

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Pekerjaan Lapangan

Dalam penelitian ini, pertama melakukan pengambilan sampel tanah di lapangan. Sampel tanah diambil pada beberapa titik di lokasi pengambilan sampel, hal ini dilakukan supaya sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang akan mewakili jenis tanah pada lokasi pengambilan sampel. Sedangkan untuk pengambilan abu ampas tebu dilakukan di sekitar tempat pembuangan hasil pembakaran ampas tebu.

Sampel tanah yang diambil tidak perlu adanya usaha yang dilakukan untuk melindungi sifat dari tanah tersebut. Sampel tanah tersebut digunakan untuk pengujian analisis saringan, batas-batas konsistensi, pemadatan (*proctor modified*) dan CBR. Pengambilan sampel tanah cukup dengan cara memasukan ke dalam karung plastik atau pembungkus.

#### B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk uji batas-batas konsistensi, uji *proctor modified*, uji CBR dan peralatan pendukung lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

### **C. Bahan Uji**

Bahan uji yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel tanah yang di uji pada penelitian ini yaitu tanah lempung lunak dari daerah Rawa Sragi Desa Blimbingsari Kecamatan Jabung Lampung Timur.
2. Abu ampas tebu yang digunakan merupakan sisa pembakaran ampas tebu di pabrik gula Bunga Mayang, Lampung Utara.
3. Air yang berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.

### **D. Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan Abu Ampas Tebu (*Bagasse Ash*)**

Metode pencampuran masing-masing kadar abu ampas tebu adalah :

1. Abu ampas tebu dicampur dengan sampel tanah yang telah ditumbuk (butir aslinya tidak pecah) dan lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dengan persentase abu adalah 15%.
2. Sampel tanah yang telah tercampur abu ampas tebu siap untuk dipadatkan, lalu diperam selama 14 hari dan dilakukan pengujian CBR, pengujian *Atterberg* serta pengujian berat jenis. Dan sampel lain diperam 14 hari lalu direndam selama 4 hari dilakukan pengujian kembali. Dari grafik nilai uji CBR untuk semua sampel tersebut, sehingga diperoleh nilai Abu Ampas Tebu optimum.
3. Dilakukan pencampuran tanah dan Abu ampas tebu kembali (seperti metode no.1), tetapi menggunakan persentase kadar Abu ampas tebu optimum. Lalu melakukan pemeraman selama 14 hari dan perendaman dengan lama waktu

perendaman untuk setiap sampel tanah masing-masing 1 minggu, 2 minggu, dan 4 minggu yang kemudian dilakukan pengujian CBR (rendaman).

### 1. Uji Kadar Air

Sesuai dengan ASTM D-2216-92, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen.

Bahan-bahan:

- Sampel tanah asli
- Air secukupnya

Peralatan:

- a. *Container*
- b. Oven
- c. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
- d. *Desicator*

Langkah Kerja :

- a. Menimbang *container* dalam keadaan bersih dan kering, serta memberi nomor.
- b. Memasukkan sampel tanah yang akan diuji ke dalam *container*.
- c. Menimbang *container* yang telah berisi sampel tanah.
- d. Memasukkan *container* berisi tanah ke dalam oven dengan temperatur 105°C selama 24 jam.

- e. Setelah itu, memasukkan *container* ke dalam *desicator* untuk menghindari penyerapan uap air dari udara selama proses pendinginan berlangsung.
- f. Menimbang *container* beserta tanah yang telah kering.

Perhitungan :

- a. Berat air ( $W_w$ )  $= W_{cs} - W_{ds}$
- b. Berat tanah kering ( $W_s$ )  $= W_{ds} - W_c$
- c. Kadar air ( )  $= \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$

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. Uji Berat Jenis

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu, sesuai dengan ASTM D-854.

Bahan-bahan:

- Sampel tanah asli
- Air secukupnya

Peralatan :

- a. *Picnometer*
- b. *Thermometer* dengan ketelitian 0,01oC

- c. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
- d. *Boiler* (tungku pemanas)

Langkah Kerja :

- a. Menimbang *picnometer* kosong dalam keadaan bersih dan kering, termasuk tutupnya.
- b. Memasukkan sampel tanah kering ke dalam *picnometer*.
- c. Menimbang *picnometer* beserta tanah kering.
- d. Mengisi air ke dalam *picnometer* yang telah berisi tanah kering sebanyak  $\frac{2}{3}$  dari volume *picnometer*, kemudian memanaskan *picnometer* di atas tungku pemanas (*boiler*).
- e. Setelah mendidih, kemudian mendinginkan *picnometer* hingga temperaturnya sama dengan temperatur ruangan. Lalu menambahkan air ke dalam *picnometer* hingga mencapai garis batas *picnometer* dan ditutup rapat.
- f. Menimbang *picnometer* yang berisi tanah dan air.
- g. Mengukur temperatur air di dalam *picnometer*.
- h. Membersihkan isi *picnometer* dari sampel tanah.
- i. Mengisi *picnometer* dengan air sampai batas garis *picnometer* kemudian menutup dan menimbanginya.

Perhitungan :

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

Dimana :

G<sub>s</sub> = Berat jenis

W1 = Berat *picnometer* (gram)

W2 = Berat *picnometer* + tanah kering (gram)

W3 = Berat *picnometer* + tanah + air (gram)

W4 = Berat *picnometer* + air (gram)

### 3. Uji Batas *Atterberg*

#### a. Batas Cair (*liquid limit*)

Batas cair adalah kadar air minimum dimana tanah tidak mendapat gangguan dari luar (Scott.C.R, 1994). Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui batas cair suatu tanah, tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair sesuai dengan ASTM D-423.

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

Bahan-bahan :

- Sampel tanah yang telah dikeringkan di udara atau oven
- Air bersih atau air suling sebanyak 300 cc

Peralatan :

1. Alat batas cair (mangkuk *Cassagrande*)
2. Alat pembuat alur (*grooving tool*) ASTM untuk tanah yang lebih
3. plastis
4. Spatula
5. Gelas ukur 100 cc
6. *Container* 4 buah
7. Plat kaca

8. *Porcelain dish* (mangkuk porselen)
9. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
10. Oven

Langkah Kerja :

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 sebanyak 150 gram, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan ke dalam mangkuk *Cassagrande* dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
4. Membuat alur tepat di tengah-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 di antara 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 di bawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

Perhitungan :

1. Menghitung kadar air ( ) masing-masing sampel sesuai dengan jumlah ketukan.
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 ketukan ke-25 atau  $x = \log 25$ .

b. Batas plastis (*plastic limit*)

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah dapat dibentuk secara plastis, maksudnya tanah dapat digulung-gulung sampai diameter 3 mm. Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat sesuai dengan ASTM D-424.

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat.

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah sebanyak 100 gram yang telah dikeringkan
2. Air bersih atau air suling 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

Langkah Kerja :

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 benda uji diameter silinder  $\pm 3$  mm.
2. Indeks Plastisitas (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang diuji, dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

#### 4. Uji Pemadatan Tanah Modifikasi (*Proctor Modified*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimal tanah dengan cara mengetahui hubungan atau kadar air dengan kepadatan tanah.

Langkah kerja sesuai dengan ASTM D-698-78.

Bahan-bahan :

- Sampel tanah lempung

- Air suling

Peralatan:

1. *Mold* standar 4" yang terdiri dari :
  - a. Plat dasar
  - b. *Mold*
  - c. *Collar* (leher penahan tanah)
2. *Hammer* seberat 4,5 kg
3. Pan segi empat / talam
4. Sendok pengaduk tanah
5. Gelas ukur 250 cc
6. Pisau pemotong
7. Saringan No.4 (4,75 mm)
8. Timbangan 1 kg dengan ketelitian 0,01 gram
9. Timbangan 20 kg dengan ketelitian 1 gram
10. *Container*
11. Kantong plastik
12. Oven
13. Kain lap

Langkah Kerja :

1. Penambahan air
  - a. Mengambil tanah sebanyak 12,5 kg dengan menggunakan karung goni lalu dijemur.
  - b. Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan tangan.

- c. Butiran tanah yang telah terpisah diayak dengan saringan No. 4.
- d. Butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dipindahkan atas 5 bagian masing-masing 2,5 kg, kemudian memasukkan 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. 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 di tangan.
- g. Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah, penambahan air dilakukan dengan selisih 3%.
- h. Penambahan air untuk setiap sampel tanah dalam plastik dapat dihitung dengan rumus :

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

W = Berat tanah

wb = Kadar air yang dibutuhkan

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

- i. Sesuai perhitungan, lalu melakukan penambahan air setiap 2,5 kg sampel di atas pan dan mengaduknya sampai rata dengan sendok pengaduk.
2. Pemadatan tanah
    - a. Menimbang *mold* standar beserta alas.

- b. Memasang *collar* pada  *mold*, lalu meletakkannya di atas papan.
- c. Mengambil salah satu sampel yang telah ditambahkan air sesuai dengan penambahannya.
- d. Dengan *modified proctor*, tanah dibagi ke dalam 5 bagian. Bagian pertama dimasukkan ke dalam  *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*).
- e. Melepaskan  *collar* dan meratakan permukaan tanah pada  *mold* dengan menggunakan pisau pemotong.
- f. Menimbang  *mold* berikut alas dan tanah di dalamnya.
- g. Mengeluarkan tanah dari  *mold* dengan  *extruder*, ambil bagian tanah (alas dan bawah) dengan menggunakan 2  *container* untuk pemeriksaan kadar air ( ).
- h. Mengulangi langkah kerja 2.b sampai 2.g untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapatkan 5 data pemadatan tanah.

Perhitungan:

1. Kadar air

- a. Berat cawan + berat tanah basah :  $W_1$  (gr)
- b. Berat cawan + berat tanah kering :  $W_2$  (gr)
- c. Berat air :  $W_1 - W_2$
- d. Berat cawan :  $W_c$  (gr)
- e. Berat tanah kering :  $W_2 - W_c$  (gr)

$$f. \text{ Kadar air} = \frac{W1 - W2}{W2 - Wc}$$

2. Berat ring dan tanah ( $Wcs$ ).

- a. Berat  *mold*  :  $Wm$  (gr)
- b. Berat  *mold*  + sampel :  $Wms$  (gr)
- c. Berat tanah ( $W$ ) :  $Wms - Wm$
- d. Volume  *mold*  :  $\frac{1}{4} * \pi * d^2 * t$
- e. Berat isi ( ) =  $W/V$
- f. Kadar air ( )
- g. Berat volume kering (  $d$  ) :

$$z = \frac{\gamma}{100 + \omega} \times 100$$

h. Berat Volume  *Zero Air Void*  (  $z$  )

$$\gamma_z = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 + G_s \times \gamma_w}$$

### 5. Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Tujuannya adalah untuk menentukan nilai CBR dengan mengetahui kuat hambatan campuran tanah dengan abu gunung Merapi terhadap penetrasi kadar air optimum. Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan 4 sampel tanah yang lolos saringan No. 4 masing-masing sebanyak 5 kg ditambah sedikit untuk mengetahui kadar airnya.
- b. Mencampur tanah dengan abu gunung Merapi sesuai dengan kadar yang telah ditentukan.
- c. Menentukan penambahan air dengan rumus :

$$\text{Penambahan Air : } \frac{(\text{Berat sampel} \times (\text{OMC} - \text{MC}))}{100}$$

dimana :

OMC : Kadar air optimum dari hasil uji pemadatan

MC : Kadar air mula-mula

- d. Menambahkan air yang telah didapat pada campuran dan diaduk hingga merata.
- e. Memasukkan sampel ke dalam *mold* lalu menumbuk secara merata. Melakukan penumbukan sampel dalam *mold* dengan 5 lapisan dan banyak tumbukan pada masing-masing sampel adalah :
  - Sampel 1 : Setiap lapisan ditumbuk 10 kali
  - Sampel 2 : Setiap lapisan ditumbuk 25 kali
  - Sampel 3 : Setiap lapisan ditumbuk 55 kali
- f. Melepaskan *collar* dan meratakan sampel pada *mold* lalu menimbang *mold* berikut sampel tersebut.
- g. Mengambil sebagian sampel yang tidak terpakai untuk memeriksa kadar air.
- h. Melembabkan sampel dan setelah itu merendam sampel di dalam bak air, setelah itu dilakukan pengujian CBR.
- i. Berat volume kering (  $d$  )

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

- j. Harga CBR :

$$1. \text{ Untuk } 0,1 \text{ " : } \frac{\text{Penetrasi}}{3 \times 1000} \times 100 \%$$

$$2. \text{ Untuk } 0,2 \text{ " : } \frac{\text{Penetrasi}}{3 \times 1500} \times 100 \%$$

Dimana :

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 =  $W_s / V$  ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
  6. Kadar air =
- k. Dari ketiga sampel didapat nilai CBR yaitu untuk penumbukan 10 kali, 25 kali dan 55 kali.

#### 6. Pengembangan Tanah (*Swelling*)

Sesuai dengan ASTM D-4829-03, pengujian ini bertujuan untuk melihat seberapa besar nilai pengembangan tanah pada saat dilakukan perendaman sampel tanah di dalam air.

Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

Sebelum dilakukan pengujian terhadap CBR rendaman, tanah campuran dengan kadar abu optimum direndam dalam bak berisi air dengan variasi waktu selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Pada saat tanah direndam, dilihat dan dicatat besar pengembangannya (*swelling*). Pembacaan *dial* pengembangan dilakukan selama umur perendaman dengan jangka waktu setiap 24 jam.

Perhitungan :

$$\text{Nilai Pengembangan} = ( H / H_1 ) * 100\%$$

Keterangan :

$$H = H_2 - H_1$$

H = pengembangan akibat peningkatan air

H1 = tinggi benda uji sebelum penambahan air (cm)

H2 = tinggi benda uji setelah penambahan air (cm)

#### **E. Urutan Prosedur Penelitian**

1. Dari hasil pengujian percobaan analisis saringan dan batas *Atterberg* untuk tanah asli (0%) digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO.
2. Dari data hasil pengujian pemadatan tanah untuk sampel tanah asli (0%), grafik hubungan berat volume kering dan kadar air untuk mendapatkan nilai kadar air kondisi optimum yang akan digunakan untuk membuat sampel pada uji CBR.
3. Data pengujian pemadatan berupa grafik hubungan berat volume kering dan kadar air untuk mendapatkan kadar air kondisi optimum untuk sampel tanah asli yang distabilisasi abu Ampas Tebu dengan variasi kadar campuran 5%,10%,15% dan 20%..
4. Melakukan pencampuran sampel tanah asli dan abu Ampas Tebu dengan persentase 15% lalu dilakukan pemadatan dan pembuatan sampel dalam *mold* CBR untuk pengujian selanjutnya.
5. Melakukan pemeraman selama 14 hari setelah itu dapat dilakukan pengujian CBR, batas *Atterberg* dan berat jenis untuk mendapatkan kadar abu optimum.



6. Setelah didapatkan kadar abu optimum, maka dilakukan pembuatan sampel kembali dengan variasi waktu perendaman 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari kemudian dilakukan pengujian CBR.

#### **F. 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 yang 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 ukuran butiran tanah, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas *Atterberg*, uji pemadatan tanah dan uji CBR ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang nantinya akan didapatkan kadar air kondisi optimum.
3. Dari hasil pengujian CBR terhadap masing-masing campuran yaitu 5%, 10% dan 15% setelah waktu pemeraman ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hasil pengujian dan didapatkan kadar Abu ampas tebu optimum.
4. Setelah didapatkan kadar abu optimum dilakukan variasi perendaman selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari dan kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hasil pengujian.
5. Dari seluruh analisis hasil penelitian tersebut, maka akan dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tabel dan grafik yang telah ada terhadap hasil penelitian yang didapat.



**Gambar 9.** Bagan alir penelitian.

