

III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Tanah

Tanah yang akan diuji adalah jenis tanah berbutir halus dari Yoso Mulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro. Pengambilan sampel dilakukan pada cuaca cerah, sehingga sampel tanah yang diambil tidak mengandung air yang berlebihan. Pada penelitian ini cetakan batu bata berupa persegi dengan masing-masing ukuran : 4cm x 4cm x 4cm, 5cm x 5cm x 5cm, 6cm x 6cm x 6cm, dan 7cm x 7cm x 7cm. Masing-masing cetakan dibuat 90 sampel terdiri dari 30 sampel uji kuat tekan sebelum pembakaran, 30 sampel uji kuat tekan pasca pembakaran, dan 30 sampel uji daya serap air.

B. Metode Pencampuran Tanah dengan Bahan *Additive* Abu Sekam Padi

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Ada 3 tahap yang dilakukan dalam pengujian, yaitu :

1. Pengujian sifat fisik tanah.
2. Pengujian kuat tekan dan daya serap air terhadap batu bata dengan komposisi campuran material tanah abu sekam padi dengan kadar 5 %.
3. Tanah yang sudah tercampur abu sekam padi siap untuk dicetak, lalu diperam selama 14 hari, dikeringkan dengan penganginan, dibakar selama 2 x 24 jam dan pengujian daya serap air selama 24 jam.

C. Pelaksanaan Pengujian

1. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Sifat - sifat fisik tanah berhubungan erat dengan kelayakan pada penggunaan yang diharapkan dari tanah. Kekokohan dan kekuatan pendukung, kapasitas penyimpanan air, plastisitas semuanya secara erat berkaitan dengan kondisi fisik tanah. Hal ini berlaku untuk tanah yang akan digunakan sebagai bahan struktural dalam pembangunan jalan raya, bendungan, dan pondasi untuk sebuah gedung atau untuk sistem pembuangan limbah.

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung. Pengujian - pengujian yang dilakukan antara lain :

a. Kadar air (*Water Content*)

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.

Cara kerja berdasarkan ASTM D-2216 :

- 1) Menimbang cawan yang akan digunakan dan memasukkan benda uji kedalam cawan dan menimbanginya.
- 2) Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- 3) Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven dan menghitung prosentase kadar air.

b. Berat Volume (*Unit Weight*)

Sesuai dengan ASTM D - 2937, pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah.

Cara kerja berdasarkan ASTM D-2937 :

- 1) Membersihkan dan menimbang *ring* contoh
- 2) Memberikan oli pada *ring* contoh agar tanah tidak melekat pada *ring*.
- 3) Mengambil sampel tanah pada tabung contoh dengan cara menekan *ring* ke sampel tanah sehingga *ring* masuk ke dalam sampel tanah.
- 4) Meratakan permukaan tanah dengan pisau.
- 5) Menimbang *ring* dan tanah.

Perhitungan :

- 1) Berat *ring* (W_c)
- 2) Volume *ring* bagian dalam (V)
- 3) Berat *ring* dan tanah (W_{cs})
- 4) Berat tanah (W) = $W_{cs} - W_c$
- 5) Berat volume (γ)

$$\gamma = \frac{W}{V} \text{ (gr/cm}^3 \text{ atau t/m}^3\text{)}$$

c. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

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.

Cara kerja berdasarkan ASTM D-854 :

- 1) Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu 60°C sampai dapat digemburkan atau dengan pengeringan matahari.
- 2) Mendinginkan tanah dengan Desikator lalu menyaring dengan saringan No. 200 dan apabila tanah menggumpal ditumbuk lebih dahulu.
- 3) Mencuci labu ukur dengan air suling dan mengeringkannya.
- 4) Menimbang labu tersebut dalam keadaan kosong.
- 5) Mengambil sampel tanah antara 25-30 gram.
- 6) Memasukkan sampel tanah ke dalam labu ukur dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- 7) Mengeluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap di dalam butiran tanah dengan menggunakan pompa vakum.
- 8) Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya dalam temperatur tertentu.

d. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui batas cair suatu tanah. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair sesuai dengan ASTM D – 423.

Cara kerja berdasarkan ASTM D-4318 :

- 1) Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan menggunakan saringan no. 40.
- 2) Mengatur tinggi jatuh mangkuk casagrande setinggi 10 mm.
- 3) Mengambil sampel tanah yang lolos saringan no. 40 sebanyak 150 gram, kemudian dimasukkan kedalam mangkuk casagrande 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 diatas 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.

e. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah dapat dibentuk secara plastis. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat sesuai dengan ASTM D - 424.

Cara kerja berdasarkan ASTM D 4318 :

- 1) Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan no. 400
- 2) Mengambil sampel tanah kira-kira sebesar ibu jari dan dibulatkan, kemudian digulung-gulung di atas plat kaca hingga terbentuk batang memanjang kira-kira berdiameter 3 mm sampai retak-retak atau putus-putus.
- 3) Memasukkan benda uji kedalam container kemudian ditimbang
- 4) Menentukan kadar air benda uji

Perhitungan :

- 1) Nilai batas plastis adalah kadar air rata-rata dari ketiga benda uji
- 2) Plastis Indeks (PI) :
- 3) $PI = LL - PL$

f. Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Tujuan pengujian analisis saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 (\emptyset 0,075 mm).

Langkah kerja :

- 1) Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram, kemudian memeriksa kadar airnya.
- 2) Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
- 3) Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.
- 4) Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

Perhitungan :

- 1) Berat masing-masing saringan (W_{ci})
- 2) Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan (W_{bi})
- 3) Berat tanah yang tertahan (W_{ai}) = $W_{bi} - W_{ci}$
- 4) Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan ($\sum W_{ai} \approx W_{tot}$)
- 5) Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan (P_i)

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

- 6) Persentase berat tanah yang lolos masing-masing saringan (q) :

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

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

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

g. Uji Pemadatan Tanah (*Soil Compaction*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum tanah dengan cara mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah, berdasarkan ASTM D - 698 - 78.

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 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 ditangan.

Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah, penambahan air dilakukan dengan selisih 3%.

- g. 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 : $W_w = W_{wb} - W_{wa}$

- h. Sesuai perhitungan, lalu melakukan penambahan air setiap 2,5 kg sampel di atas pan dan mengaduk sampai rata dengan sendok pengaduk, dimasukkan dalam plastik dan diperam selama 24 jam

2) Pemasakan tanah

- a. Menimbang *mold* standar beserta alas.
- b. Memasang *collar* pada *mold*, lalu meletakkannya di atas papan.
- c. Mengambil salah satu sampel tanah yang telah ditambahkan air dan diperam selama 24 jam.
- d. Dengan *modified proctor*, tanah dibagi kedalam 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 (ω).
- h. Mengulangi langkah kerja 2.b sampai 2.g untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapatkan 5 data pemadatan tanah.

Perhitungan:

1) Kadar air (ω)

- 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. Kadar air = $\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c}$

2) Berat volume kering (γ_d)

- 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* : $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$
- e. Berat isi (γ) = W/V
- f. Kadar air (ω)
- g. Berat volume kering (γ_d) :

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

h. Berat Volume Zero Air Void (γ_z)

$$\gamma_{zav} = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 + G_s \times \gamma_w}$$

2. Pengujian Batu Bata

Melakukan pengujian kuat tekan dan daya serap air terhadap batu bata dengan komposisi campuran material tanah, kadar tertentu untuk mendapatkan kadar optimum, serta nilai daya serap dan kuat tekan optimum batu bata.

Pada pengujian ini setiap sampel tanah dibuat campuran dengan kadar abu sekam padi dengan kadar campuran 5% dengan masa pemeraman selama 14 hari, pengeringan dengan penganginan, lalu pembakaran selama 2 x 24 jam dan pengujian daya serap air. Pelaksanaan pengujian kuat tekan dan daya serap air dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

a. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada batu bata adalah untuk mendapatkan besar beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh batu bata. Alat uji yang digunakan adalah mesin desak. Pengujian ini dapat dilakukan dengan meletakkan benda uji pada alat uji dimana di bawah dan di atas benda uji diletakkan pelat baja kemudian jalankan mesin desak dan dicatat gaya tekan maksimumnya. Kuat tekan batu bata dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$1. \text{ Kuat Tekan } (f_c) = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

P = beban hancur

A = luas bidang tekan (cm²)

$$2. \text{ Kuat tekan yang dipersyaratkan } (f_c') = f_{cr} - k.SD$$

Keterangan :

f_{cr} = kuat tekan rata-rata

k = tetapan statistic k = 1,64

SD = standar deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cr})^2}{N - 1}} \quad (\text{kg/cm}^2, \text{MPa})$$

b. Pengujian Daya Serap Air

Pengukuran daya serap merupakan persentase perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering dengan massa kering besarnya daya serap dikerjakan hasilnya sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Sampel yang sudah diukur merupakan massa kering dan direndam selama 24 jam lalu diukur massa basah menggunakan neraca analitis.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\%$$

dengan : W_k = Berat sampel kering (g)

W_b = Berat sampel setelah direndam air (g)

D. Urutan Prosedur Penelitian

1. Pencampuran Material Bahan

Sebelum pencampuran material bahan, sampel tanah telah diuji sifat fisik, meliputi pengujian kadar air, analisis saringan, berat jenis, berat volume, batas-batas atterberg, dan uji pemadatan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum pada pencampuran sampel.

Setelah mengetahui data uji, maka campuran dapat dibuat dengan melakukan pencampuran tanah lempung + abu sekam padi + air dengan komposisi masing-masing bahan campuran.

2. Pemeraman dan Pencetakan Batu Bata

Setelah campuran teraduk dengan rata, campuran telah diperam selama 14 hari, maka batu bata dapat dicetak. Langkah awal pencetakan batu bata yaitu menaruh bahan yang telah dicampur ke dalam mesin cetak.

3. Pengeringan Batu Bata

Proses pengeringan batu bata dilakukan secara bertahap, digunakan terpal atau penutup plastik dengan tujuan agar batu bata tidak terkena panas matahari langsung. Apabila proses pengeringan terlalu cepat dalam artian panas matahari terlalu menyengat, akan mengakibatkan timbulnya retakan-retakan pada batu bata nantinya. Batu bata yang sudah berumur satu hari dari masa pencetakan kemudian dibalik. Setelah cukup kering, batu bata tersebut ditumpuk menyilang satu sama lain agar terkena angin. Jika kondisi cuaca baik, proses pengeringan memerlukan waktu tujuh hari. Sedangkan jika kondisi udara lembab, proses pengeringan batu bata membutuhkan waktu sekurang-kurangnya 7 hari.

4. Pembakaran Batu Bata

Proses pembakaran batu bata harus berjalan seimbang dengan kenaikan dan kecepatan suhu. Proses pembakaran dilakukan 2x24 jam setelah itu dilakukan proses pengujian daya serap air sebagian sampel dan sebagian sampel dilakukan uji kuat tekan.

5. Pengujian Daya serap Air dan Kuat Tekan

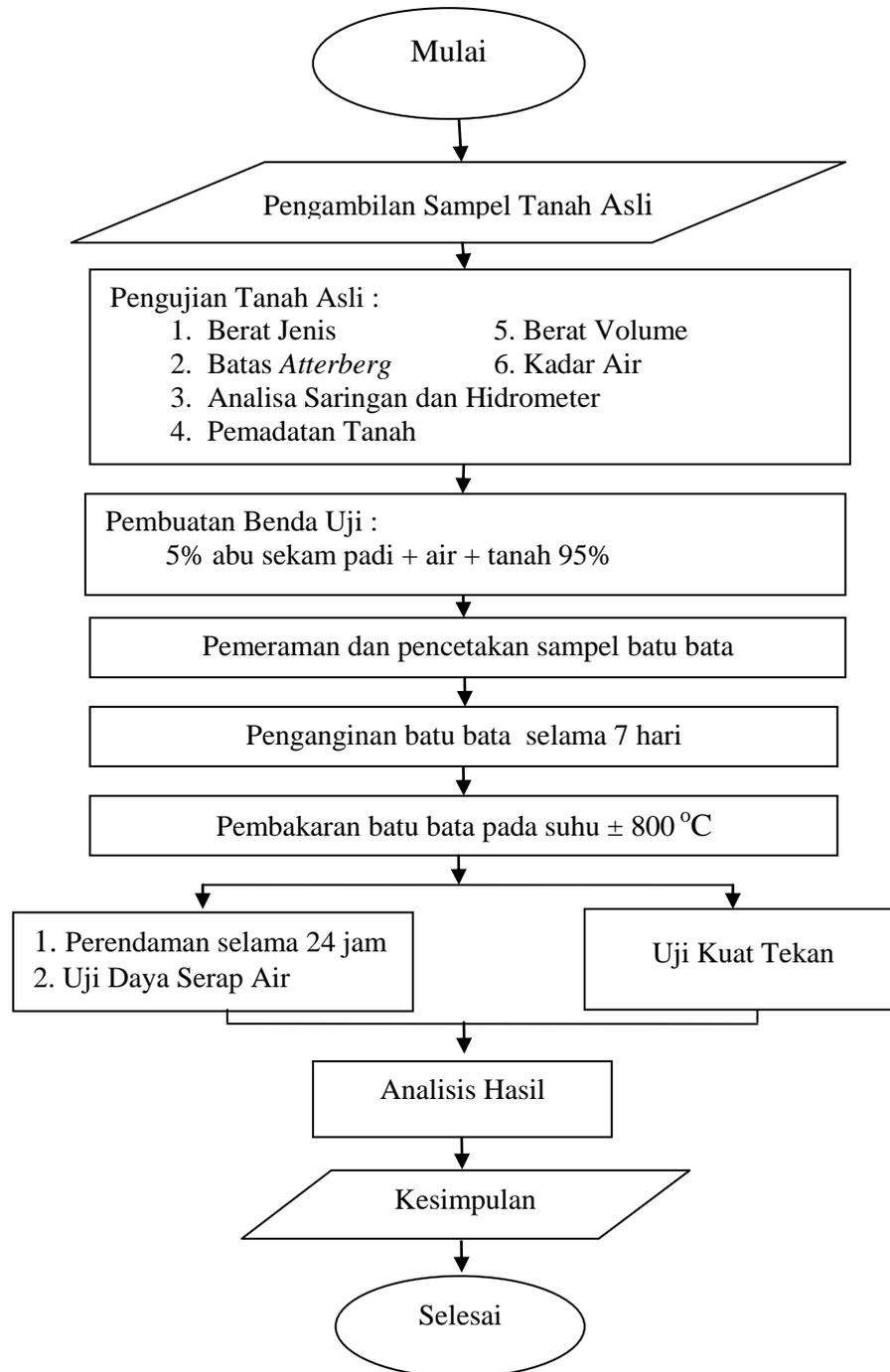
Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui besarnya daya serap yang terdapat pada benda uji. Semakin banyak daya serap yang terdapat pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya, begitu pula sebaliknya. Pengujian kuat tekan pada batu bata adalah untuk mendapatkan besarnya beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh batu bata. Alat uji yang digunakan adalah *proving ring*.

E. Bagan Alir Penelitian

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

1. Hasil yang didapat dari pengujian sampel tanah asli ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO.
2. Dari hasil pengujian kuat tekan terhadap campuran dengan kadar 5 % abu sekam padi setelah waktu pengeringan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hasil pengujian.
3. Dari seluruh analisis hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tabel dan grafik yang telah ada terhadap hasil penelitian yang didapat.

Dari seluruh analisis hasil yang telah ditampilkan, dapat diuraikan bagan alir terhadap hasil penelitian, diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian