

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 PEKERJAAN PERSIAPAN**

Kegiatan yang dilakukan dalam pekerjaan persiapan meliputi :

1. Pengumpulan informasi dan studi pendahuluan.
2. Pembuatan proposal dan pengumpulan literatur pendukung.
3. Mengurus perijinan untuk kegiatan penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII.
4. Pengambilan benda uji di lapangan dan persiapan bahan tambahannya (*additive*).
5. Konsultasi dengan dosen pembimbing merupakan rangkaian awal dalam pekerjaan persiapan.

#### **4.2 PEKERJAAN LAPANGAN**

Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengambilan sampel untuk bahan penelitian yang akan diuji. Adapun sampel yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Tanah Pasir  
Dalam penelitian ini, sampel tanah yang digunakan adalah tanah pasir yang berasal dari Kali Progo, Yogyakarta.
2. Air  
Air yang diambil dari PDAM yang tersedia di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta.
3. Bentonit dan kapur padam  
Bentonit dan kapur padam yang digunakan sebagai bahan tambah (*additive*) yang berfungsi sebagai bahan untuk mengikat butir-butir agregat yang ada pada pasir. Pada penelitian ini digunakan bentonit dengan variasi campuran 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1%.

Peralatan yang digunakan adalah semua alat yang terletak di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta.

#### 4.3 PEKERJAAN LABORATORIUM

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta. Pengujian yang dilakukan yaitu sebagai berikut ini.

##### 4.3.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah

###### 1. Pengujian Kadar Air (ASTM D 2216-71)

###### a. Peralatan yang Digunakan

- 1). *Container*.
- 2). Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3). *Oven*.
- 4). *Desikator*.

###### b. Benda Uji yang Digunakan

Benda uji berupa tanah basah terganggu maupun tanah yang tidak terganggu.

###### c. Prosedur Pengujian

- 1). *Container* dibersihkan dengan kain, kemudian ditimbang beserta tutupnya dan beratnya dicatat ( $W_1$ ) gram.
- 2). Masukkan contoh tanah yang diuji ke dalam *container*, kemudian ditimbang beserta tutupnya ( $W_2$ ) gram.
- 3). Dalam keadaan terbuka dimasukkan dalam *oven*, suhu oven diatur secara konstan antara  $105^{\circ}$ - $110^{\circ}$  C selama 16 sampai 20 jam.
- 4). Setelah di *oven* tanah didinginkan dalam *desikator*, kemudian *container* beserta tutupnya ditimbang ( $W_3$ ) gram.

## 2. Pengujian Berat Volume Tanah (SNI 03-3637-1994)

### a. Peralatan yang Digunakan

- 1). Timbangan ketelitian 0,01 gram.
- 2). Ring berat volume dari baja.
- 3). *Kalifer*.
- 4). Pisau perata.

### b. Benda Uji yang Digunakan

Benda uji berupa tanah yang sudah dipadatkan atau tanah asli.

### c. Prosedur Pengujian

- 1). Ring dibersihkan kemudian ditimbang ( $W_1$ ) gram.
- 2). Ukur diameter ( $d$ ) dan tinggi ( $t$ ) kemudian dihitung volumenya ( $V$ ).
- 3). Oleskan oli pada sisi ring sebelah dalam dan luarnya, kemudian ring dimasukkan kedalam sampel tanah dengan cara menekan.
- 4). Ratakan permukaan tanah rata dengan permukaan ring, serta bersihkan sisi luarnya dengan kain kemudian ditimbang ( $W_2$ ) gram.

## 3. Pengujian Berat Jenis (ASTM D 854-72)

### a. Peralatan yang Digunakan

- 1). *Picknometer*.
- 2). Timbangan.
- 3). Air *destilasi* bebas udara.
- 4). *Oven*.
- 5). *Desikator*.
- 6). *Termometer*.
- 7). Cawan porselin.
- 8). Saringan No.10.
- 9). Kompor pemanas.

### b. Benda Uji yang Digunakan

Benda uji yang digunakan tanah kering lolos saringan no. 10.

c. Prosedur Pengujian

- 1). *Picknometer* dibersihkan kemudian ditimbang dengan tutupnya (W1) gram.
- 2). Masukkan sampel tanah lolos saringan no. 10 ke dalam *picknometer*, seperempat dari volume *picknometer*, kemudian ditimbang dengan tutupnya (W2) gram.
- 3). Masukkan air *destilasi* ke dalam *picknometer* sampai 2/3 dari isinya kemudian diamkan kira-kira 30 menit.
- 4). Keluarkan udara yang terdapat pada butiran tanah, hal ini dapat dilakukan dengan cara :
  - a). *Picknometer* dimasukkan ke dalam pompa *vacuum* dalam keadaan terbuka kemudian diberikan tekanan tidak melebihi 100 cmHg, sehingga gelembung udara dapat keluar dari pori-pori tanah dan air menjadi jernih.
  - b). *Picknometer* direbus dengan hati-hati selama 10 menit dengan sesekali *picknometer* digoyang-goyang untuk membantu keluarnya gelembung udara, kemudia dimasukkan ke dalam *desikator* smpai mencapai suhu ruangan selama kurang lebih 2 jam.
- 5). Tambahkan air *destilasi* ke dalam *picknometer* sampai penuh dan ditutup bagian luarnya, setelah itu *picknometer* berisi tanah dan air penuh ditimbang (W3) gram.
- 6). Ukur suhu air dalam *picknometer* dengan *termometer* dan catat = T.
- 7). Buang seluruh isi *picknometer* kemudian diisi dengan air *destilasi* sampai penuh, ditutup dan ditimbang (W4) gram.

4. Pengujian Analisa Saringan (ASTM D 422-72)

a. Peralatan yang Digunakan

- 1). Satu set saringan no. 10, 20, 40, 60, 140, 200, dan pan saringan.
- 2). Kuas.
- 3). Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 4). Mesin penggetar.

- 5). *Oven*.
- b. Benda Uji yang Digunakan
 

Benda uji yang digunakan adalah butiran yang tertinggal pada saringan no. 200 yang sudah dikeringkan.
- c. Prosedur Pengujian
  - 1). Butiran tanah yang tertahan pada saringan no. 200 disaring dengan satu set saringan yang disusun dengan urutan dari atas mulai no. 10, 20, 40, 60, 140, 200, dan pan.
  - 2). Letakkan susunan saringan tersebut pada mesin penggetar dan digetarkan selama 3-5 menit.
  - 3). Timbang butir-butir tanah yang tertahan pada masing-masing saringan (d1, d2, d3, d4, d5, d6).

#### 4.3.2 Pengujian Sifat Mekanis Tanah

1. Pengujian Pemadatan Tanah/*Standard Proctor* (ASTM D 698-70)
  - a. Peralatan yang Digunakan
    - 1). Cetakan silinder 102 mm (4 inchi) kapasitas  $0,000943 \pm 0,000008 \text{ m}^3$  ( $0,0333 \pm 0,003 \text{ cu ft}$ ) dengan diameter dalam  $102,6 \pm 0,406 \text{ mm}$  (4,00 inchi  $\pm 0,016 \text{ inchi}$ ), tinggi  $116,43 \pm 0,127 \text{ mm}$  (4,584 inchi  $\pm 0,005 \text{ inchi}$ ).
    - 2). Alat penumbuk tangan dari logam dengan permukaan rata diameter  $50,8 \text{ mm} \pm 0,127 \text{ mm}$  (2,00 inchi  $\pm 0,005 \text{ inchi}$ ) berat  $2,495 \pm 0,009 \text{ kg}$  ( $5,5 \pm 0,02 \text{ lb}$ ) dilengkapi dengan selubung yang dapat mengatur tinggi jatuh secara bebas setinggi  $304,8 \text{ mm} \pm 1,524 \text{ mm}$  (12,00 inchi  $\pm 0,06 \text{ inchi}$ ). Dapat juga dipakai alat penumbuk mekanis dari logam dilengkapi alat kontrol dengan tinggi jatuh bebas  $304,8 \text{ mm} \pm 1,524 \text{ mm}$  (12,00 inchi  $\pm 0,06 \text{ inchi}$ ) dan dapat membagi tumbukan merata di atas permukaan. Alat tumbuk mempunyai permukaan yang rata berdiameter  $50,8 \pm 0,127 \text{ mm}$  (2,00 inchi  $\pm 0,05 \text{ inchi}$ ) dengan berat  $2,495 \text{ kg} \pm 0,009 \text{ kg}$  ( $5,5 \pm 0,02 \text{ lb}$ ).
    - 3). Alat pengeluar sampel tanah (*extruder*).

- 4). Timbangan dengan kapasitas 11,5 kg dengan ketelitian 5 gram.
  - 5). Alat perata besi panjang 25 cm salah satu sisi memanjang tajam sebelahnya datar.
  - 6). Saringan no. 4.
  - 7). Talam, penumbuk dari kayu, pengaduk, sendok.
  - 8). Satu unit alat pengujian kadar air.
- b. Benda Uji yang Digunakan
- 1). Bila tanah yang diambil dari lapangan dalam keadaan lembab, maka terlebih dahulu dikeringkan sehingga menjadi gembur. Kemudian butiran tanah ditumbuk tetapi butir asli tidak pecah.
  - 2). Tanah yang sudah ditumbuk disaring dengan saringan no. 4.
  - 3). Jumlah sampel didalam pengujian sebanyak 15 kg.
  - 4). Benda uji dibagi menjadi 6 bagian, tiap bagian dicampur air yang ditentukan dan diaduk sampai merata. Penambahan air diatur sehingga diperoleh benda uji sebagai berikut :
    - a). Tiga buah sampel dengan kadar air kira-kira dibawah optimum dan tiga sampel lain kira-kira diatas optimum.
    - b). Perbedaan kadar air masing-masing antara 3 persen sampai 5 persen.
    - c). Masing-masing benda uji dimasukkan ke dalam kantong plastik, disimpan selama 12 jam sampai kadar air merata.
- c. Langkah Kerja
- 1). Prosedur Pengujian
    - a). Timbang cetakan 102 mm (4 inchi) dan keping alas dengan ketelitian 5 gram (W1) gram.
    - b). Cetakan leher dan keping alas dipasang jadi satu dan ditempatkan pada landasan yang kokoh.
  - 2). Pelaksanaan Pengujian
    - a). Ambil salah satu dari keenam sampel yang sudah dipisahkan, aduk dan padatkan dalam cetakan dengan cara sebagai berikut :

- i. Jumlah seluruh tanah harus tepat sehingga tinggi kelebihan tanah yang diratakan setelah leher dilepas tidak lebih dari 5 mm.
  - ii. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk standard sehingga dengan berat 2,495 kg (5,5 lb) dengan tinggi jatuh 30,5 cm (12 inchi).
  - iii. Tanah dipadatkan 3 lapis, tiap lapis ditumbuk dengan 25 kali tumbuk.
- b). Leher sambung dilepas, potong kelebihan tanah dari bagian keliling dengan pisau perata. Timbang cetakan yang berisi benda uji beserta keping alas dengan ketelitian 5 gram (W2).
  - c). Benda uji dikeluarkan dengan alat *extruder* dan diambil sebagian kecil dari benda uji untuk pengujian kadar air kemudian tentukan nilai kadar airnya.

## 2. Pengujian CBR (ASTM D 1883-73)

### a. Peralatan yang Digunakan

- 1). Mesin penetrasi minimal berkapasitas 4,45 ton (10.000 lb) dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm (0,05 inchi) per menit.
- 2). Cetakan logam berbentuk silinder dengan diameter dalam  $152,4 + 0,6609$  mm (6 inchi + 0,0026 inchi) dengan tinggi  $177,8 + 0,13$  mm (7 inchi + 0,005 inchi). Cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung dengan tinggi 50,8 (2,0 inchi) dan keping alas logam yang berlubang-lubang dengan tebal 9,53 mm (3/8 inchi) dan diameter lubang tidak boleh lebih dari 1,59 mm (1/16 inchi).
- 3). Piringan pemisah dari logam (*spencer disk*) dengan diameter 150,8 mm (5 15/16 inchi) dengan tebal 61,4 mm (2,416 inchi).
- 4). Alat penumbuk sesuai dengan cara pemeriksaan kepadatan.
- 5). Alat pengukur pengembangan (*swell*) yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengatur, tripot logam dan arloji penunjuk.

- 6). Keping beban dengan berat 2,27 kg (5 pound) dengan diameter 194,2 mm (2 1/8 inchi).
  - 7). Torak penetrasi logam berdiameter 49,5 mm (1,95 inchi) luas 1935 mm (3 inchi) dan panjangnya tidak kurang dari 101,6 mm (4 inchi).
  - 8). Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan 0,01 gram.
  - 9). Peralatan bantu lainnya (talam perata, bak perendam,dll)
- b. Benda Uji yang Digunakan
- Benda uji yang digunakan berupa tanah kering udara sebanyak 5 kg.
- c. Prosedur Pengujian
- 1). Persiapan Pengujian
    - a). Ambil contoh kering udara seperti yang digunakan pada percobaan pemadatan sebanyak 5 kg.
    - b). Campur tanah tersebut dengan air sampai kadar air optimum (nilai kadar air optimum dilihat pada pengujian kepadatan).
    - c). Setelah diaduk hingga rata, masukkan contoh tanah tadi ke dalam kantong plastik, diikat kemudian diamkan selama 24 jam.
    - d). Timbang cetakan (*mold*) lalu catat beratnya. Pasang cetakan pada keping alas dan masukkan *spacer disk* didalamnya kemudian pasang kertas filter di atasnya.
    - e). Padatkan contoh tanah yang sudah dicampur air pada keadaan optimum ke dalam cetakkan, kemudian laksanakan pemadatan sesuai dengan percobaan pemadatan. Jumlah tumbukan yang dibutuhkan adalah 56 kali.
    - f). Buka leher sambungan (*collar*) dan ratakan dengan pisau.
    - g). Tambal lubang-lubang yang mungkin terjadi karena lepasnya butir-butir kasar dengan bahan yang lebih halus. Timbang benda uji beserta cetakannya kemudian catat beratnya.
    - h). Untuk pemeriksaan CBR langsung (*Unsoaked CBR*), benda uji ini telah siap untuk diperiksa nilai CBR nya. Bila dikehendaki CBR yang direndam (*Soaked CBR*) harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- i. Pasang keping pengembangan di atas benda uji dan kemudian pasang keping pemberat yang dikehendaki (4,5 kg atau 10 lbs) atau sesuai keadaan beban perkerasan. Rendam cetakan beserta beban di dalam air sehingga air dapat meresap dari atas maupun bawah.
- ii. Pasanglah *tripod* beserta arloji penunjuk pengembangan. Catat pembacaan pertama dan biarkan benda uji selama 96 jam. Pada akhir perendaman catat pembacaan arloji pengembangan.
- iii. Keluarkan cetakan dari bak air dan miringkan selama 15 menit supaya air permukaan mengalir habis. Jagalah supaya selama mengeluarkan air permukaan benda uji tidak terganggu.
- iv. Ambil beban dan keping alas kemudian benda uji ditimbang. Benda uji CBR yang direndam telah siap untuk diperiksa nilai CBR nya.

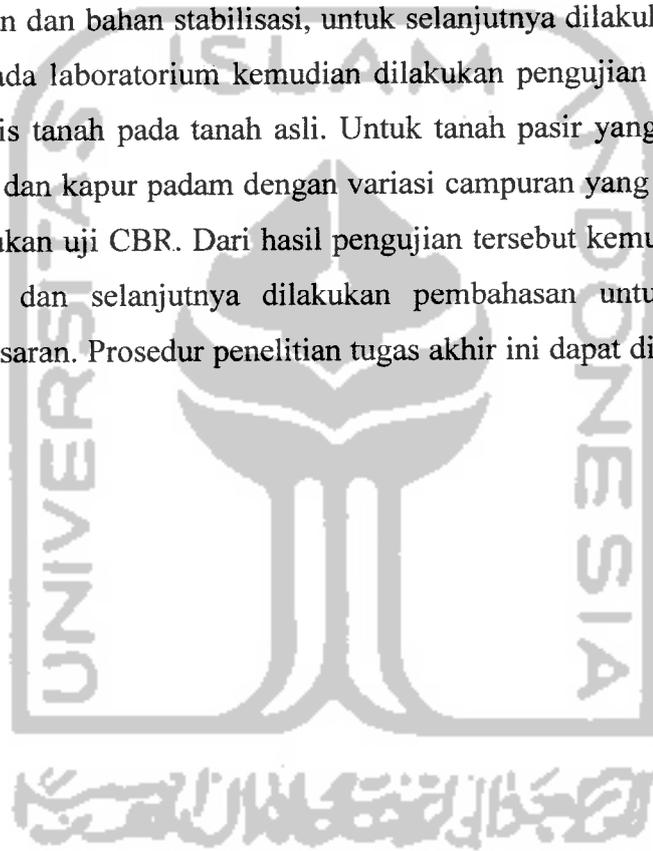
## 2). Pelaksanaan Pengujian

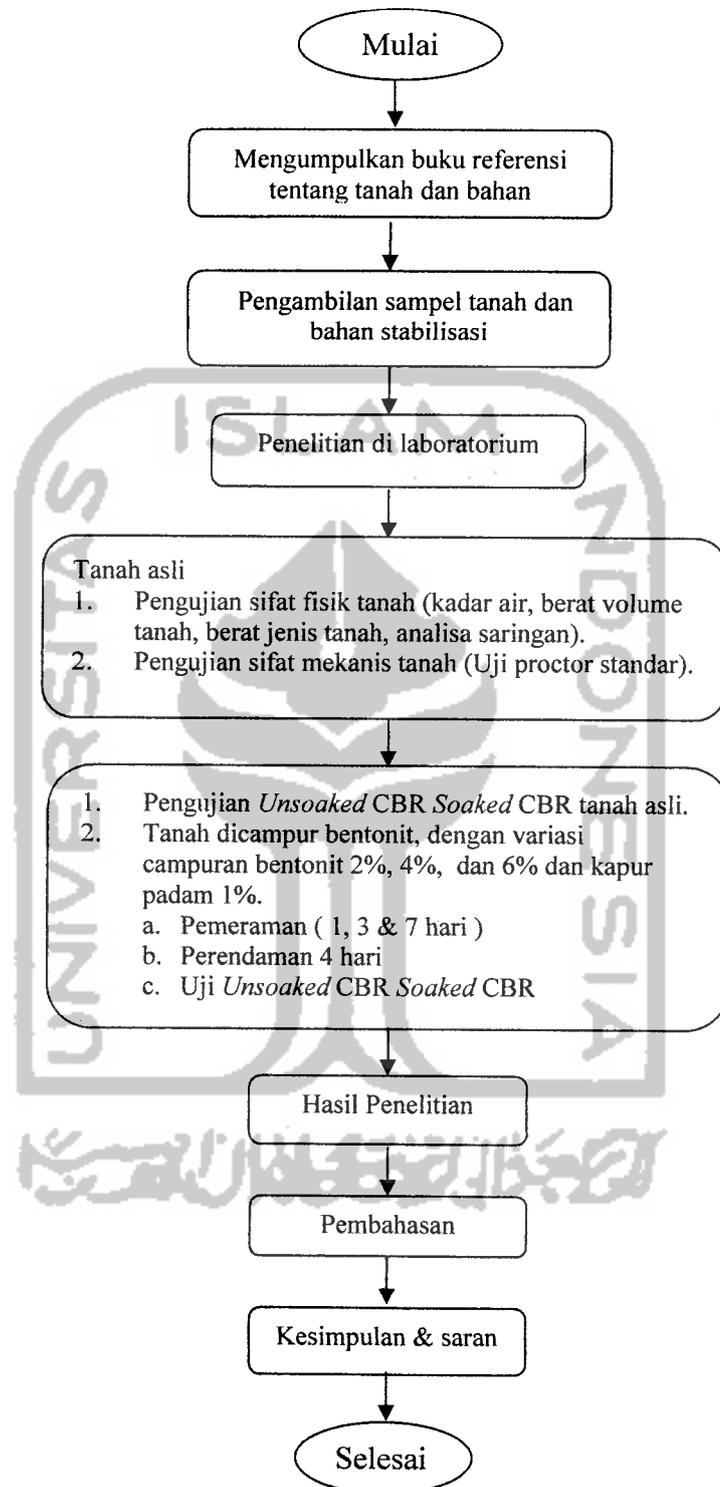
- a). Letakkan benda uji beserta keping alas di atas mesin penetrasi. Letakkan keping pemberat di atas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg (10 pound).
- b). Untuk benda uji yang direndam beban harus sama dengan beban yang dipergunakan untuk merendam.
- c). Pasang torak penetrasi dan diatur pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 2 lbs. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara permukaan benda uji dengan torak penetrasi.
- d). Berikan pembebanan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit (0,05 inchi/menit). Pembacaan pembebanan dilakukan pada interval penetrasi 0,025 inchi (0,64 mm), hingga mencapai penetrasi 0,5 inchi.
- e). Catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm (0,5 inchi).

- f). Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25 mm.

#### 4.4 BAGAN ALIR PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Penyusunan tugas akhir ini diawali dengan pengumpulan referensi tentang tanah dan bahan stabilisasi. Langkah selanjutnya adalah pengambilan sampel tanah di lapangan dan bahan stabilisasi, untuk selanjutnya dilakukan penelitian di laboratorium. Pada laboratorium kemudian dilakukan pengujian sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah pada tanah asli. Untuk tanah pasir yang telah dicampur dengan bentonit dan kapur padam dengan variasi campuran yang telah ditentukan kemudian dilakukan uji CBR. Dari hasil pengujian tersebut kemudian didapatkan hasil penelitian dan selanjutnya dilakukan pembahasan untuk mendapatkan kesimpulan dan saran. Prosedur penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada bagan alir Gambar 4.1





**Gambar 4.1** Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir