

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah FPTK UPI. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorium. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang dapat memanipulasi satu atau lebih variabel, mengontrol variabel, serta mengamati efek pengaruhnya terhadap objek yang diteliti untuk mendapatkan data-data. Analisis hasil penelitian yang digunakan adalah analisis data laboratorium dan analisis statistik.

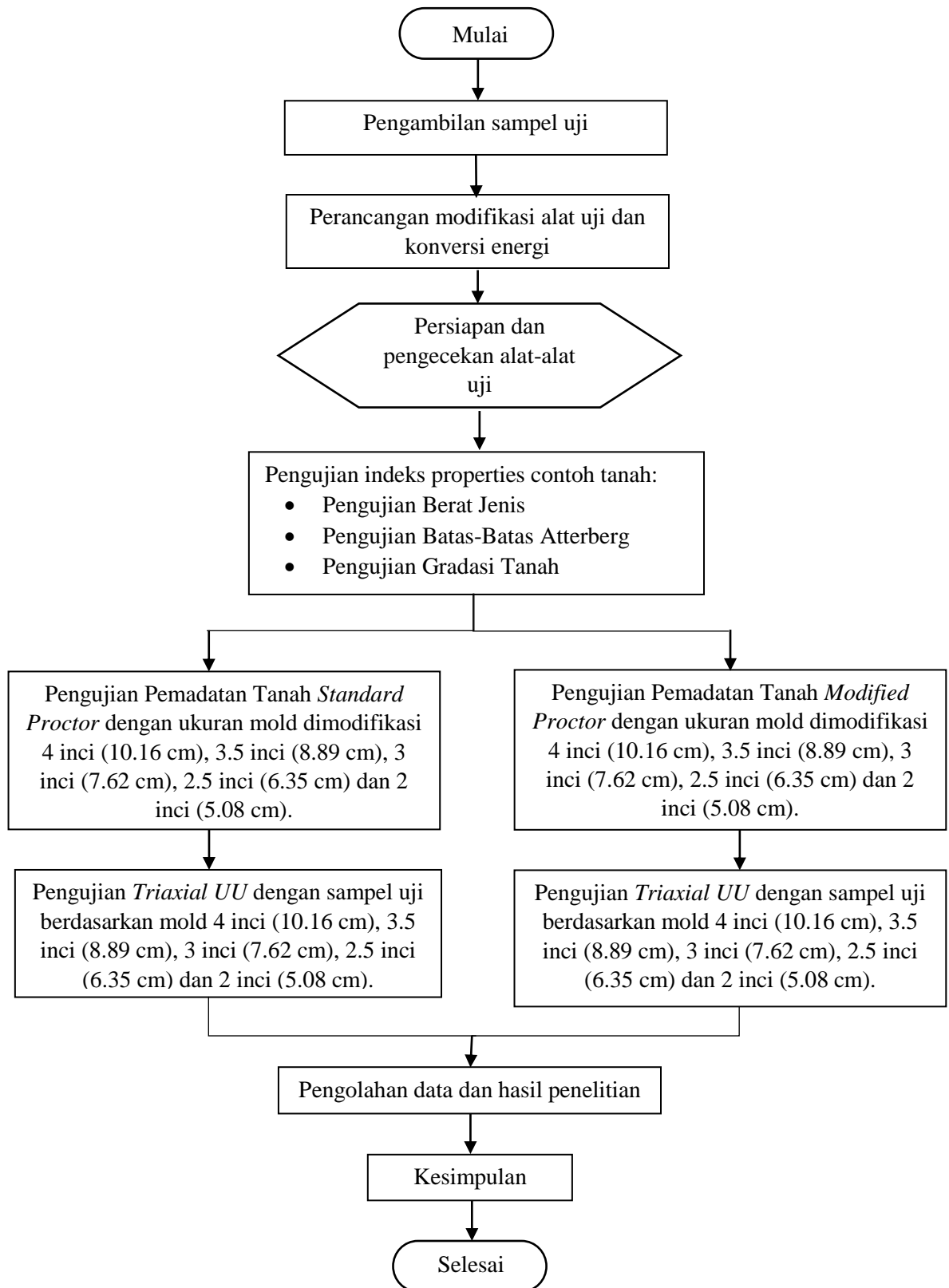
3.2. Sampel Penelitian

Sampel tanah yang diteliti pada penelitian merupakan tanah timbunan yang digunakan pada proyek jalan tol Trans Sumatera yang berasal dari Terbanggi Besar, Lampung. Sampel tanah kemudian dibawa ke Laboratorium untuk pengujian lebih lanjut terkait judul penelitian.

3.3. Desain Penelitian

Pada penelitian ini digunakan mold berukuran 4 inci (10.16 cm), 3.5 inci (8.89 cm), 3 inci (7.62 cm), 2.5 inci (6.35 cm) dan 2 inci (5.08 cm). Mold berukuran 4 inci (10.16 cm), merupakan mold acuan sebagai pembanding parameter hasil uji. Modifikasi yang dilakukan yaitu ukuran diameter mold, sedangkan ketinggian mold disesuaikan dengan rasio perubahan diameter mold. Alat penumbuk (*hammer*) yang digunakan pada pengujian ini mempunyai permukaan rata berpenampang bulat dengan diameter setengah dari diameter mold yang digunakan. Terdapat dua metode kompaksi yang digunakan yaitu kompaksi *standard proctor* dan *modified proctor*. Pengujian kompaksi dilakukan dengan energi tetap pada tiap sampel uji yaitu $6 \text{ kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}^3$ untuk pengujian kompaksi *standard proctor* dan $27 \text{ kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}^3$ untuk pengujian kompaksi *modified proctor*. Pengujian Triaxial UU dilakukan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah dari masing-masing sampel uji.

3.4. Alur Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

3.5. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan penjelasan diagram alur penelitian yang meliputi detail rancangan alat uji yang digunakan serta metode pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini.

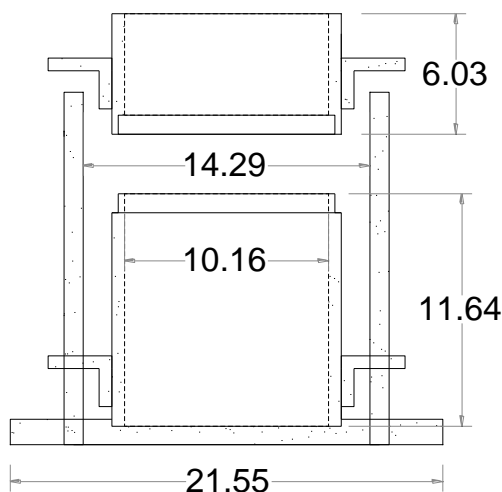
3.5.1. Pengambilan Sampel Uji

Sampel uji merupakan tanah timbunan yang didapat dari Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera di Terbanggi Besar, Lampung. Contoh tanah yang diuji merupakan tanah terganggu (*undisturb*) yakni tanah telah mendapat pengaruh dari luar seperti cuaca. Sampel tanah yang digunakan terdiri dari satu jenis tanah untuk semua pengujian.

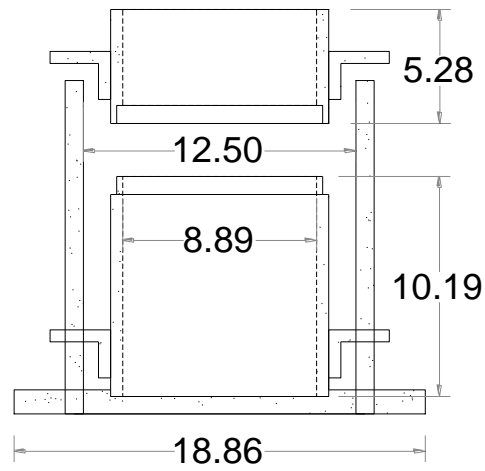
3.5.2. Perancangan Modifikasi Alat Uji dan Konversi Energi

Pada penelitian ini dilakukan perubahan ukuran mold kompaksi untuk dilihat pengaruhnya pada parameter kepadatan dan kuat geser tanah. Pada pengujian kuat geser tanah tidak dilakukan perubahan komponen pengujian.

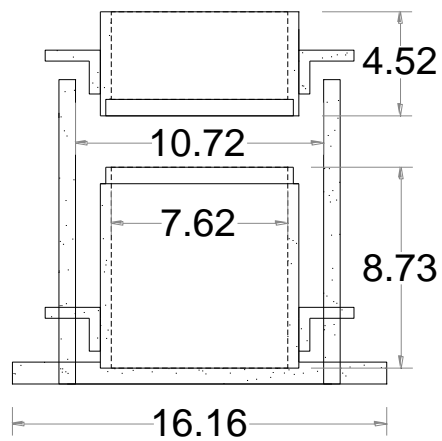
Mold yang digunakan dibedakan menjadi tiga jenis, dengan ukuran *hammer* setengah dari ukuran mold. Ukuran mold yang digunakan adalah 4 inci (10.16 cm), 3.5 inci (8.89 cm), 3 inci (7.62 cm), 2.5 inci (6.35 cm) dan 2 inci (5.08 cm). Rincian ukuran mold dan palu yang digunakan terdapat pada gambar berikut:



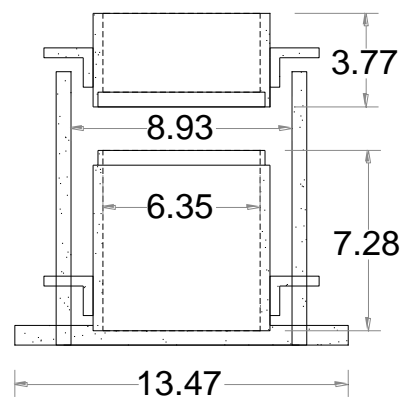
(a) Mold 4 inci (10.16 cm)



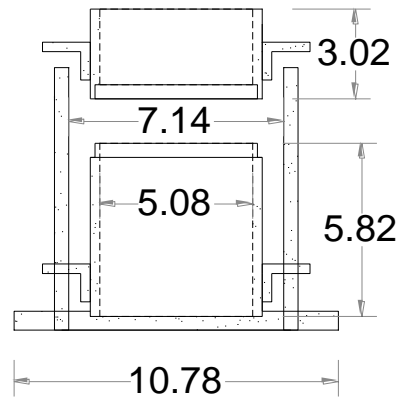
(b) Mold 3.5 inci (8.89 cm)



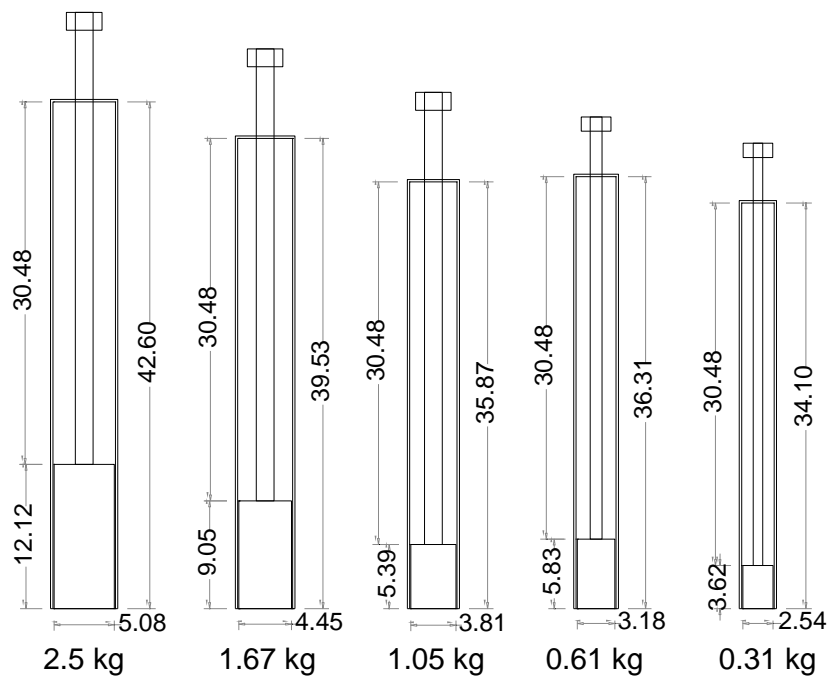
(c) Mold 3 inci (7.62 cm)



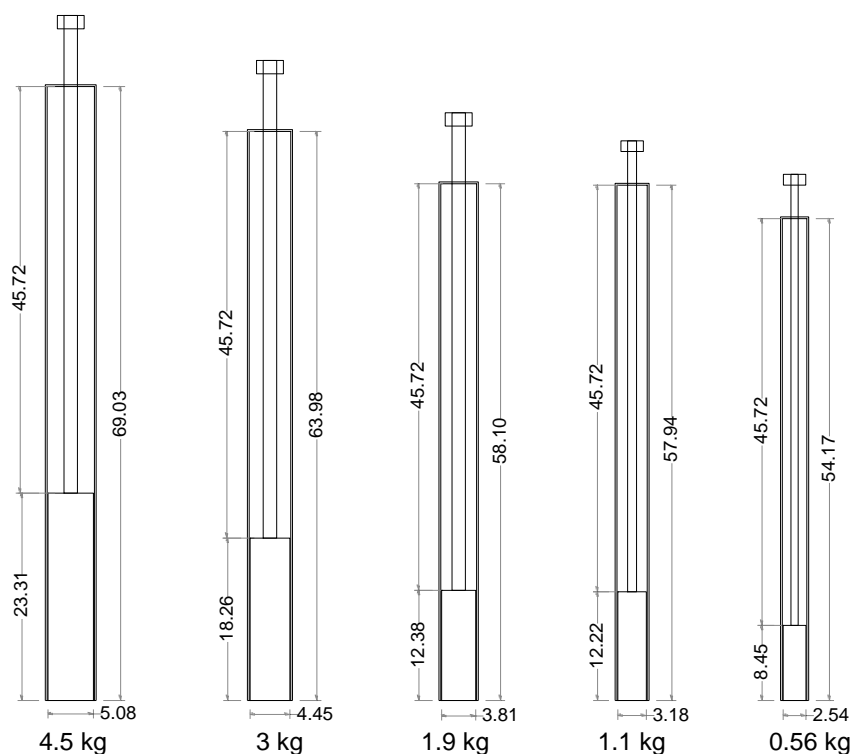
(d) Mold 2.5 inci (6.35 cm)



(e) Mold 2 inci (5.08 cm)



(f) Dari kiri ke kanan, hammer untuk kompaksi *standard proctor* untuk mold 4 inci (10.16 cm), 3.5 inci (8.89 cm), 3 inci (7.62 cm), 2.5 inci (6.35 cm) dan 2 inci (5.08 cm)



(g) Dari kiri ke kanan, hammer untuk kompaksi *modified proctor* untuk mold 4 inci 4 inci (10.16 cm), 3.5 inci (8.89 cm), 3 inci (7.62 cm), 2.5 inci (6.35 cm) dan 2 inci (5.08 cm)

Gambar 3.2 Pemodelan Mold dan Hammer Kompaksi

Energi yang digunakan pada pengujian ini terbagi menjadi dua, yaitu energi untuk pengujian kompaksi *standard proctor* (6 kg.cm/cm^3) dan energi untuk pengujian kompaksi *modified proctor* (27 kg.cm/cm^3). Untuk mempertahankan energi pada masing-masing pengujian dilakukan konversi jumlah pukulan.

Contohnya pada pengujian kompaksi *standard proctor* dengan diameter cetakan 3.5 inci (8.89 cm).

Diketahui, Energi	= 6 kg.cm/cm^3
Diameter mold	= 8.89 cm
Tinggi mold	= 10.19 cm
Berat Hammer	= 1.67 kg
Tinggi Jatuh Hammer	= 30.48 cm

Jumlah Lapisan = 3

Untuk mendapatkan jumlah tumbukan per lapis digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$Energi = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{jumlah} \\ \text{tumbukan} \\ \text{perlapisan} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{jumlah} \\ \text{lapisan} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{berat} \\ \text{penumbuk} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{tinggi} \\ \text{jatuh} \\ \text{penumbuk} \end{array} \right)}{\text{volume cetakan}}$$

$$6 \text{ kg.cm/cm}^3 = \frac{(a) \times (3) \times (1.67 \text{ kg}) \times (30.48 \text{ cm})}{\frac{1}{4} \times \pi \times (8.89 \text{ cm})^2 \times 10.19 \text{ cm}}$$

$$a = 25 \text{ kali}$$

Maka, jumlah tumbukan yang digunakan untuk mendapatkan energi sebesar 6 kg.cm/cm³ adalah 25 kali. Selanjutnya, dengan cara yang sama didapatkan jumlah pukulan untuk tiap ukuran mold sebagai berikut:

Tabel 3.1 Rancangan Pengujian Kompaksi

Identitas Mold	4"	3.5"	3"	2.5"	2"	4"	3.5"	3"	2.5"	2"
Diameter Mold (cm)	10.16	8.89	7.62	6.35	5.08	10.16	8.89	7.62	6.35	5.08
Tinggi Mold (cm)	11.64	10.19	8.73	7.28	5.82	11.64	10.19	8.73	7.28	5.82
Berat Hammer (kg)	2.5	1.67	1.05	0.61	0.31	4.5	3	1.9	1.1	0.56
Tinggi Jatuh Hammer (cm)	30.48					45.72				
Jumlah lapisan	3					5				
Jumlah Pukulan perlapis	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Energi pemadatan (kg.cm/cm ³)	6					27				

3.5.3. Persiapan dan Pengecekan Alat-Alat Uji

Umumnya pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel tanah kering udara, sehingga sebelum pengujian sampel tanah basah dijemur hingga kering udara. Sampel tanah tersebut kemudian dipukul-pukul dengan palu karet untuk memisahkan tanah yang menggumpal.

Pada pengujian kompaksi digunakan mold dan hammer dengan ukuran yang dimodifikasi. Setelah melalui proses perancangan dan pembuatan, mold dan hammer tersebut diukur kembali dan ditimbang. Langkah ini dilakukan untuk menentukan jumlah pukulan palu yang dibutuhkan agar dihasilkan energi yang sesuai dengan rencana.

Taliessya Alif Wahyunindya, 2018

PENGARUH PERUBAHAN UKURAN MOLD TERHADAP PARAMETER KEPADATAN DAN KUAT GESER TANAH PADA UJI KOMPAKSI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.5.4. Pengujian *Index Properties*

Pengujian *index properties* merupakan pengujian dasar pada sampel tanah yang bertujuan untuk mengetahui sifat fisis tanah. Pengujian ini meliputi pengujian berat isi tanah, pengujian kadar air tanah, pengujian berat jenis tanah, dan pengujian batas-batas Atterberg.

Prosedur pengujian yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan ASTM (*American Standard Testing and Material*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia).

A. Pengujian Berat Isi dan Kadar Air

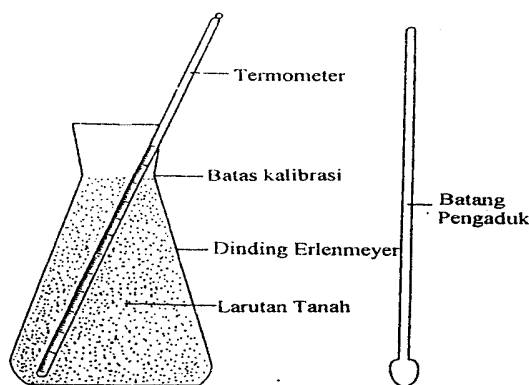
Percobaan ini dilakukan untuk mengukur berat isi dengan menggunakan uji ring gamma dan kadar air alami tanah. Besaran-besaran lain yang dapat diturunkan adalah angka pori (e), porositas (n), dan derajat kejenuhan (S_r).

Maksud percobaan ini adalah untuk mengukur sifat-sifat fisis tanah. Tujuan dari uji ini adalah sebagai bagian dari klasifikasi tanah. Besaran yang diperoleh dapat digunakan untuk korelasi empiris dengan sifat-sifat teknis tanah.

Pengujian ini mengacu pada ASTM C – 29 dan ASTM D – 2216 – 98. Metode pengujian ini tidak dapat digunakan untuk tanah dengan fraksi kasar.

B. Pengujian Berat Jenis

Percobaan ini mencakup penentuan berat jenis (*specific gravity*) tanah dengan menggunakan botol Erlenmeyer. 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).



Gambar 3.3 Botol Erlenmeyer

Berat jenis tanah digunakan pada hubungan fungsional antara fase udara, air, dan butiran dalam tanah dan oleh karenanya diperlukan untuk perhitungan-perhitungan parameter indeks tanah (*index properties*).

Pengujian ini mengacu pada ASTM D – 854 – 02. Metoda pengujian ini tidak dapat digunakan untuk fraksi kasar dan jenis-jenis material yang larut dalam air atau jenis tanah dengan berat jenis < 1.0 .

C. Pengujian Batas-Batas Atterberg

Percobaan ini mencakup penentuan batas-batas Atterberg yang meliputi Batas Susut, Batas Plastis, dan Batas Cair. Maksud dari Uji Batas - Batas Atterberg adalah untuk menentukan angka-angka konsistensi Atterberg, yaitu :

- Batas Susut/ *Shrinkage Limit* (w_s)
- Batas Plastis/ *Plastic Limit* (w_p)
- Batas Cair/ *Liquid Limit* (w_L)

Tujuan pengujian ini adalah untuk klasifikasi tanah butir halus. Acuan pengujian berdasarkan ASTM D – 4318 – 00.

D. Pengujian Saringan (*Sieve Analysis*)

Pengujian saringan merupakan pengujian yang digunakan untuk menentukan distribusi ukuran butiran tanah butir kasar, dengan cara mengklasifikasikan tanah butir kasar berdasarkan nilai koefisien keseragaman (C_u) dan kurva distribusi ukuran butir, Pengujian ini mengacu pada ASTM D 1140.



Gambar 3.4 Pengayak Pada Uji Saringan

E. Pengujian Hidrometer

Pengujian ini digunakan untuk menghitung distribusi ukuran butir tanah berdasarkan endapan tanah dalam air. Tujuannya adalah untuk mengetahui pembagian ukuran butir tanah yang berbutir halus. Tanah yang digunakan pada pengujian ini adalah tanah yang lolos saringan No. 200.

Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM D 442-63. Pengujian hidrometer dilakukan pada sampel tanah karena merupakan salah satu langkah untuk mengidentifikasi sifat-sifat fisik sampel tanah yang digunakan.

3.5.5. Pengujian Engineering Properties

A. Pengujian Pemadatan Tanah

Pada proses pemadatan untuk setiap energi pemadatan tertentu, kepadatan yang tercapai tergantung pada banyaknya air di dalam tanah tersebut, yaitu kadar airnya. Apabila kadar air rendah mempunyai sifat keras atau kaku sehingga sukar dipadatkan. Bilamana kadar airnya ditambah maka air itu akan berlaku sebagai pelumas sehingga tanah akan lebih mudah dipadatkan. Pada kadar air yang lebih tinggi lagi kepadatannya akan turun karena pori-pori tanah menjadi penuh terisi air yang tidak dapat lagi dikeluarkan dengan cara memadatkan.

Tujuan uji kompaksi adalah untuk mendapatkan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum pada suatu proses pemadatan. Kepadatan tanah biasanya dinilai dengan menentukan berat isi keringnya (γ_{dry}).

Kadar air optimum ditentukan dengan melakukan percobaan pemadatan di laboratorium. Hasil percobaan ini dipakai untuk menentukan syarat-syarat yang harus dipenuhi pada waktu pemadatan di lapangan. Pada percobaan di laboratorium, kadar air optimum ditentukan dari grafik hubungan antara berat isi kering dengan kadar air. Pengujian ini mengacu pada ASTM D – 698 dan ASTM D – 1557 – 12.

Tanah sebagai material bangunan pada konstruksi-konstruksi tanggul, bendungan tanah, dasar jalan, harus dipadatkan untuk memperbaiki sifat-sifat dari tanah yang dapat memberi akibat buruk pada konstruksi.

Perubahan-perubahan yang terjadi bila tanah dipadatkan adalah:

1. Volume udara dalam pori-pori tanah berkurang sehingga tanah menjadi lebih padat.
2. Kekuatan geser dan daya dukung tanah meningkat.
3. Kompresibilitas tanah berkurang.
4. Permeabilitas tanah berkurang.
5. Lebih tahan terhadap erosi.

B. Pengujian *Triaxial Unconsolidated Undrained (UU)*

Pengujian Uji Triaxial UU (*Unconsolidated Undrained*) adalah uji kompresi Triaxial dimana tidak diperkenankan perubahan kadar air dalam contoh tanah. Sampel tidak dikonsolidasikan dan air pori tidak teralir saat pemberian tegangan geser.

Maksud uji Triaxial UU adalah untuk mengetahui kekuatan geser tanah yaitu c (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam), dalam tegangan total ataupun efektif yang mendekati keadaan aslinya di lapangan. Tujuannya adalah untuk digunakan dalam analisis kestabilan jangka pendek (*short term stability analysis*).

Uji ini tidak dapat digunakan untuk sampel dengan ukuran butir yang besar (*gravel*). Di samping itu pengukuran tekanan air pori tidak dapat dilakukan.

Percobaan ini mencakup uji kuat geser untuk tanah berbentuk silinder dengan diameter maksimum 75 mm.

Pada pengujian ini menggunakan sampel berukuran 38 mm, sampel tanah telah mengalami pengujian kompaksi sebelumnya. Kecepatan pengujian ditentukan 2% per menit atau ekuivalen 1.5 mm/menit untuk sampel dengan tinggi 76 mm.

3.6. Analisis Data

Analisis hasil penelitian yang digunakan adalah analisis data laboratorium dan analisis data statistik. Data laboratorium yang diperoleh dibagi menjadi dua yaitu *index properties* dan *engineering properties*. Dari hasil pengujian *index properties* dilakukan analisis karakteristik tanah yang berdasarkan pengujian berat isi tanah, kadar air tanah, berat jenis tanah, dan atterberg limit. Hasil pengujian yang didapat digunakan untuk menganalisis sifat-sifat dasar tanah uji yang berguna untuk pengujian selanjutnya.

Pengujian *engineering properties* yang dilakukan adalah pengujian Kompaksi dan pengujian Triaxial UU. Dari hasil pengujian tersebut parameter-parameter yang didapat dari mold ukuran 3.5 inci (8.89 cm), 3 inci (7.62 cm), 2.5 inci (6.35 cm) dan 2 inci (5.08 cm) dibandingkan dengan nilai berdasarkan ukuran mold acuan yaitu mold 4 inci (10.16 cm). Langkah ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan signifikan pada nilai tersebut di tiap ukuran mold yang berbeda.

Berat tanah yang digunakan di tiap ukuran mold yang berbeda ditimbang untuk mengetahui perbandingan berat tanah yang digunakan pada ukuran mold acuan. Perbandingan ini digunakan untuk mengetahui perbandingan kehematan tanah pada mold dengan ukuran yang berbeda.

Analisis data statistik digunakan untuk membantu dalam menarik kesimpulan. Langkah-langkah perhitungan statistika yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan Nilai Rata-Rata (\bar{X})
- b. Standar Deviasi
- c. Perhitungan z-score dan t-score

- d. Perhitungan Regresi Linear Sederhana
- e. Perhitungan Uji - F