

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Sampel penelitian ini berasal dari ruas jalan Sekincau – Suoh, Kabupaten Lampung Barat dan pengujian sampel tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung.

B. Bahan Penelitian

1. Sampel tanah asli yang berasal dari Kecamatan Sekincau Desa Tiga Jaya Dusun Gumbib, Dusun Fila Tengah – Fila Ujung arah Suoh Kabupaten Lampung Barat.
2. Air yang berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung.

C. Metode Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah terganggu (*disturbed sample*) dan sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*). Pengambilan tanah dilakukan sebanyak 10 titik dengan jarak masing-masing ± 200 m.

Pengambilan sampel tanah terganggu dilakukan dengan cara bongkahan, yaitu sampel tanah diambil dengan cangkul atau sekop pada kedalaman ± 50 cm

dari permukaan tanah. Kemudian sampel tanah dimasukkan ke dalam karung plastik lalu ditutup rapat agar terjaga kadar air aslinya.

Sedangkan pengambilan sampel tanah tidak terganggu, dilakukan dengan menggunakan tabung berupa besi diameter 4 inch dan panjang 50 cm. Tabung tersebut ditekan perlahan-lahan ke dalam tanah sampai pada kedalaman ± 200 cm dari permukaan tanah, setelah tabung sampel terisi penuh, tabung diangkat perlahan-lahan ke permukaan lalu ditutup rapat dengan plastik agar terjaga kadar air aslinya.

D. Pelaksanaan Pengujian

1. Pengujian sifat fisik dan daya dukung tanah yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian sifat fisik tanah
 - 1) Pengujian Kadar Air
 - 2) Pengujian Berat Jenis
 - 3) Pengujian Batas *Atterberg*
 - 4) Pengujian Analisis Butiran Tanah
 - 5) Pengujian Berat Volume
- b. Pengujian sifat mekanik tanah
 - 1) Pengujian Kepadatan
 - 2) Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)
 - 3) Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear*)

4) *Unconfined Compressive Strength* (UCS)

5) Pengujian Pengembangan

Pengujian sifat fisik dan sifat mekanik tanah yang dilakukan dilakukan sesuai standar ASTM.

2. Pengujian unsur-unsur mineral yang terkandung dalam tanah yang dilakukan oleh teknisi di Laboratorium Analisis Instrumentasi, Fakultas MIPA Universitas Lampung.

1. Pengujian Sifat Fisik Tanah

a. Uji Kadar Air

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah yaitu perbandingan antara berat air dengan berat tanah kering yang dinyatakan dalam persen.

Bahan yang diperlukan adalah:

Sampel tanah

Peralatan yang digunakan adalah:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 2) Oven dengan pengatur suhu
- 3) Cawan

Cara Kerja berdasarkan ASTM D-2216 :

- 1) Menimbang cawan yang akan digunakan (W_c).
- 2) Memasukkan benda uji kedalam cawan dan menimbanginya (W_{cs}).
- 3) Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- 4) Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven (W_{ds}).
- 5) Menghitung prosentase kadar air.

Perhitungan yang dilakukan adalah :

- 1) Menghitung berat air (W_w) = $W_{cs} - W_{ds}$
- 2) Menghitung berat tanah kering (W_s) = $W_{ds} - W_c$
- 3) Menghitung kadar air $\omega = (W_w/W_s) \times 100$

b. Uji Berat Jenis

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan massa butiran tanah secara rata-rata yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dengan volume yang sama pada suhu tertentu.

Bahan-bahan yang diperlukan adalah:

- 1) Sampel tanah asli yang telah di oven dan lolos saringan No 200
- 2) Air secukupnya

Peralatan yang digunakan adalah:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 2) Oven dengan pengatur suhu
- 3) Cawan
- 4) Tabung Picnometer

5) Saringan No.200

6) Alat pemanas

Cara kerja berdasarkan ASTM D-854

- 1) Menimbang picnometer dalam keadaan kering dan bersih (W1).
- 2) Memasukkan sampel tanah kering sebanyak 10 – 25 gram ke dalam picnometer lalu menimbanginya (W2).
- 3) Menambahkan air pada picnometer berisi sampel sebanyak $\pm 2/3$ volume tabung picnometer, kemudian dipanaskan sampai mendidih.
- 4) Menunggu hingga air dalam tabung menjadi dingin sampai mencapai suhu ruangan.
- 5) Menambahkan air dalam picnometer yang sudah didinginkan sehingga mencapai garis batas pada leher tabung picnometer, kemudian menimbang picnometer berisi tanah dan air (W3).
- 6) Membersihkan picnometer dari sampel tanah dan mengeringkannya.
- 7) Mengisi picnometer kosong dengan air hingga garis batas pada leher picnometer dan menimbanginya (W4).

Perhitungan yang dilakukan adalah :

- 1) Menghitung berat sampel tanah kering (W_s) = $W_2 - W_1$
- 2) Menghitung berat mula-mula (W_{w1}) = $W_4 - W_1$
- 3) Menghitung berat setelah didinginkan (W_{w2}) = $W_3 - W_2$
- 4) Menghitung berat jenis (G_s) = $\frac{W_s}{(W_{w1} - W_{w2})}$

c. Uji Batas Atterberg

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (*adsorbed water*) disekeliling permukaan dari partikel lempung.

1) Batas Cair (*Liquid Limit*)

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

Bahan-bahan yang diperlukan adalah:

- a) Sampel tanah asli yang telah dikeringkan di udara
- b) Air bersih \pm 300 cc

Peralatan yang digunakan adalah:

- a) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- b) Oven dengan pengatur suhu
- c) Saringan No.40
- d) Mangkuk Cassagrande (alat batas cair)
- e) Grooving tool (pembuat alur)
- f) Spatula
- g) Gelas ukur 100 ml
- h) Cawan

Cara kerja berdasarkan ASTM D 4318 :

- a) Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan menggunakan saringan no. 40

- b) Mengatur tinggi jatuh mangkuk casagrande setinggi ± 10 mm.
- c) Mengambil sampel tanah yang lolos saringan no. 40 sebanyak 200 gram, kemudian diberi air sedikit demi sedikit lalu mengaduk dengan spatula hingga merata, kemudian dimasukkan kedalam mangkuk casagrande.
- d) Meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
- e) Membuat alur tepat ditengah mangkuk dengan jalan membagi sampel dalam mangkuk cassagrande tersebut dengan menggunakan *grooving tool* dengan posisi tegak lurus permukaan mangkuk.
- f) Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sejarak ± 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10 – 40 ketukan.
- g) Mengambil sebagian sampel dalam mangkuk untuk pemeriksaan kadar air
- h) Melakukan langkah kerja yang sama untuk sampel dengan adonan yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam sampel dengan jumlah ketukan yang berbeda yaitu 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

Perhitungan yang dilakukan adalah :

- a) Menghitung kadar air masing-masing sampel tanah sesuai jumlah pukulan,

- b) Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma, yaitu sumbu x sebagai jumlah pukulan dan sumbu y sebagai kadar air,
- c) Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar,
- d) Menentukan nilai batas cair pada jumlah pukulan ke 25.

2) Batas Plastis (*Plastic limit*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan semiplastis dan keadaan semi padat sesuai dengan ketentuan atterberg.

Bahan – bahan yang digunakan adalah :

- a) Sampel tanah sebanyak ± 100 gram,
- b) Air bersih secukupnya.

Peralatan yang digunakan adalah :

- a) Plat kaca,
- b) Spatula,
- c) Gelas ukur 100 cc,
- d) Cawan,
- e) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram,
- f) Oven dengan pengatur suhu,
- g) Saringan No. 40.

Cara kerja berdasarkan ASTM D - 4318 :

- a) Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan no. 400,

- b) 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, bila retak lebih dari 3 mm menambahkan air, mengaduk dan menggulung – gulung hingga lebih kering hingga mencapai diameter 3 mm,
- c) Memasukkan sampel tanah ke dalam cawan kemudian menimbanginya,
- d) Mengeringkan sampel tanah ke dalam oven kemudian menimbanginya,
- e) Menentukan kadar air sampel tanah,

Perhitungan yang dilakukan adalah :

- a) Nilai batas plastis (PL) adalah harga kadar air rata-rata suatu sampel tanah yang diuji,
- b) Menghitung Plastis Indeks (PI) dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

3) Indeks Plastis (*Plasticity Index*)

Indeks plastis (PI) merupakan selisih antara batas cair dan plastis.

Indeks plastis dihitung dengan persamaan :

$$PI = LL - PL$$

Dengan :

PI = Indeks plastis (*Plasticity Index*)

LL = Batas cair (*Liquid Limit*)

PL = Batas plastis (*Plastic Limit*)

d. Uji Analisis Butiran

Uji analisis butiran terbagi menjadi 2 bagian pengujian, yaitu uji analisis saringan dan uji analisis hidrometer. Uji analisis saringan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung butir tanah tertahan saringan no. 200. Sedangkan analisis hidrometer berperan dalam menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung butir tanah lolos saringan no. 200.

1) Uji Analisis Saringan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 (ϕ 0,0075 mm).

Bahan-bahan yang diperlukan adalah:

- (a) Sampel tanah asli,
- (b) Air secukupnya.

Peralatan yang digunakan adalah:

- (a) Satu set saringan (*sieve*), No. 4 (ϕ 4,75 mm), No. 10 (ϕ 2 mm), No. 20 (ϕ 0,85 mm), No. 40 (ϕ 0,425 mm), No. 60 (ϕ 0,25 mm), No. 100 (ϕ 0,15 mm), No. 100 (ϕ 0,0075 mm) dan satu pan
- (b) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- (c) Mesin penggetar (*sieve shaker*)
- (d) Kuas halus (untuk membersihkan saringan)

- (e) Oven dengan pengatur suhu
- (f) Cawan.

Cara kerja berdasarkan ASTM D-421

- (a) Menimbang sampel yang akan diuji sebanyak 500 gram,
- (b) Mengayak sampel dengan menggunakan air di atas saringan No. 200,
- (c) Mengeringkan sampel tanah ke dalam oven,
- (d) Memasukkan sampel tanah ke dalam mesin penggetar disusun saringan paling atas, kemudian menutupnya dengan rapat.
- (e) Menghidupkan mesin penggetar selama ± 15 menit setelah itu baru dimatikan.
- (f) Menimbang masing – masing sampel yang tertahan pada saringan kemudian menghitung persentase terhadap berat total benda uji.

Perhitungan yang dilakukan adalah :

- (a) Menghitung prosentase berat, yaitu jumlah berat tertahan pada saringan terhadap berat total

$$\text{Prosentase} = \frac{\text{Berat tanah tertahan pada saringan}}{\text{Berat tanah total}} \times 100\%$$

- (b) Menghitung prosentase tertahan kumulatif, yaitu menjumlahkan prosentase tertahan pada saringan sebelumnya dan saringan itu sendiri
- (c) Menghitung prosentase lolos, selisih dari angka 100% terhadap prosentase tertahan.

2) Uji Analisis *Hydrometer*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butir(gradasi tanah) yang lolos saringan no.200. Cara kerja pengujian analisa hidrometer ini sesuai dengan SNI 03-3423-1994.

Bahan-bahan yang diperlukan adalah:

- (a) Sampel tanah asli yang telah di oven dan tertahan di atas saringan No 200,
- (b) Air secukupnya.

Peralatan yang digunakan adalah:

- (a) ASTM Soil Hidrometer 152 H
- (b) Mixer
- (c) Tabung gelas ukur kapasitas 1000 ml
- (d) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- (e) Oven dengan pengatur suhu
- (f) Cawan pengaduk
- (g) Stopwatch
- (h) Larutan sodium silikat

Cara kerja :

- (a) Menimbang sampel sebanyak 50 gram
- (b) Mencampur sampel tanah dengan sodium silikat sebanyak 10 cc kemudian mengaduk dan membiarkannya selama 24 jam

- (c) Menuangkan campuran ke dalam mixer dan menambahkan air sebanyak 500 cc, dan mengaduk campuran selama 15 menit
- (d) Memasukkan hasil mixer ke dalam gelas ukur dan menambahkan air hingga 1000 ml
- (e) Menutup tabung gelas ukur dengan telapak tangan kemudian mengocoknya selama 1 menit
- (f) Meletakkan tabung gelas ukur di tempat yang rata, memasukkan soil hidrometer dan membiarkannya terapung bebas dengan secara bersamaan menekan stopwatch
- (g) Melakukan pembacaan dial R1 dan L pada menit ke 2
- (h) Mengangkat soil hidrometer dan mencucinya dengan air, memasukkannya ke dalam tabung yang berisi air yang bersuhu sama seperti dengan tabung percobaan
- (i) Memasukkan kembali soil hidrometer ke dalam tabung percobaan dan melakukan pembacaan R1 dan L pada menit ke 5, 15, 30, 60, 120 menit dan 24 jam.
- (j) Melakukan pemasukan dan pengangkatan soil hidrometer secara cepat dan hati-hati.
- (k) Mengendapkan adukan, kemudian memasukkan ke dalam oven selama 24 jam.
- (l) Mengeluarkan sampel, mendinginkan lalu menimbanginya
- (m) Melakukan langkah kerja 2 – 6 tanpa disertai adanya tanah, hanya air yang dicampur dengan sodium silikat

(n) Melakukan pembacaan dial R2 pada menit ke 2

(o) Melakukan langkah kerja 8 – 10.

Perhitungan yang dilakukan adalah :

(a) Menghitung nilai (R) = $R_1 - R_2$

(b) Menghitung nilai diameter butiran tanah (D) = $K \times L/T$

(c) Menghitung nilai (K2) = $a/m \times 100\%$

(d) Menghitung nilai persen massa yang lebih kecil (P) = $K_2 \times R$

(e) Menghitung nilai koreksi persentase lolos saringan (PK)

$$PK = P \times \text{persentase lolos saringan No.200}$$

Dengan :

K = tetapan nilai K untuk soil hidrometer 152 H

T = waktu

a = koreksi soil hidrometer 152 H

m = berat sampel tanah

e. Uji Berat Volume

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

Bahan yang diperlukan :

Sampel tanah asli (*undisturbed sample*)

Peralatan yang digunakan adalah:

- 1) *Extruder*
- 2) Cincin cetakan benda uji
- 3) Pisau pemotong

- 4) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 5) Pelumas
- 6) Cawan

Cara kerja :

- 1) Membersihkan dan menimbang cincin cetakan
- 2) Mencatat tinggi dan diameter cincin cetakan
- 3) Melapisi bagian dalam cetakan dengan pelumas
- 4) Mengeluarkan sampel tanah dari tabung sampel, memasukkan cetakan benda uji dengan menekan ke sampel tanah, sehingga cetakan terisi penuh dengan sampel tanah.
- 5) Mendorong dan meratakan kedua permukaan cetakan dengan pisau pemotong .
- 6) Menimbang ring dan tanah

Perhitungan yang dilakukan adalah :

- 1) Menghitung volume ring
- 2) Menghitung berat tanah

$$\text{Berat tanah} = (\text{berat ring} + \text{tanah}) - \text{berat ring}$$

- 3) Menghitung berat volume tanah basah

$$\gamma = \frac{\text{Berat tanah}}{\text{Volume tanah}}$$

- 4) Menghitung berat volume tanah kering

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{\text{Kadar air}}$$

Nilai kadar air diperoleh dari pengujian kadar air awal

2. Pengujian Sifat Mekanik Tanah

a. Pengujian Kepadatan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah dengan cara tumbukan yaitu dengan mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah.

Bahan – bahan yang digunakan adalah :

- 1) Sampel tanah sebanyak $\pm 12,5$ kg,
- 2) Air secukupnya.

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) Mold standar 4" yang terdiri atas,
 - a) Plat dasar dan alas
 - b) Mold
 - c) *Collar* (leher penahan tanah)
- 2) Hammer dengan mesin pemadat elektrik
- 3) *Extruder* (alat penumbuk)
- 4) Pan segiempat/ talam
- 5) Sendok pengaduk tanah
- 6) Gelas ukur 1000 cc
- 7) Pisau pemotong
- 8) Saringan No. 4(ϕ 4,75 mm)
- 9) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 10) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- 11) Cawan
- 12) Pelumas

- 13) Palu karet
- 14) Kantong plastik
- 15) Kertas saring
- 16) Karung
- 17) Oven

Cara kerja berdasarkan ASTM D 698-78 :

- 1) Penambahan air
 - a) Mengambil tanah sebanyak 12,5 kg dengan menggunakan karung lalu menjemurnya,
 - b) Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan palu karet hingga menjadi butiran tanah terpisah,
 - c) Butiran tanah terpisah diayak dengan saringan No. 4
 - d) Butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dipindahkan atas 5 bagian, masing-masing 2,5 kg, kemudian masukkan masing-masing bagian ke dalam plastik dan ikat rapat-rapat.
 - e) Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel tanah untuk menentukan kadar air awal
 - f) Memasukkan sampel tanah seberat 2,5 kg ke dalam talam, menambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan tangan sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata, dikepalkan dengan tangan. Bila tangan dibuka, tanah tidak hancur dan tidak lengket ditangan, dapat mencatat tambahan air yang telah diberikan (kadar optimum).

- g) Setelah didapatkan perkiraan kadar air optimum, maka disiapkan penambahan air untuk setiap sampel dalam plastik, dengan penambahan air selisih 3 % masing-masing 2 sampel di atas dan 2 sampel di bawah perkiraan kadar air optimum.
 - h) Setelah penambahan air, sampel tanah dimasukkan ke dalam plastik, diikat rapat-rapat dan disimpan selama 24 jam, agar didapat kadar air yang merata.
- 2) Pemadatan tanah
- a) Menimbang mold standar beserta alasnya (tanpa collar)
 - b) Melapisi mold bagian dalam dengan pelumas
 - c) Memasang collar pada mold, lalu meletakkannya pada mesin pemadat elektrik.
 - d) Mengambil salah satu sampel yang telah ditambahkan air sesuai dengan penambahannya
 - e) Dengan *modified proctor*, sampel tanah dibagi dalam 5 bagian. Bagian pertama dimasukkan kedalam mold, ditumbuk 25 kali sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk bagian kedua, ketiga, keempat dan kelima, sehingga bagian kelima mengisi sebagian collar (berada sedikit diatas bagian mold).
 - f) Melepaskan collar dan meratakan permukaan tanah pada mold dengan menggunakan pisau pemotong
 - g) Menimbang mold berikut alas dan tanah didalamnya

- h) Mengeluarkan tanah dari mold dengan ekstruder, ambil bagian tanah untuk pemeriksaan kadar air (ω)
- i) Mengulangi langkah kerja 2.b sampai 2.g untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapatkan 5 data pemadatan tanah

Perhitungan yang dilakukan adalah :

1) Kadar air

- a) Berat cawan + berat tanah basah = W_{cs} (gr)
- b) Berat cawan + berat tanah kering = W_{ds} (gr)
- c) Berat air = $W_c - W_{ds}$ (gr)
- d) Berat cawan = W_c (gr)
- e) Berat tanah kering = $W_{ds} - W_c$ (gr)
- f) Kadar air (ω) = $\frac{W_{cs} - W_{ds}}{W_{cs} - W_c} \%$

2) Berat isi :

- a) Berat mold = W_m (gr)
- b) Berat mold + sampel = W_{ms} (gr)
- c) Berat tanah (W) = $W_{ms} - W_m$ (gr)
- d) Volume mold = V (cm^3)
- e) Berat volume (γ) = W/V (gr/cm^3)
- f) Kadar air (ω)
- g) Berat volume kering

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{100 + \omega} \times 100 \text{ (gr}/\text{cm}^3)$$

- h) Berat volume *zero air void*

$$\gamma_d = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 + (G_s \times \omega)} \text{ (gr}/\text{cm}^3)$$

b. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR sampel tanah asli sehingga dapat diketahui kuat hambatan tanah terhadap penetrasi pada kadar air optimum.

Bahan-bahan yang diperlukan adalah :

- 1) Sampel tanah asli
- 2) Air secukupnya

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) Mold CBR 6" yang terdiri atas,
 - a) Plat dasar dan alas
 - b) Mold
 - c) *Collar* (leher penahan tanah)
- 2) Hammer dengan mesin pemadat elektrik.
- 3) *Extruder* (alat penumbuk)
- 4) Pan segiempat/talam
- 5) Sendok pengaduk tanah
- 6) Gelas ukur 1000 cc
- 7) Pisau pemotong
- 8) Saringan No. 4 (ϕ 4,75 mm)
- 9) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 10) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- 11) Cawan
- 12) Pelumas
- 13) Palu karet

- 14) Kantong plastik
- 15) Karung
- 16) Kertas saring
- 17) Oven
- 18) Stopwatch
- 19) Kepingan pemisah dari logam (Spacer dish)
- 20) Mesin penetrasi dan keping beban

Cara kerja berdasarkan ASTM D-1883 :

- 1) Penambahan air
 - a) Mengambil tanah sebanyak 15 kg dengan menggunakan karung lalu menjemurnya.
 - b) Setelah kering tanah yang masih menggumpal, dihancurkan dengan palu karet sehingga menjadi butiran tanah terpisah.
 - c) Butiran tanah terpisah diayak dengan saringan No.4
 - d) Butiran tanah yang lolos saringan No.4 dipindahkan atas 3 bagian, masing-masing 5 kg kemudian masukkan masing-masing bagian ke dalam plastik dan ikat rapat-rapat.
 - e) Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel tanah untuk menentukan kadar air awal.
 - f) Menentukan kadar air optimum (OMC) dari sampel berdasarkan pengujian pemadatan tanah.
 - g) Menghitung penambahan air yang dibutuhkan sesuai kadar air optimum (OMC) untuk penambahan sampel tanah pada mold.

h) Melakukan penambahan air yang sama untuk ketiga sampel tanah dalam platik. Penambahan air dilakukan di atas talam, diaduk merata dengan sendok pengaduk. Masukkan kembali ke dalam plastik, diikat rapat-rapat dan disimpan selama 24 jam.

2) Pemadatan Tanah untuk CBR

a) Menimbang mold CBR beserta alasnya. Beri tanda pada mold, bila digunakan lebih dari satu mold. Masukkan kepingan pemisah (spacer dish) dan meletakkan kertas saring di atasnya.

b) Melapisi bagian dalam mold dengan pelumas

c) Memasang collar pada mold, lalu meletakkannya pada mesin pemadat elektrik.

d) Mengambil sampel tanah dari plastik yang telah disiapkan kemudian letakkan sampel tanah di atas talam dibagi per lapisan menurut metode penumbukan.

e) Melakukan penumbukkan seperti pemadatan tanah dengan modified proctor

(1) Sampel 1 : dibagi 5 lapis ditumbuk 10 kali setiap lapis
merata

(2) Sampel 2 : dibagi 5 lapis ditumbuk 25 kali setiap lapis
merata

(3) Sampel 3 : dibagi 5 lapis ditumbuk 55 kali setiap lapis
merata

- f) Melepaskan collar dan meratakan permukaan tanah pada mold dengan menggunakan pisau pemotong
 - g) Mengambil sebagian sampel yang tidak terpakai untuk memeriksa kadar air
 - h) Membalikkan mold, mengambil kepingan pemisah dan kertas saring
 - i) Menimbang mold berikut alas dan tanah didalamnya
 - j) Mengulangi langkah kerja yang sama untuk sampel tanah lainnya
- 3) Penetrasi CBR
- a) Memeriksa proving ring dan membersihkan mesin penetrasi CBR.
 - b) Meletakkan mold di atas plat penekan pada alat mesin penetrasi CBR, dengan beban yang masih terpasang.
 - c) Mengatur posisi dial beban dan dial penetrasi pada posisi nol, kemudian melakukan penetrasi dengan memutar engkol dengan kecepatan yang konstan.
 - d) Melakukan pembacaan dial beban pada penetrasi
 - e) Mengangkat mold dari mesin penetrasi CBR, kemudian menimbang mold beserta alas dan tanah di dalamnya.
 - f) Mengeluarkan sampel tanah dari mold dengan menggunakan extruder, kemudian mengambil sebagian tanah untuk pemeriksaan kadar air

Perhitungan yang dilakukan adalah :

- 1) Berat mold = W_m (gram)
- 2) Berat mold + sampel = W_{ms} (gram)
- 3) Berat sampel (W_s) = $W_{ms} - W_m$ (gram)
- 4) Volume mold = V
- 5) Berat Volume = W_s / V (gr/cm^3)
- 6) Kadar air = ω
- 7) Berat volume kering (γ_d) = $\frac{\gamma}{100 + \omega} \times 100$
- 8) Harga CBR :
 - a) Untuk 0,1 “ : $\frac{\text{penetrasi}}{3 \times 1000} \times 100\%$
 - b) Untuk 0,2 “ : $\frac{\text{penetrasi}}{3 \times 1500} \times 100\%$

Dari kedua nilai CBR tersebut diambil nilai yang terkecil,

- 9) Dari ketiga sampel didapat nilai CBR yaitu untuk penumbukan 10 kali, 25 kali dan 55 kali.

c. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear*)

Pengujian geser langsung ini bertujuan untuk mengetahui sudut geser dalam dan nilai kohesi suatu jenis tanah.

Bahan-bahan yang diperlukan :

- 1) Sampel tanah asli (*undisturbed sample*)
- 2) Air secukupnya

Peralatan yang digunakan adalah:

- 1) Frame alat geser langsung beserta *proving ring*
- 2) *Shear box* (sel geser langsung)
- 3) *Extruder* (alat untuk mengeluarkan sampel)
- 4) Cincin (cetakan benda uji)
- 5) Pisau pemotong
- 6) Dial pergeseran
- 7) Stopwatch
- 8) Pelumas
- 9) Beban

Cara kerja berdasarkan ASTM D 3080 :

- 1) Melapisi bagian dalam cetakan dengan pelumas
- 2) Mengeluarkan sampel tanah dari tabung sampel, memasukkan cetakan benda uji dengan menekan ke sampel tanah, sehingga cetakan terisi penuh dengan sampel tanah.
- 3) Mendorong dan meratakan kedua permukaan cetakan dengan pisau pemotong
- 4) Mengeluarkan benda uji dari cetakan dengan ekstruder
- 5) Menimbang benda uji dengan ketelitian 0,01 gram
- 6) Memasukkan benda uji ke dalam cincin geser yang masih terkunci dan tutup kedua cincin geser sehingga menjadi suatu bagian, posisi sampel tanah berada di antara dua batu pori dan kertas saring
- 7) Meletakkan cincin geser beserta sampel tanah di dalam shear box.

- 8) Mengatur stang penekan dalam posisi vertikal dan tepat menyentuh bidang penekan
- 9) Memutar engkol pendorong sampai tepat menyentuh stang penggeser sampel (dial proving ring mulai bergerak)
- 10) Membuka kunci cincin geser
- 11) Memberikan beban pertama seberat 3320 gram dan isi shear box dengan air sampai penuh sehingga sampel terendam.
- 12) Memutar engkol pendorong dengan konstan dan stabil perlahan-lahan selama 15 detik sambil membaca dan memperhatikan dial pergeseran
- 13) Melakukan pembacaan dial proving ring dengan setiap pembacaan dial pergeseran mempunyai selisih waktu 15 detik.
- 14) Setelah pembacaan proving ring maksimum dan mulai menurun percobaan dihentikan
- 15) Mengulangi langkah kerja di atas untuk sampel tanah kedua dengan beban kedua 6640 gram dan sampel tanah ketiga dengan beban ketiga 9960 gram.

Perhitungan yang dilakukan adalah:

- 1) Luas (A) = $\frac{1}{4} \Pi D^2$ (cm²)
- 2) Beban (P) = P/A (Kg/ cm²)
- 3) Gaya Geser = dial x angka kalibrasi (Kg/ cm²)
- 4) Tegangan Geser = Gaya geser / Luas (Kg/ cm²)

d. *Unconfined Compressive Strength (UCS)*

Pengujian UCS ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan bebas suatu jenis tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli tak terganggu (*undisturbed*).

Kekuatan tekanan bebas adalah besarnya tekanan aksial persatuan luas pada saat sampel tanah mengalami keruntuhan saat regangan aksial mencapai 20%.

Bahan yang diperlukan :

Sampel tanah asli (*undisturbed sample*)

Peralatan yang digunakan adalah:

- 1) Mesin tekan bebas dan proving ring
- 2) *Extruder*
- 3) Cetakan tabung
- 4) Pisau pemotong
- 5) Stopwatch
- 6) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 7) Cawan
- 8) Pelumas

Cara kerja :

- 1) Melapisi bagian dalam cetakan dengan pelumas
- 2) Mengeluarkan sampel tanah dari tabung sampel, memasukkan cetakan benda uji dengan menekan ke sampel tanah, sehingga cetakan terisi penuh dengan sampel tanah.

- 3) mendorong dan meratakan kedua permukaan cetakan dengan pisau pemotong .
- 4) Menghitung volume tabung
- 5) Mengeluarkan sampel dari cetakan dengan ekstruder
- 6) Menimbang sampel tanah
- 7) Meletakkan sampel tanah di atas plat penekan bawah secara sentris
- 8) Mengatur ketinggian plat atas dengan tepat menyentuh permukaan atas sampel tanah
- 9) Mengatur dial beban dan deformasi pada posisi nol.
- 10) Menghidupkan mesin, mengambil kecepatan regangan antara $\frac{1}{2}$ % - 20% per menit dari tinggi sampel tanah.
- 11) Membaca dial beban dan mencatat pada regangan 0,5%, 1% dan seterusnya sampai tanah mengalami keruntuhan.

Perhitungan yang dilakukan adalah :

- 1) Luas (A) = $\frac{1}{4} \pi D^2$ (cm²)
- 2) Volume (V) = A x tinggi sampel (cm³)
- 3) Beban = dial x angka kalibrasi (Kg)
- 4) Tegangan = P / A (Kg/ cm²)

e. Pengujian Pengembangan

Tujuan pengujian ini adalah untuk melihat besarnya pengembangan tanah setelah terjadinya penurunan oleh adanya perubahan tekanan vertikal yang bekerja pada tanah tersebut.

Bahan-bahan yang diperlukan:

- 1) Sampel tanah
- 2) Air secukupnya

Peralatan yang digunakan adalah:

- 1) Beban
- 2) Bak perendaman

Cara Kerja :

- 1) Sampel tanah dipadatkan dengan uji proctor modified
- 2) Memberikan beban overburden pada sampel tanah yang telah dipadatkan
- 3) Meletakkan sampel tanah pada bak perendam
- 4) Menggenangi sampel tanah dengan air dan dibiarkan mengembang di bawah tekanan overburden rencana tersebut selama ± 4 hari.

Perhitungan yang dilakukan adalah :

$$\text{Prosentase Pengembangan} = \frac{\text{perubahan tinggi sampel}}{\text{tinggi pengembangan}}$$

E. Pengolahan dan Analisis Data

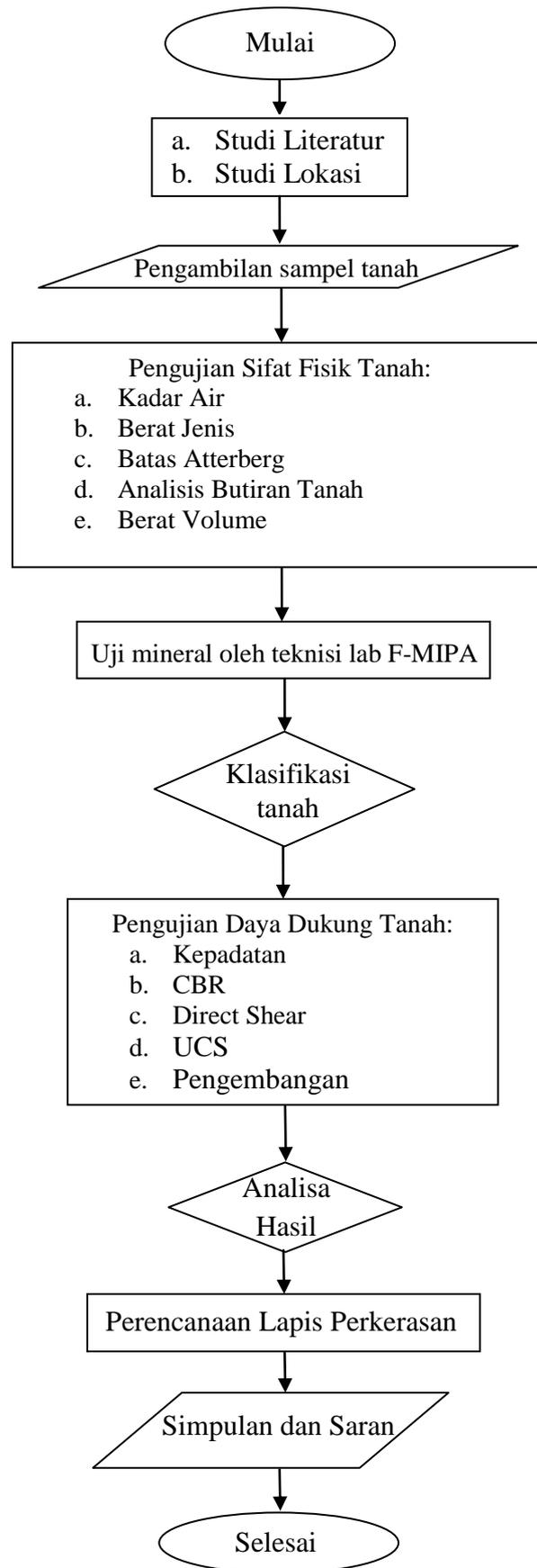
1. Pengolahan Data

Data hasil penelitian laboratorium diolah melalui klasifikasi data dengan menggunakan persamaan-persamaan yang berlaku. Hasil pengolahan data yang diperoleh diuraikan dalam bentuk tabel dan grafik.

2. Metode Analisis Data

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

- a. Hasil yang didapat dari pengujian sifat fisik tanah asli ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO dan USCS.
- b. Dari hasil pengujian CBR diperoleh nilai daya dukung tanah asli. Hasil pengujian CBR ini ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.
- c. Data pengujian percobaan pemadatan tanah digambarkan dalam bentuk grafik hubungan berat volume kering dan kadar air yang digunakan untuk menentukan kadar air optimum
- d. Data pengujian pengembangan tanah digambarkan dalam grafik *swelling* terhadap waktu
- e. Data pengujian tekanan pengembangan tanah digambarkan berdasarkan tinggi sampel terhadap besarnya beban.
- f. Dari analisis data hasil penelitian, maka dapat digunakan dalam perencanaan lapis perkerasan lentur, dengan penambahan data-data asumsi.



Gambar 8. Bagan Alir Penelitian