2. Mengambil sampel tanah kira-kira sebesar ibu jari kemudian digulung-gulung di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm sampai retak-retak atau putus-putus.
3. Memasukkan benda uji ke dalam container kemudian ditimbang
4. Menentukan kadar air benda uji.

Perhitungan :

- 1) Nilai batas plastis (PL) adalah kadar air rata-rata dari ketiga benda uji.
- 2) Indeks Plastisitas (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang diuji, dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

Dimana :

PI = Indeks Plastisitas

LL = Nilai Batas Cair

PL = Nilai Batas Plastis

5. Uji Pemadatan Tanah (*Proctor Modified*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kepadatan maksimum tanah dengan cara tumbukan yaitu dengan mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-1557.

Adapun langkah kerja pengujian pemadatan tanah, antara lain :

a. Penambahan Air

- 1) Mengambil tanah sebanyak 12,5 kg dengan menggunakan karung goni lalu dijemur.
- 2) Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan tangan.
- 3) Butiran tanah yang telah terpisah diayak dengan saringan No.4

- 4) Butiran tanah yang lolos saringan No.4 dipindahkan atas 5 bagian, masing-masing 2,5 kg, masukkan masing-masing bagian kedalam plastik dan ikat rapat-rapat.
- 5) Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel tanah untuk menentukan kadar air awal.
- 6) Mengambil tanah seberat 2,5 kg, menambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan tanah sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata, dikepalkan dengan tangan. Bila tangan dibuka, tanah tidak hancur dan tidak lengket ditangan.

Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah.
- 7) Penambahan air untuk setiap sampel tanah dalam plastik dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{wb} = \frac{w_b \cdot W}{1 + w_b}$$

W = Berat tanah

w_b = Kadar air yang dibutuhkan

Penambahan air : $W_w = W_{wb} - W_{wa}$

- 8) Sesuai perhitungan, lalu melakukan penambahan air setiap 2,5 kg sampel diatas pan dan mengaduknya sampai rata dengan tembok pengaduk.

b. Pemasakan tanah

- 1) Menimbang *mold* standar beserta alas.
- 2) Memasang *collar* pada *mold*, lalu meletakkannya di atas papan.

- 3) Mengambil salah satu sampel yang telah ditambahkan air sesuai dengan penambahannya.
- 4) Dengan *modified proctor*, tanah dibagi kedalam 3 bagian. Bagian pertama dimasukkan kedalam *mold*, ditumbuk 25 kali sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk bagian kedua, ketiga, mengisi sebagian *collar* (berada sedikit diatas bagian *mold*).
- 5) Melepaskan *collar* dan meratakan permukaan tanah pada *mold* dengan menggunakan pisau pemotong.
- 6) Menimbang *mold* berikut alas dan tanah didalamnya.
- 7) Mengeluarkan tanah dari *mold* dengan *extruder*, ambil bagian tanah (alas dan bawah) dengan menggunakan 2 container untuk pemeriksaan kadar air (w).
- 8) Mengulangi langkah kerja b.2 sampai b.7 untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapatkan 6 data pemadatan tanah.

Perhitungan :

Kadar air :

a) Berat cawan + berat tanah basah = W_{cs} (gr)

b) Berat cawan + berat tanah kering = W_{cd} (gr)

c) Berat air = $W_1 - W_2$ (gr)

d) Berat cawan = W_c (gr)

e) Berat tanah kering = $W_{cd} - W_c$ (gr)

f) Kadar air (ω) = $\frac{W_{cs} - W_{cd}}{W_{cd} - W_c}$ (%)

6. Kuat Tekan Bebas

Sesuai dengan ASTM D-2166, pengujian ini bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan bebas suatu jenis tanah yang bersifat kohesif, baik dalam keadaan asli (*undisturbed*), buatan (*remoulded*) maupun tanah yang dipadatkan (*compacted*).

Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

Setelah sampel tanah yang telah distabilisasi dipadatkan, maka sampel untuk pengujian kuat tekan bebas dicetak pada cetakan tabung penuh dan kemudian mengeluarkan sampel tersebut menggunakan *extruder*. Sampel kemudian ditimbang sehingga didapatkan beratnya (W). Lalu sampel tanah diletakkan pada *unconfined strength machine* secara sentris. Mengatur dial beban dan dial deformasi pada posisi nol. Kemudian mengoperasikan alat dengan pembacaan dimulai dari regangan 0,5% ; 1% ; 2% dan seterusnya sampai tanah mengalami keruntuhan. Jika regangan sudah mencapai 20% tetapi sampel tanah belum runtuh maka percobaan dapat dihentikan.

F. Urutan Prosedur Penelitian

1. Hasil pengujian analisis saringan dan batas *atterberg* untuk tanah asli akan digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO dan USCS.
2. Dari data hasil pengujian pepadatan tanah untuk sampel tanah asli, maka akan didapatkan grafik hubungan berat volume kering dan kadar air, yang kemudian digunakan untuk mendapatkan nilai kadar air kondisi optimum.

3. Melakukan penentuan jumlah kadar efektif TX-300 yang diperlukan untuk sampel tanah.

Adapun langkah-langkahnya yaitu :

- a. Menentukan kepadatan kering maksimum tanah yang belum mengalami perlakuan.
- b. Mengalikan kepadatan kering maksimum dalam kilogram dengan 0,15 (mewakili standar lapisan 150 mm).
- c. Tentukan tingkat aplikasi TX-300 yang dibutuhkan. Pada jenis tanah Lempung Lunak dengan presentase partikel tanah yang tinggi digunakan 0,05 L/m².
- d. Perhitungan penentuan kadar efektif TX-300 :

$$\text{MDD} = 2000 \text{ kg/m}^3 ; \text{TX-300} = 0,05 \text{ L/m}^2 ; \text{sampel Laboratorium} = 2,5 \text{ kg}$$

$$2000 \times 0,15 = 154,5 \text{ kg}$$

$$(0,05) \times 6 = 0,4 \text{ ml}$$

4. Setelah kadar efektif TX-300 telah ditentukan, lalu dilakukan modifikasi kadar TX-300 dengan melakukan penambahan 0,3 ml dari kadar standar TX-300 sebanyak tiga kali. Sehingga variasi kadar larutan TX-300 menjadi 0,4 ml, 0,7 ml, 1.0 ml dan 1,3 ml.
5. Menyiapkan sampel tanah yang akan distabilisasi dan sampel tanah yang digunakan merupakan sampel yang lolos saringan No.4.

G. Analisis Hasil Penelitian

Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

1. Hasil dari pengujian sampel tanah asli ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO dan USCS.
2. Dari hasil pengujian sampel tanah asli terhadap masing-masing pengujian seperti uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas *atterberg* dan uji pemadatan tanah, akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang nantinya akan didapatkan kadar air kondisi optimum.
3. Dari hasil pengujian kuat tekan bebas terhadap masing-masing campuran larutan TX-300, yaitu 0,4 ml, 0,7 ml, 1,0ml dan 1,3 ml akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hasil pengujian.
4. Dari seluruh analisis hasil penelitian tersebut, maka akan dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tabel dan grafik yang telah ada terhadap hasil penelitian yang didapat.