

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Objek kajian

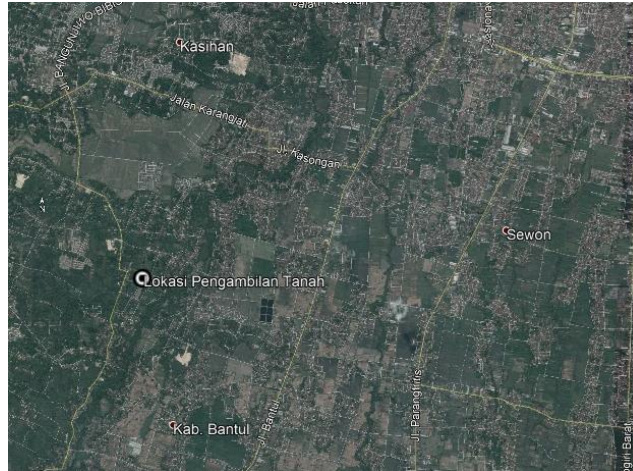
Mengacu dari tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh drainase vertikal dan horizontal menggunakan kolom pasir terhadap penurunan tanah lempung. Dalam pengujian ini menggunakan metode eksperimen dengan melakukan pemodelan kondisi tanah yang terbebani timbunan atau *embankment*. Sehingga setelah pengujian ini, diharapkan dapat melakukan berbagai usaha untuk mengurangi dampak negatif tanah lempung sebagai fondasi konstruksi, baik jalan maupun bangunan.

Pengujian ini menggunakan boks dari pelat besi dengan ukuran 100 cm x 100 cm, tinggi 40 cm, dengan tebal pelat besi 4 mm. Setelah tanah di masukan ke dalam boks, ada 2 variasi drainase vertikal menggunakan kolom pasir, yaitu drainase kolom pasir vertikal dan drainase *layer* pasir horizontal. Diameter kolom pasir vertikal adalah 1 cm dan jarak antar kolom pasir adalah 6.7 cm. Untuk tebal *layer* pasir horizontal 1 cm dengan jarak antar lapisan pasir adalah 9 cm. Setiap variasi diamati penurunannya setiap penambahan beban mulai dari 0.0125 kg/cm<sup>2</sup>, 0.025 kg/cm<sup>2</sup>, 0.05 kg/cm<sup>2</sup>, dan 0.1 kg/cm<sup>2</sup>. Setiap beban diamati selama 1440 menit atau 24 jam dengan pencatatan waktu disamakan dengan pencatatan waktu pengujian konsolidasi, berdasarkan akar waktu.

#### B. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Dalam penelitian ini, sampel tanah yang digunakan berasal dari Dusun Kalangan, Desa Bangunjiwo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi pengambilan sampel dipilih pada sekitar rumah warga yang kondisi konstruksi rumahnya mengalami rusak di bagian lantai karena tanah mengalami penurunan atau *Settlement*. Sampel tanah yang digunakan merupakan tanah lempung berwarna hitam, tanah diambil dengan

cara membersihkan atau mengupas permukaannya terlebih dahulu sedalam 20 cm untuk menghilangkan humus dan akar tumbuhan.



Gambar 12. Lokasi pengambilan sampel tanah

Sampel ini akan digunakan untuk uji fisis dan juga bahan percobaan penurunan tanah dalam pemodelan boks uji di laboratorium.



Gambar 13. Proses pengambilan sampel tanah

### C. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengujian sifat-sifat tanah dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 21 Januari 2019 sampai dengan 16 Maret 2019 yang meliputi masa persiapan, pengujian sifat tanah, hingga pengambilan data.

#### D. Pengujian dan Pengambilan Sampel Pengamatan

Dalam melaksanakan pengujian ini, tanah lempung dari Dusun Kalangan, Desa Bangunjiwo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dikeringkan terlebih dahulu untuk mengurangi kadar air. Hal ini dilakukan untuk membuat tanah lempung mudah dipecahkan hingga mampu lolos saringan Nomor 4. Pertama kali dalam penelitian pemodelan penurunan tanah ini yaitu dengan memasukkan tanah yang sudah lolos saringan nomor 4 pada boks uji.

Pengamatan penurunan tanah menggunakan alat *dial gauge*. *Dial gauge* adalah alat untuk mengukur perubahan ukuran atau penurunan tanah yang terjadi dengan ketelitian 0,01 mm. Pada saat pengamatan penurunan tanah *dial gauge* ditempelkan pada boks uji. Pembacaan data penurunan disamakan dengan pembacaan uji konsolidasi selama 1440 menit atau 24 jam. Data tersebut kemudian diolah menggunakan *software Microsoft Excel*. kemudian pengolahan data dianalisis sama seperti pengolahan data uji konsolidasi.

Setelah pengujian dilaksanakan 6 hari, masing-masing variasi pengujian diambil sampel tanahnya untuk diuji kadar airnya. Sampel tanah yang diambil yaitu pada kedalaman 10 cm dan 20 cm. Pengambilan sampel kadar air tanah dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penggunaan drainase kolom pasir vertikal dan drainase *layer* horizontal yang merupakan cara untuk memperbaiki tanah lunak.

Tabel 6. Pengkodean kadar air pengujian penurunan tanah

No	Variasi	Kode	Keterangan (cm)
1	Tanpa drainase vertikal (TTD)	KAL1	Kadar air elevasi -10,00
		KAL2	Kadar air elevasi -20,00
2	Drainase kolom pasir vertikal (TPV)	KAL1V	Kadar air elevasi -10,00
		KAL2V	Kadar air elevasi -20,00
3	Drainase <i>layer</i> pasir horizontal (TPH)	KAL1H	Kadar air elevasi -10,00
		KAL2H	Kadar air elevasi -20,00

## **E. Bahan Pengujian**

Pemodelan penurunan tanah ini menggunakan beberapa bahan dalam pengujiannya. Bahan yang digunakan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut :

### **1. Tanah Lempung**

Tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif. Tanah berperan sebagai objek utama dalam penelitian ini. Tanah ini dipecah-pecah hingga lolos saringan No.4. Pada saat pengujian tanah dibuat jenuh air.

### **2. Air**

Air adalah suatu zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna dan terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H<sub>2</sub>O. Karena air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini selain matahari yang merupakan sumber energi. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Air digunakan untuk membuat kondisi tanah menjadi jenuh air

### **3. Pasir**

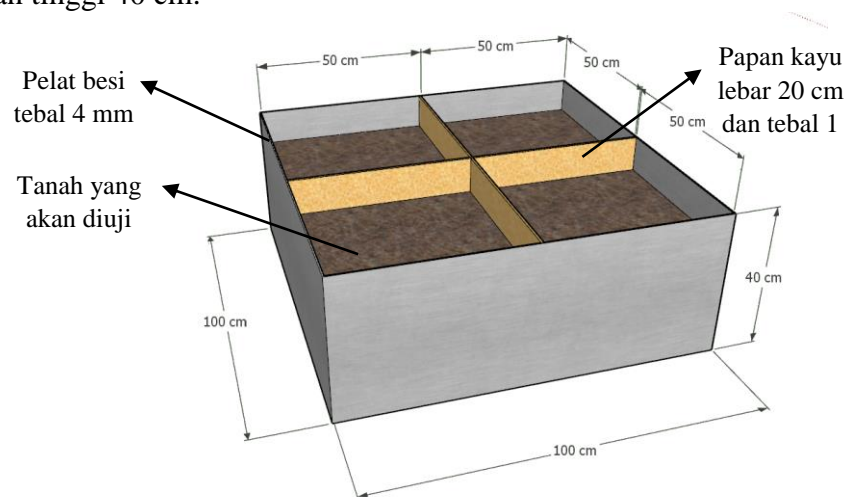
Pasir merupakan batuan sedimen sisa hasil rombakan batuan padat. Berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter. Pasir dalam penelitian ini digunakan sebagai metode untuk mengetahui pengaruh penambahan kolom pasir terhadap penurunan tanah. Pasir yang digunakan adalah pasir alami dan sudah disaring dan lolos saringan No.4.

## F. Alat Pengujian

Untuk memperlancar penelitian penurunan tanah ini diperlukan beberapa alat-alat. Alat-alat tersebut antara lain :

### 1. Boks Pelat Besi

Boks ini merupakan alat utama yang digunakan untuk pemodelan penurunan tanah ini. boks ini memiliki panjang 100 cm, lebar 100 cm dan tinggi 40 cm dengan tebal pelat 4 mm. Boks uji dibagi menjadi 4 bagian, sehingga setiap variasi pengujian memiliki ukuran lebar 50 cm x 50 cm dan tinggi 40 cm.



Gambar 14. Ukuran boks besi

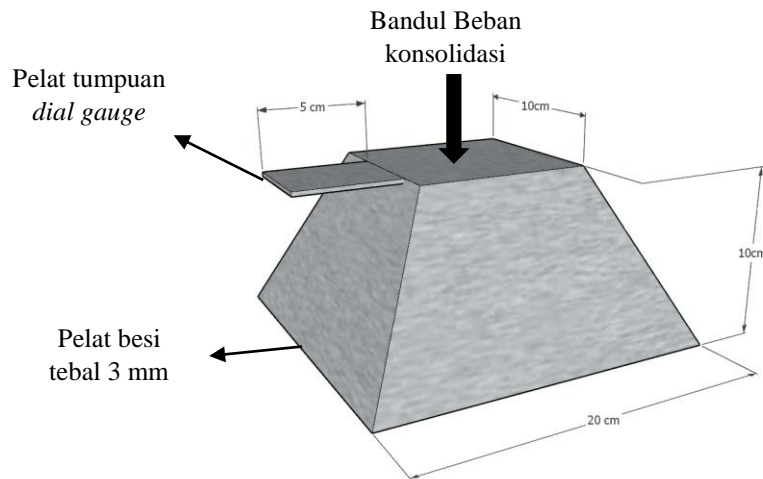
Boks besi ini disambung dengan las listrik sampai tidak ada lubang di setiap sudut-sudutnya, mengingat alat ini berfungsi sebagai tempat tanah yang akan diuji dengan kondisi jenuh air.



Gambar 15. Boks tempat tanah

## 2. Besi Pemodelan *Embankment*

Besi merupakan benda padat dan memiliki berat jenis yang tinggi yaitu sekitar  $7850 \text{ kg/m}^3$ . Dalam penelitian ini, besi berbentuk trapesium dimodelkan sebagai timbunan tanah atau *embankment*. Pada bagian dasar berukuran  $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$  sedang pada bagian atas  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ . Besi yang digunakan adalah pelat besi dengan tebal  $3 \text{ mm}$ . Pembuatan *embankment* berbentuk trapesium ini dimaksudkan untuk penyebaran tekanan beban  $2V : 1H$ .



Gambar 16. Ukuran besi pemodelan *embankment*

Penyambungan dan perangkaiannya dengan cara di las listrik pada setiap ujungnya. Di bagian atas terdapat pelat sepanjang 5 cm yang berguna sebagai tumpuan jarum *dial gauge*.



Gambar 17. Fungsi besi pemodelan *embankment* sebagai tumpuan beban dan *dial gauge*

### 3. Bandul Beban Konsolidasi

Pembebanan dalam penelitian ini menggunakan beban konsolidasi. Beban yang digunakan yaitu 0.102 kg, 0.204 kg, 0.51 kg, dan 10.2 kg. Pada saat pengujian beban-beban ini digabungkan hingga mencapai beban yang ditentukan, kemudian diletakkan di atas besi *embankment*.



Gambar 18. Beban konsolidasi

### 4. Dial Gauge

*Dial Gauge* adalah alat untuk mengukur penurunan tanah yang terjadi selama masa pembebanan, dengan ketelitian alat ini 0,001 mm. Alat ini dirangkai sedemikian rupa dan ditempelkan pada boks uji, kemudian ujung jarum ditempelkan pada besi *embankment* yang telah diletakkan di atas tanah.



(a) *Dial Gauge*



(b) Posisi pemasangan

Gambar 19. *Dial Gauge*

### 5. *Stopwatch*

*Stopwatch* adalah alat untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam kegiatan. Dalam penelitian ini *stopwatch* digunakan untuk menentukan lamanya waktu proses pembebanan.



Gambar 20. *Stopwatch*

### 6. Penggaris

Penggaris memiliki fungsi untuk mengukur jarak. Penggaris yang digunakan memiliki ketelitian 0.1 mm. Penggaris digunakan untuk menentukan kedalaman kolom pasir yang akan di buat.



Gambar 21. Penggaris

### 7. Pipa Alumunium

Pipa Alumunium dalam penelitian ini memiliki fungsi pelubang tanah yang berguna sebagai tempat pasir drainase vertikal. Pipa ini memiliki diameter 1 cm, dan panjang 25 cm.





Gambar 22. Pipa Alumunium

#### 8. Cawan

Cawan merupakan wadah yang terbuat dari alumunium. Cawan berfungsi sebagai tempat sampel tanah yang telah diuji pembebanan guna mengetahui kadar airnya dengan cara dimasukkan ke dalam oven.



Gambar 23. Cawan

#### 9. Timbangan

Timbangan merupakan alat untuk mengukur massa satu benda. Dalam penelitian ini, timbangan yang digunakan memiliki ketelitian 0,01 gr dengan fungsi menimbang sampel tanah yang akan diuji kadar airnya.



Gambar 24. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr

## 10. Papan Kayu

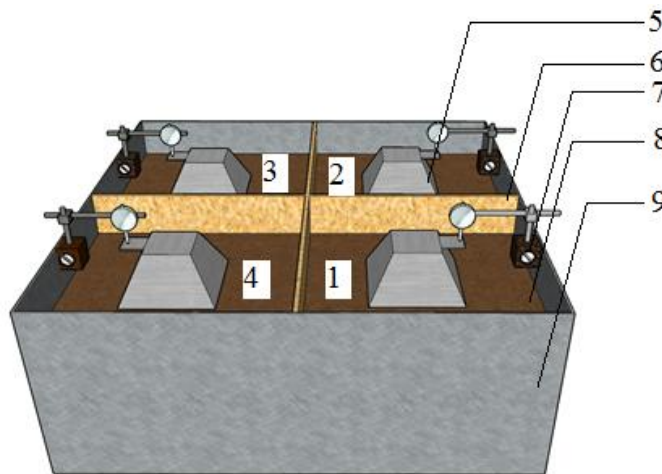
Dalam penelitian ini berfungsi sebagai pembatas variasi drainase vertikal. Papan ini memiliki ukuran tebal 2 cm, lebar 20 cm dan panjang 50 cm.



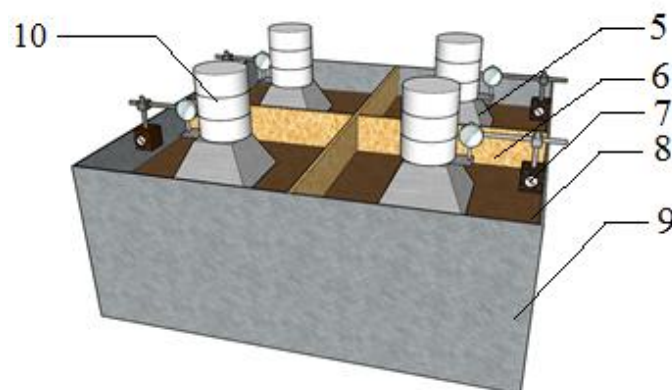
Gambar 25. Papan kayu

## 11. *Seting Up* Pengujian

Rencana pemasangan semua peralatan pengujian seperti pada Gambar x berikut :



Gambar 26. *Setting up* peralatan



Gambar 27. Rencana peletakan beban konsolidasi.

Keterangan :

1. Tanah asli tanpa drainase pasir (TTD).
2. Tanah dengan drainase kolom pasir vertikal (TPV).
3. Tanah dengan drainase *layer* pasir horizontal (TPH).
4. Tanah dengan drainase kombinasi vertikal dan *layer* horizontal.
5. Besi pemodelan *embankment*.
6. Papan kayu pembatas.
7. Rangkaian *dial gauge*.
8. Lapisan permukaan tanah.
9. Boks besi tempat pengujian tanah.
10. Beban konsolidasi

#### **G. Teknik Pengambilan Data**

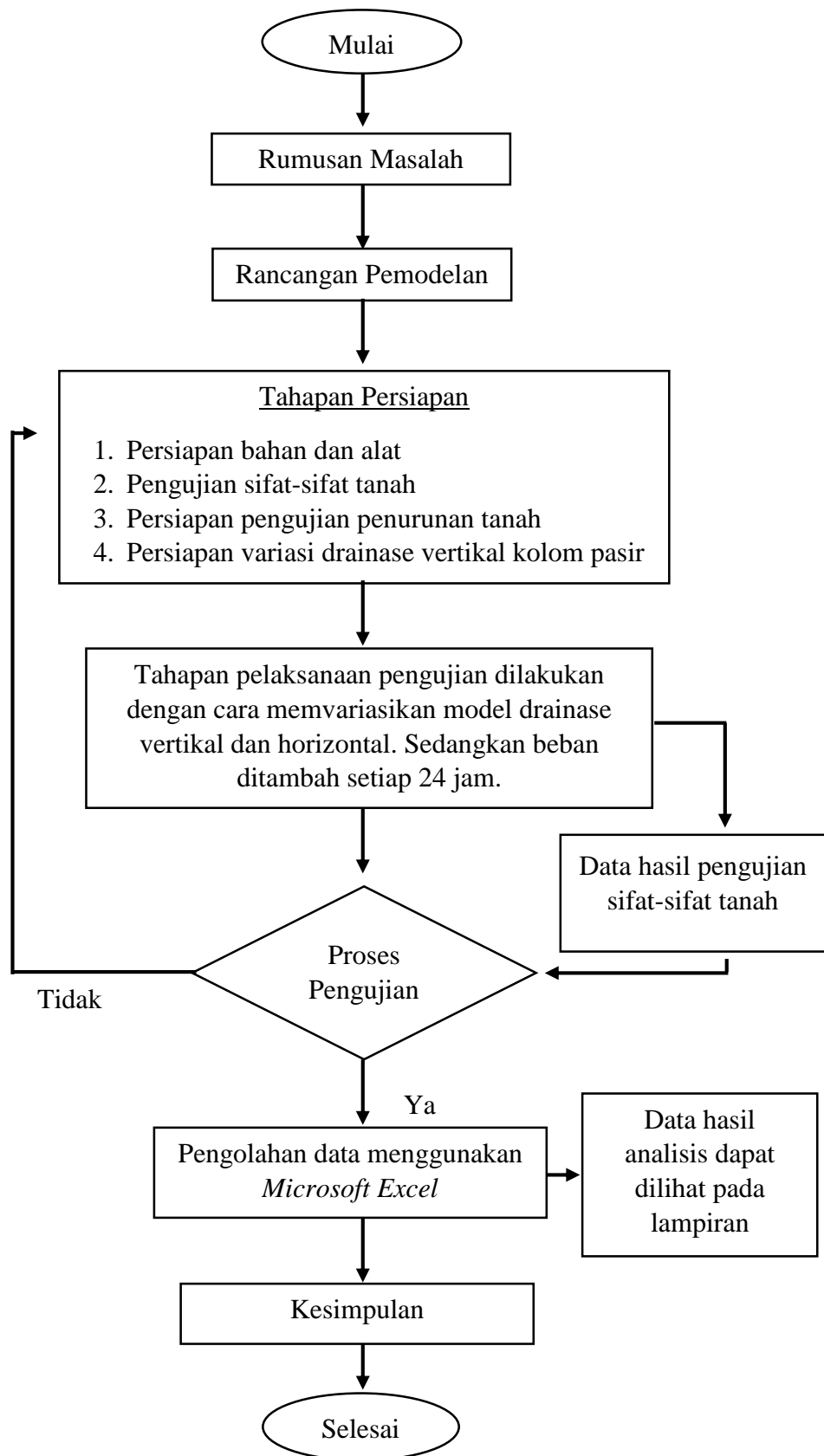
Data penurunan tanah diamati setelah beban pertama kali diletakkan di atas besi *embankment* dan dicatat hasil penurunannya sama seperti waktu pengujian konsolidasi mulai dari 0 menit, 0.25 menit, 1 menit, 2.25 menit, 4 menit, 6.25 menit, 9 menit, 12.25 menit, 20.25 menit, 25 menit, 36 menit, 60 menit, 120 menit, 240 menit, 480 menit dan 1440 menit (24 jam). Percobaan dilaksanakan dengan tekanan beban  $0.0125 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0.025 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0.05 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0.1 \text{ kg/cm}^2$  selama 24 jam tiap beban. Pengambilan data pengujiannya adalah :

1. Tanah asli tanpa drainase pasir (TTD).
2. Tanah dengan drainase kolom pasir vertikal (TPV).
3. Tanah dengan drainase *layer* pasir horizontal (TPH).

Data penurunan diambil dengan mencatat hasil pengukuran penurunan yang terjadi pada alat *dial gauge*.

#### **H. Tahapan Pengujian**

Tahapan pengujian ini dilaksanakan secara urut supaya penelitian berjalan dengan baik dan mendapat hasil yang sesuai. Tahapan pengujian yang dilakukan dalam pengujian ini dijelaskan pada diagram alir sebagai berikut :



Gambar 28. Diagram alir tahapan pengujian

## 1. Tahapan Persiapan

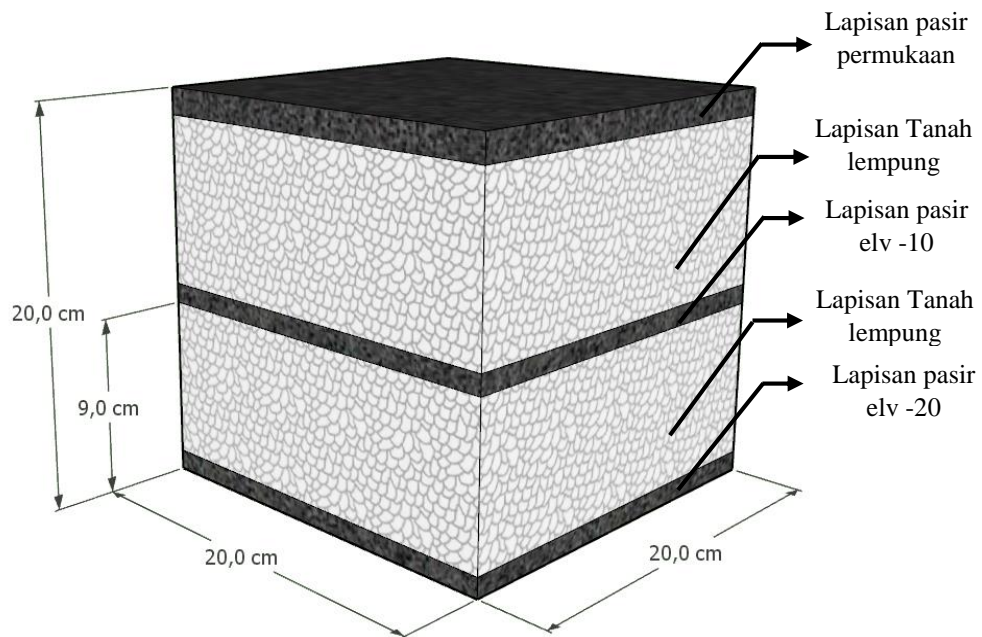
Tahapan persiapan meliputi :

### a. Persiapan alat

- 1) Pemeriksaan boks uji dicek setiap sambungan las apakah masih ada lubang atau tidak hal ini dilakukan agar kondisi kadar air tanah yang akan di masukkan ke dalam boks uji tidak merembes keluar.
- 2) Pemeriksaan *dial gauge*  
Pemeriksaan *dial gauge* dicek apakah masih berfungsi dengan baik atau tidak serta pengecekan skrup di setiap ujung jarum *dial gauge*.
- 3) Pemeriksaan bandul beban konsolidasi  
Pemeriksaan dilakukan dengan mengecek ketersediaan jumlah bandul beban apakah mencukupi untuk melakukan pengujian atau tidak.

### b. Persiapan bahan

Tanah yang sudah dikeringkan dipecah-pecah hingga lolos saringan No. 4. Selanjutnya sebelum dimasukkan ke dalam boks uji, tanah dicampurkan dengan air agar kondisi kadar air hampir sesuai dengan kondisi di lapangan. Penambahan untuk tiap 1 karung tanah dengan berat 60 kg, membutuhkan air sebanyak 14 liter, pencampuran dilakukan sampai tanah dan air menjadi homogen serta kondisi tanah menjadi plastis. Setelah tercampur dengan baik, tanah selanjutnya dimasukkan ke dalam boks uji dan dipadatkan dengan cara menumbuknya dengan tangan, sampai kepadatan yang didapatkan hampir sesuai dengan kepadatan yang ada di lapangan. Tanah yang dimasukkan ke dalam boks uji setiap lapis memiliki tebal 5 cm dan diratakan sampai ketebalan 30 cm. Untuk uji penurunan tanpa drainase vertikal dan dengan drainase kolom pasir vertikal, dari dasar sampai ke atas timbunan tidak perlu di beri pasir, namun untuk variasi *layer* pasir horizontal, setiap ketebalan 9 cm di beri *layer* pasir setebal 1 cm dengan panjang 20 cm dan lebar 20 cm.



Gambar 29. Pembuatan variasi drainase *layer* pasir

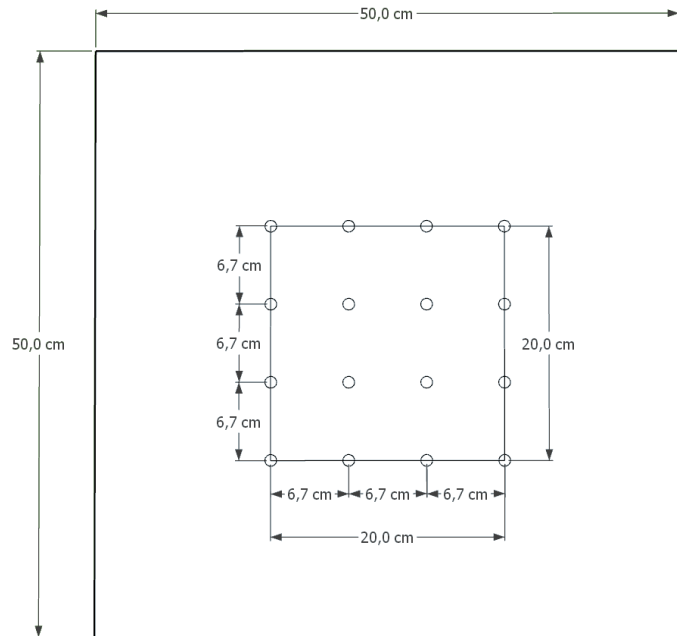
c. Persiapan pengujian

Setelah tanah sudah dimasukkan ke dalam boks uji, selanjutnya tanah di beri air sampai menggenang, hal ini dilakukan supaya tanah yang akan diuji penurunannya dalam keadaan jenuh air. Perendaman tanah dilakukan selama 24 jam dan jika setelah itu masih ada air yang tersisa maka air dikeluarkan terlebih dahulu.

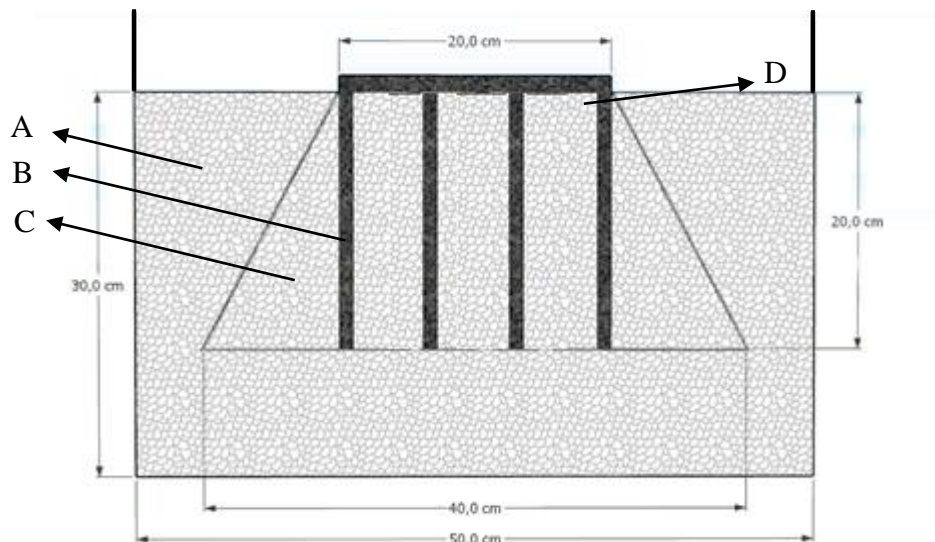
d. Persiapan variasi pengujian

Terdapat 2 variasi dalam pengujian yang dilaksanakan, yaitu drainase vertikal menggunakan kolom pasir, dan *layer* pasir horizontal. Pembuatan drainase kolom pasir vertikal yaitu dengan cara menusukkan pipa alumunium ke dalam tanah sampai dengan kedalaman 20 cm, 20 cm didapat dari persamaan penyebaran beban rencana 2V : 1H. Setelah mencapai 20 cm, tarik kembali pipa alumunium dengan hati-hati dan ulangi lagi langkah pembuatan lubang sampai seluruh lubang drainase vertikal terbentuk.

Penyusunan pola dan jarak antar drainase kolom pasir vertikal adalah seperti pada gambar berikut :



Gambar 30. Bentuk pola drainase kolom pasir vertikal



Gambar 31. Potongan pola drainase kolom pasir vertikal

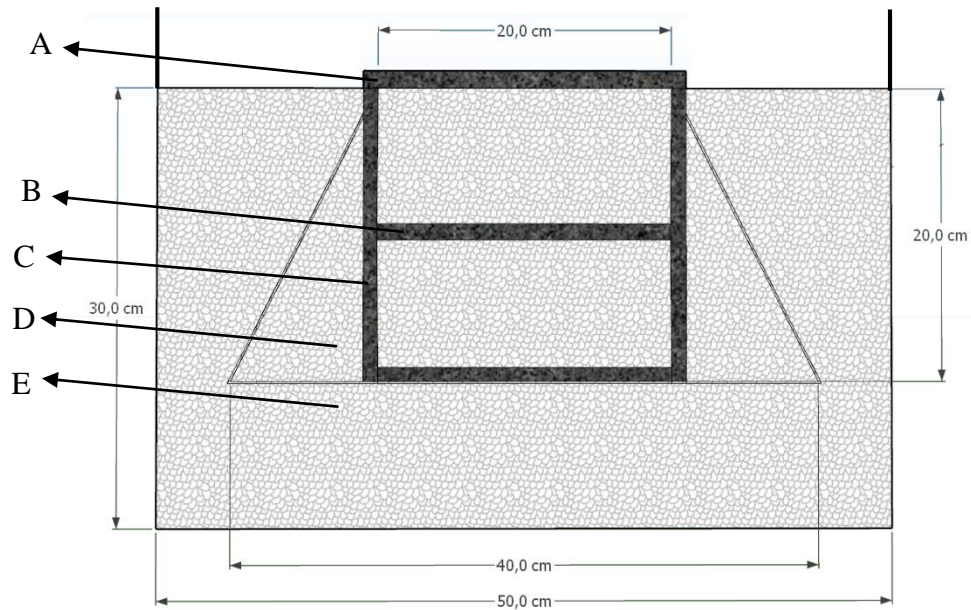
Keterangan :

A = Tanah dalam boks uji dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 30 cm.

B = Drainase kolom pasir vertikal.

C = Perkiraan tanah yang terkena sebaran tekanan beban 2V : 1H

D = Lapisan pasir permukaan.



Gambar 32. Potongan pola drainase *layer* pasir

Keterangan :

A = Lapisan pasir permukaan.

B = Drainase *layer* pasir horizontal

C = Drainase kolom pasir vertikal

D = Perkiraan tanah yang terkena sebaran tekanan beban  $2V : 1H$ .

E = Tanah dalam boks uji dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 30 cm.

## 2. Tahapan Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

### a. Persiapan alat

#### 1) Penempatan besi *embankment*

Meletakkan besi *embankment* di atas tanah yang sudah di buat drainase kolom pasir vertikal dan *layer* pasir, dan memastikan besi *embankment* dalam keadaan datar.

#### 2) Persiapan alat *dial gauge*

Memasang Alat *dial gauge* dengan sedemikian rupa dengan menempelkannya pada boks uji dan jarum ditumpukan pada pelat besi *embankment* serta di atur bacaan awal 0.



3) Persiapan *stopwatch*

Setelah alat *dial gauge* terpasang atur *stopwatch* pada bacaan 0 menit dan 0 detik.

b. Pelaksanaan pengujian

- 1) Beban pertama yang diletakkan di atas besi *embankment* dengan tekanan  $0.0125 \text{ kg/cm}^2$ , bersamaan dengan memulai hitungan *stopwatch* dan mencatat hasil bacaan *dial gauge* setiap 0 menit, 0.25 menit, 1 menit, 2.25 menit, 4 menit, 6.25 menit, 9 menit, 12.25 menit, 20.25 menit, 25 menit, 36 menit, 60 menit, 120 menit, 240 menit, 480 menit dan 1440 menit (24 jam)
- 2) Setelah pembacaan selesai maka beban diganti dengan tekanan  $0.025 \text{ kg/cm}^2$  dan lakukan pembacaan jarum *dial gauge* sama seperti langkah pertama selanjutnya pada hari ke-dua dilanjutkan  $0.05 \text{ kg/cm}^2$  pada hari ke-tiga dan  $0.1 \text{ kg/cm}^2$  pada hari ke-empat kemudian tekanan berkurang menjadi  $0.025 \text{ kg/cm}^2$  pada hari ke-lima dan  $0.0125 \text{ kg/cm}^2$  pada hari ke-enam.
- 3) Setelah proses pembebanan dilaksanakan, semua beban dan alat yang terpasang dicopot. Tanah dikeluarkan dan diambil sampelnya kemudian dimasukkan ke dalam cawan yang selanjutnya di timbang dan di oven selama 24 jam. Tanah yang diambil sampel kadar airnya yaitu pada permukaan tanah atau elevasi  $\pm 0,00$ , kemudian kedalaman 10 cm dan 20 cm.

c. Analisis Hasil

Data yang sudah diambil dianalisa dengan *Microsoft Excel*. pengolahan data penurunan tanah ini sama seperti pengujian konsolidasi yaitu :

- 1) Membandingkan hasil pengukuran penurunan tanah.
- 2) Menghitung koefisien konsolidasi  $C_v$ .
- 3) Menghitung penurunan kadar air dan penurunan tanah yang terjadi.
- 4) Menghitung perbandingan penurunan tanah terhadap akar waktu konsolidasi pembebanan.