

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Rencana Penelitian

Rencana penelitian merupakan pekerjaan awal sebagai rangkaian pelaksanaan penelitian. Rencana penelitian meliputi menguasai materi yang akan dianalisis untuk penulisan tugas akhir, pembuatan proposal dan koordinasi untuk pekerjaan di lapangan dan pekerjaan di laboratorium untuk mencari nilai parameter tanah asli.

4.2 Prosedur *Sampling*

Prosedur *sampling* meliputi pengambilan tanah lempung tidak terganggu (*undisturb*) atau yang benar-benar asli di daerah Kasongan. Pengambilan tanah dilakukan dengan teknik pelaksanaan dan pengamatan yang tepat, agar kerusakan-kerusakan terhadap contoh tanah dapat dibatasi sekecil mungkin. Untuk penelitian sifat-sifat tanah, pengambilan sampel tanah dilaksanakan dengan menggunakan tabung yang mempunyai diameter 6,83 cm dan tinggi 45 cm.

Langkah-langkah pengambilan sampel tanah tidak terganggu (prosedur *sampling*) adalah sebagai berikut:

1. Menentukan lokasi tanah yang akan diambil untuk sampel.
2. Mempersiapkan alat-alat untuk pekerjaan pengambilan tanah.
3. Melakukan pengeboran sampai kedalaman 1 meter.
4. Mengambil sampel dengan cara menekan tabung dalam tanah.

5. Memutar-mutar tabung kemudian mengangkat tabung tersebut.
6. Mulut tabung dilapisi dengan plastik dan ditutup rapat.
7. Mengulang pekerjaan langkah No. 3 sampai No. 6 untuk kedalaman 1,5 m dan 2 m dari permukaan tanah.

4.3 Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian laboratorium yang berupa pemeriksaan sifat fisik tanah lempung Kasongan adalah mengikuti beberapa pengujian berikut:

4.3.1 Pengujian Kadar Air Tanah

Pengujian kadar air tanah (ASTM D 2216-71) dimaksudkan untuk menentukan kadar air sampel tanah. Kadar air tanah adalah nilai perbandingan antara berat air dalam suatu tanah dengan berat kering tanah tersebut.

1. Peralatan
 - a. Cawan timbang
 - b. Timbangan ketelitian 0,01 gram
 - c. *Oven*
 - d. *Desikator*

2. Benda Uji

Benda uji berupa tanah basah yang tidak terusik.

3. Prosedur Pengujian

- a. Bersihkan cawan, kemudian ditimbang beserta tutupnya dan catat beratnya (W_1) gram.

- b. Masukkan contoh tanah ke dalam cawan yang akan diperiksa kemudian ditimbang bersama tutupnya (W_2) gram.
- c. Dalam keadaan terbuka dimasukkan ke dalam *oven*, aturlah suhu *oven* constan antara $105^\circ - 110^\circ$ C selama 16 – 24 jam.
- d. Setelah di *oven* tanah didinginkan dalam *desikator*, kemudian bersama tutupnya ditimbang (W_3) gram.
- e. Hitung kadar air (w) dengan menggunakan rumus:

$$w = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100\% \quad (4.1)$$

4.3.2 Pengujian Berat Volume Tanah

Pengujian berat volume tanah (ASTM D 2216) dimaksudkan untuk menentukan berat volume tanah basah. Berat volume tanah adalah nilai perbandingan antara berat tanah termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total.

1. Peralatan
 - a. Timbangan ketelitian 0,01 gram
 - b. *Ring* berat volume dari baja
 - c. *Califer*
 - d. Pisau perata

2. Benda Uji

Benda uji berupa tanah basah yang tidak terusik.

3. Prosedur Pengujian

- a. *Ring* dibersihkan kemudian ditimbang dengan timbangan ketelitian 0.01 gram (W_1).
- b. Ukur diameter (d) dan tinggi *ring* (t) kemudian dihitung volumenya (V).
- c. Oleskan oli pada sisi *ring* sebelah dalam dan luarnya kemudian *ring* dimasukkan ke dalam sampel tanah dengan cara menekan.
- d. Ratakan permukaan tanah rata dengan permukaan *ring*, serta bersihkan sisi luarnya dengan kain, kemudian ditimbang (W_2).
- e. Berat volume tanah dihitung dengan rumus:

$$\gamma = \frac{(W_1 - W_2)}{V} \quad (4.2)$$

4.3.3 Pengujian Berat Jenis Tanah

Pengujian berat jenis tanah (ASTM D 854-72) dimaksudkan untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah. Berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butir-butir tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Biasanya diambil pada temperatur 27,5° C.

1. Peralatan

- a. Piknometer dengan kapasitas 25 cc atau 50 cc
- b. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- c. Air destilasi bebas udara
- d. *Oven*
- e. *Desikator*
- f. Termometer

- g. Cawan porselin (mortar) dengan pestel (penumbuk berkepala karet)
 - h. Saringan No. 10
 - i. Kompor pemanas
2. Benda Uji
- a. Benda uji dikeringkan dengan *oven* selama 24 jam.
 - b. - Sampel tanah kering oven dihaluskan dengan pestel.
- Saring sampel tanah dengan ayakan No. 10.
3. Prosedur Pengujian
- a. Piknometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya kemudian ditimbang beserta tutupnya = W_1 .
 - b. Masukkan sampel ke dalam piknometer kemudian dibersihkan bagian luarnya lalu ditimbang beserta tutupnya = W_2 .
 - c. Masukkan air destilasi kedalam piknometer sampai sepertiga dari isinya, kemudian didiamkan selama kira-kira 30 menit.
 - d. Piknometer direbus dengan hati-hati selama 10 menit dengan sesekali piknometer digoyang-goyangkan untuk membantu keluarnya gelembung udara, kemudian didinginkan sampai mencapai suhu ruangan, ± 20 jam.
 - e. Tambahkan air destilasi ke dalam piknometer sampai penuh dan ditutup. Bagian luar piknometer dikeringkan dengan kain kering. Setelah itu piknometer berisi tanah dan air ditimbang = W_3 .
 - f. Air di dalam piknometer diukur suhunya dengan termometer = $t^\circ \text{C}$.
 - g. Kosongkan piknometer kemudian isikan air destilasi sampai penuh, ditutup bagian luarnya dikeringkan dengan kain dan ditimbang = W_4 .

h. Hitung berat jenis tanah dengan menggunakan rumus:

Berat jenis tanah pada suhu $t^{\circ}\text{C}$,

$$\gamma_s = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (4.3)$$

Berat jenis tanah pada temperatur $27,5^{\circ}\text{C}$ adalah:

$$G_s(27,5^{\circ}) = \gamma_s \times \frac{\text{berat jenis tanah pada suhu } t^{\circ}\text{C}}{\text{berat jenis air pada suhu } 27,5^{\circ}\text{C}} \quad (4.4)$$

4.3.4 Pengujian Batas-Batas Konsistensi

A. Pengujian Batas Cair Tanah

Pengujian batas cair tanah (ASTM D 423-66) dimaksudkan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas antara cair dan plastis.

1. Peralatan

- a. Mangkuk Casagrande
- b. *Grooving tool* (alat pembarut)
- c. Mortar (cawan porselin)
- d. Spatel (penumbuk berkepala karet/ kayu)
- e. Saringan No.40
- f. Air destilasi
- g. Satu set alat pengujian kadar air

2. Benda Uji

Sampel tanah untuk percobaan ini sebanyak ± 500 gram yang tidak mengandung butir tanah yang lebih besar dari 0,425 mm (tertahan saringan

No. 40). Bila contoh tanah mengandung butir kasar, maka tanah dikeringkan dengan dijemur, bila keadaan tanah tidak menggumpal maka langsung dapat disaring, tetapi bila contoh tanah tersebut dalam keadaan menggumpal, maka perlu ditumbuk terlebih dahulu dengan palu karet, baru kemudian disaring.

3. Prosedur Pengujian

- a. Sampel tanah yang lolos saringan No. 40 dicampur dengan air dalam cawan dan diaduk dengan pastel hingga homogen, setelah itu dimasukkan ke dalam mangkuk casagrande dan diratakan dengan spatel.
- b. Dengan menggunakan alat pembarut, tanah dibelah ditengah-tengah menjadi dua bagian.
- c. Mangkuk casagrande diputar dengan kecepatan 2 pukulan per detik sampai kedua belahan bertemu sepanjang 12,7 mm, lalu banyaknya pukulan dihitung dan dicatat.
- d. Sampel diambil sebagian dan ditimbang, kemudian dicari kadar airnya.
- e. Untuk mengetahui batas cair dilakukan 4 kali percobaan dan dibuat sedemikian rupa sehingga didapat 2 percobaan dibawah 25 kali pukulan dan 2 percobaan diatas 25 kali pukulan, lalu dibuat kurva hubungan kadar air dengan jumlah pukulan.

4. Perhitungan

- a. Hitung kadar air dari masing-masing pengujian.
- b. Membuat gambar kurva hubungan antara ketukan sebagai absis (skala log) dan kadar air sebagai ordinat (dalam persen dengan skala biasa).

- c. Tentukan titik koordinat pada setiap pengujian. Hubungkan titik-titik pengujian tersebut sehingga membentuk garis lurus.
- d. Tarik garis vertikal pada 25 ketukan sehingga memotong kurva yang berupa garis lurus, kemudian dari titik tersebut ditarik garis horisontal sehingga memotong sumbu ordinat. Titik potong pada ordinat tersebut merupakan kadar air pada batas cair sampel tanah tersebut.

B. Pengujian Batas Plastis

Pengujian batas plastis (ASTM D 424-74) dimaksudkan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis.

1. Peralatan

- a. Pelat kaca
- b. *Spatula*
- c. *Wash bottle*
- d. Cawan porselin
- e. Seperangkat alat pengujian kadar air

2. Benda Uji

Sampel tanah sebanyak 15 sampai 20 gram, diambil setelah pengujian batas cair.

3. Prosedur Pengujian

- a. Membuat bola tanah dengan diameter lebih kurang 1 cm.

- b. Giling tanah di atas plat kaca dengan gerakan maju mundur dengan kecepatan 1,5 detik sampai tanah kelihatan mulai retak pada diameter 3 mm, kondisi ini menunjukkan tanah dalam keadaan plastis.
- c. Masukkan gilingan tanah tersebut ke dalam cawan timbang, kemudian dicari kadar airnya.

4. Perhitungan

- a. Kadar air dari pengujian diatas merupakan harga batas plastis sampel tanah tersebut.
- b. Hitung Indeks Plastis dengan rumus: selisih batas cair dikurangi batas plastis ($IP = LL - PL$).
- c. Jika salah satu batas plastis atau batas cair tidak dapat dilaksanakan pengujian maka tanah tersebut merupakan tanah non plastis (NP).
- d. Jika sampel tanah banyak mengandung pasir lakukan pengujian batas plastis terlebih dahulu, jika batas plastis tidak dapat dilaksanakan maka tanah tersebut non plastis (NP).
- e. Jika batas plastis tanah lebih besar atau sama dengan batas cairnya menunjukkan bahwa sampel tanah non plastis (NP).

C. Pengujian Batas Susut

Pengujian batas susut (ASTM D 427-74) dimaksudkan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas susut. Batas susut adalah kadar air tanah minimum yang masih dalam keadaan *semi solid*, dan juga merupakan batas antara keadaan *semi solid* dengan *solid*.

1. Peralatan

- a. Cawan porselin
 - b. Cawan susut terbuat dari porselin atau monel yang berbentuk bulat dan beralas datar
 - c. Pisau perata
 - d. Satu unit alat untuk menentukan volume
 - e. Satu set alat pengujian kadar air
2. Benda Uji
- Benda uji berupa tanah sisa pengujian batas cair tanah, kemudian ditambahkan air sehingga tanah berada dalam kondisi *liquid* atau cair.
3. Prosedur Pengujian
- a. Tentukan volume ring dengan mengukur tinggi (t), dan diameter (D). Bersihkan cawan susut kemudian timbang berat ring (W_1) gram. Tuangkan air raksa ke dalam cawan, ratakan permukaannya dengan plat kaca, timbang (W_2) gram.
 - b. Oleskan oli ke dalam cawan susut, kemudian masukkan adukan tanah ke dalam cawan sedikit-sedikit sambil diketok-ketok agar tidak ada udara yang terperangkap, sehingga seluruh volume cawan terisi oleh tanah. Bersihkan sisi luar cawan, kemudian timbang (W_2) gram.
 - c. Keringkan tanah di dalam *oven*, cawan dan tanah kering didinginkan lalu ditimbang (W_3) gram.
 - d. Keluarkan tanah kering dari cawan, jangan sampai pecah. Kemudian dicari volume tanah kering dengan cara mencelupkan tanah kering ke dalam mangkuk kaca berisi air raksa penuh, sehingga volume tanah kering

sama dengan berat air raksa yang tertumpah karena terdesak tanah dibagi dengan berat jenisnya.

- e. Bila benda uji telah diketahui nilai berat jenisnya, maka nilai batas susut dapat dihitung dengan rumus:

$$SL = \left(\frac{V_o}{W_o} - \frac{1}{G_s} \right) \times 100(\%) \quad (4.5)$$

dengan:

W_o = berat benda uji setelah kering.

V_o = volume benda uji setelah kering,

G_s = berat jenis tanah.

4.3.5 Pengujian Analisis Granular

A. Analisis Hidrometer

Pengujian analisis hidrometer (ASTM D 421-72) dimaksudkan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan nomer 10.

1. Peralatan

- a. Hidrometer dengan skala pembacaan antara $-0,995$ sampai $+1,030 \text{ gr/cm}^3$
- b. Hidrometer dengan skala pembacaan antara -5 sampai $+60 \text{ gr/ liter}$
- c. Timbangan dengan ketelitian $0,01 \text{ gram}$
- d. Gelas silinder kapasitas 1000 cc dengan diameter $6,35 \text{ cm}$, tinggi $45,70 \text{ cm}$, dengan tanda volume 1000 cc sebelah dalam pada ketinggian $\pm 2 \text{ cm}$ dari dasar
- e. Alat pengaduk suspensi

- f. Mortar dan spatel
 - g. Termometer
 - h. *Stopwatch*
 - i. Air destilasi
 - j. Bahan reagen (*water glass*)
 - k. *Oven*
2. Benda Uji
- Benda uji berupa tanah *undisturbed* yang telah dikeringkan dalam *oven* ditimbang sebanyak 60 gr.
3. Prosedur Pengujian
- a. Bahan reagen sebanyak 2 gram dilarutkan dalam 300 cc air destilasi pada gelas ukur A.
 - b. Larutan standar dibagi menjadi dua bagian, satu bagian dimasukkan dalam tabung B kapasitas 1000 cc, dan satu bagian lagi tetap dalam gelas ukur A.
 - c. Sampel tanah sebanyak 60 gram kering *oven* dimasukkan ke dalam gelas ukur A, direndam selama ± 10 menit hingga menjadi suspensi (campuran sampel tanah dengan larutan standar).
 - d. Suspensi dimasukkan ke dalam tabung pengendapan C.
 - e. Suspensi ditabung pengendapan C dikocok sebanyak 60 kali.
 - f. Pembacaan hidrometer dilakukan setelah suspensi dikocok sebanyak 60 kali, dan saat selesai mengocok suspensi, tabung C diletakkan di meja dan saat itu dihitung sebagai T_0 .

- g. Setelah pembacaan hidrometer selesai, suhu suspensi diukur dengan termometer.
- h. Pembacaan dilakukan pada setiap menit (T) ke 2, 5, 30, 60, 250 dan 1440 menit dari T_0 .
- i. Setelah pembacaan terakhir selesai, suspensi dituangkan pada tabung C di atas saringan No. 200. Sampel tanah yang tertahan di atas saringan dicuci dan dibersihkan dengan bantuan kuas sampai air yang keluar benar-benar bersih. Hasil pencucian digunakan sebagai sampel pada Analisis Saringan setelah dijemur hingga kering.
- j. Ukuran butiran terbesar (D mm) yang ada dalam suspensi pada kedalaman efektif untuk setiap saat pembacaan, dihitung menggunakan persamaan (3.6).
- k. Persentase berat ($P\%$) butir yang kecil daripada D terhadap berat kering seluruh tanah yang diperiksa dihitung menggunakan persamaan (3.7).

B. Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan (ASTM D 422-72) dimaksudkan untuk menentukan persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan No. 200.

1. peralatan

- a. Satu set saringan No. 10, 20, 40, 60, 140, 200, serta pan saringan
- b. Kuas
- c. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- d. Mesin getar

e. *Oven*

2. Benda Uji

Benda uji berupa butiran tanah yang tertinggal pada saringan No. 200 dari hasil pengujian Analisis Hidrometer.

3. Prosedur Pengujian

- a. Butiran tanah disaring dengan satu set saringan yang disusun dengan urutan dari atas mulai No. 10, 20, 40, 60, 140, 200 dan pan.
- b. Susunan saringan diletakkan pada mesin penggetar dan digetarkan selama 3 – 5 menit.
- c. Butir-butir tanah yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang.
- d. Nilai-nilai hasil saringan dimasukkan kedalam tabel Analisis Saringan.
- e. Berat butir-butir tanah yang lolos dari masing-masing saringan dihitung, berdasarkan berat butir tanah yang tertahan.
- f. Kurva Distribusi Ukuran Butiran digambar pada kertas grafik semi logaritma dengan absis diameter butiran dan ordinat persentase lolos (%).
- g. Dari Kurva distribusi Ukuran Butiran diperoleh persentase fraksi butiran lempung, lanau dan pasir.

4.4 Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Penelitian terhadap sifat mekanik tanah meliputi pengujian-pengujian berikut:

4.4.1 Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pengujian kuat tekan bebas (ASTM D 216-85) dimaksudkan untuk menentukan besarnya sudut gesek dalam tanah (ϕ), kohesi tanah (c), dan kuat

tekan bebas tanah (qu). Kuat tekan bebas tanah adalah besarnya tekanan *axial* (kg/cm^2) yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pengurangan tinggi contoh tanah hingga 20%, apabila tanah sampai pengurangan tinggi 20% tersebut tidak pecah.

1. Peralatan

- a. Mesin penekan
- b. Alat pengeluar contoh tanah (*extruder*)
- c. Tabung cetak belah
- d. Timbangan ketelitian 0,1 gr
- e. *Stopwatch*
- f. *Schatt matt* (jangka sorong)
- g. Pisau
- h. Satu unit alat pengujian kadar air

2. Benda Uji

Benda uji berupa tanah kohesif berbentuk silinder, tinggi silinder harus antara 2 sampai 3 kali diameter. Diameter minimum benda uji adalah 3,30 cm. Jika diameter benda uji $< 7,10$ cm, butir tanah terbesar yang diijinkan ada dalam benda uji adalah 1/10 kali diameter benda uji, sedangkan diameter $> 7,10$ cm, butir tanah terbesar yang diijinkan dalam benda uji adalah 1/6 kali diameter benda uji.

3. Prosedur Pengujian

- a. Tempatkan sampel tanah di atas mesin penekan secara vertikal dan sentris pada plat dasar alat tekan.

- b. Alat tekan diatur sehingga plat atas menyentuh permukaan tanah, dial penunjuk beban dan dial pengukur regangan diatur menunjukkan nol.
- c. Penekanan dilakukan sambil mengatur kecepatan pembebanan, dengan kecepatan 1% tiap menit atau 1,4 mm/menit dan pembacaan dilakukan pada interval waktu 35 detik.
- d. Pembebanan dihentikan apabila dial penunjuk beban telah mengalami penurunan dua kali, atau regangan telah mencapai 20% dari tinggi semula.
- e. Sampel yang sudah pecah, diukur sudut pecahnya (α) dengan pengukur sudut.
- f. Nilai sudut gesek dalam tanah (ϕ), kohesi tanah (c), dan kuat tekan bebas tanah (qu) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\phi = 2(\alpha - 45^\circ) \quad (4.6)$$

$$qu = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (4.7)$$

$$c = \frac{qu}{2\text{tg}\alpha} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (4.8)$$

4.4.2 Pengujian Konsolidasi

Pengujian konsolidasi (ASTM D 2435) dimaksudkan untuk menentukan indek pemampatan (C_c) dan koefisien konsolidasi (C_v) suatu jenis tanah, yaitu sifat-sifat perubahan isi dan proses keluarnya air dari dalam tanah yang diakibatkan adanya perubahan tekanan vertikal pada tanah tersebut.

1. Peralatan

- a. Satu set alat konsolidasi (*Oedometer*) yang terdiri dari alat pembebanan dan sel konsolidasi
 - b. Arloji pengukur dengan ketelitian 0,01mm dan panjang gerak minimal 1 cm
 - c. Beban-beban
 - d. Alat pengeluar contoh tanah (*Extruder*)
 - e. Pemotong yang terdiri dari pisau tipis dan tajam serta pisau kawat
 - f. Pemegang cincin contoh
 - g. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
 - h. *Oven* dengan pengatur suhu sampai 110° C
 - i. *Stopwatch*
2. Benda Uji
- a. Benda uji berupa tanah kohesif tidak terusik.
 - b. Cincin cetak atau bagian dari sel konsolidasi dibersihkan dan dikeringkan, kemudian ditimbang. Apabila tanah cukup lunak, masukkan tanah dalam cincin cetak dengan menekan cincin ke dalam tanah yang telah didorong ke luar dari tabung. Potonglah tanah rata bagian atas dan bawah cincin cetak, lalu ditimbang.
 - c. Apabila contoh tanah agak keras, contoh tanah dapat dipotong dan dibubut sehingga ukurannya sesuai dengan cincin tempat benda uji. Masukkan tanah dalam cincin konsolidasi kemudian ratakan bagian atas dan bawahnya, lalu ditimbang.

- d. Permukaan benda uji harus rata/ halus, bila belum dapat ditambah permukaannya baik bagian atas maupun bagian bawah sehingga rata/ halus.

3. Prosedur Pengujian

- a. Batu pori ditempatkan di bagian atas dan bawah cincin, sehingga benda uji yang sudah dilapisi kertas saring terapit oleh dua buah batu pori lalu dimasukkan dalam sel konsolidasi, sel konsolidasi yang berisi benda uji diletakkan pada alat konsolidasi sehingga bagian yang runcing dari lengan beban penumpu menyentuh tepat pada alat perata pembebanan pada sel konsolidasi, kemudian kedudukan arloji diatur, dibaca dan dicatat.
- b. Beban pertama dipasang pada benda uji, kemudian arloji dibaca pada saat-saat: 9,6 detik, 21,6 detik, 38,4 detik, 1 menit, 2,25 menit, 4 menit, 9 menit, 16 menit, 25 menit, 36 menit, 49 menit, 24 jam. Beban dibiarkan bekerja sampai pembacaan arloji tetap, biasanya cukup sampai 24 jam.
- c. Setelah 1 menit pembacaan, sel konsolidasi diisi air, dengan muka air kira-kira sama tinggi dengan permukaan atas benda uji, selama pengujian benda uji harus dijaga agar selalu terendam air.
- d. Setelah pembacaan menunjukkan angka yang tetap atau setelah 24 jam, catat pembacaan arloji yang terakhir. Kemudian dipasang beban kedua yang besarnya dua kali beban pertama, sehingga tekanan menjadi dua kalinya. Bacalah arloji sesuai waktu diatas.

- e. Untuk beban-beban selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama. Beban-beban tersebut harus menimbulkan tekanan normal terhadap benda uji masing-masing sebesar: 0,25, 0,50, 1, 2, 4, dan 8 kg/cm².
- f. Setelah pembebanan maksimum dan sudah menunjukkan pembacaan tetap pembebanan dikurangi dalam dua langkah yaitu 4 kg/cm² dan 0,25 kg/cm² (beban *rebound*), setiap pembebanan harus dibiarkan bekerja sekurang-kurangnya selama 5 jam.
- g. Segera setelah pembacaan terakhir dicatat, cincin dan benda uji dikeluarkan dari sel konsolidasi lalu dikeringkan, kemudian lakukan pengujian kadar air dan hitung berat keringnya serta tinggi sampel kering.
4. Perhitungan
- a. Berat tanah basah dihitung sebelum dan sesudah pengujian dan hitung berat keringnya (B_k). Berat isi dan kadar air benda uji dihitung sebelum dan sesudah percobaan selesai.
- b. Gambarkan kurva hubungan antara akar waktu dalam menit sebagai absis dengan penurunan sebagai ordinat, untuk setiap tahap pembebanan.
- c. Menentukan nilai t_{90} bagi masing-masing tahap pembebanan, yang dapat dilakukan dengan kurva diatas dengan cara sebagai berikut:
- 1) Tarik/ perpanjang bagian lurus awal kurva keatas sampai memotong sumbu ordinat (t_0), yaitu pada titik A.
 - 2) Tarik garis lurus sejajar sumbu absis hingga memotong garis perpanjangan kurva pada titik A, panjang garis ini merupakan garis B.

- 3) Perpanjangan garis B tersebut sebesar 0,15 A, pada ujung perpanjangan garis ini adalah titik C.
- 4) Hubungan garis dari t_0 ketitik C, garis ini akan memotong kurva penurunan pada titik D.
- 5) Maka titik D menunjukkan $\sqrt{t_{90}}$, dengan t_{90} adalah waktu untuk mencapai konsolidasi 90%.

- d. Hitung koefisien konsolidasi, C_v (cm^2/menit) bagi masing-masing tahap pembebanan, dengan rumus:

$$C_v = \frac{0,848 \cdot d^2}{t_{90}} \quad (4.9)$$

dengan:

d = setengah tinggi efektif (cm)

$$= \frac{1}{2} H$$

H = tinggi efektif

$$= \frac{H_1 + H_2}{2}$$

H_1 = tebal sampel pada awal setiap beban

H_2 = tebal sampel pada akhir setiap beban

- e. Menghitung Indeks Kompresi (*Compression Index*) = C_c

- 1) Hitung tinggi efektif (tebal bagian padat) benda uji.

$$H_i = \frac{Bk}{A.G_s \cdot \gamma_w} \quad (4.10)$$

dengan:

H_i = Tinggi efektif benda uji (cm)

Bk = Berat kering benda uji (gr)

A = luas benda uji (cm^2)

G_s = berat jenis tanah

- 2) Angka pori awal (e_0) dihitung dengan rumus:

$$e_0 = \frac{H_0 - H_t}{H_t} \quad (4.11)$$

- 3) Angka pori pada saat pembebanan.

$$e_n = \frac{H_n - H_t}{H_t} \text{ atau } e_n = e_0 - \Delta e \quad (4.12)$$

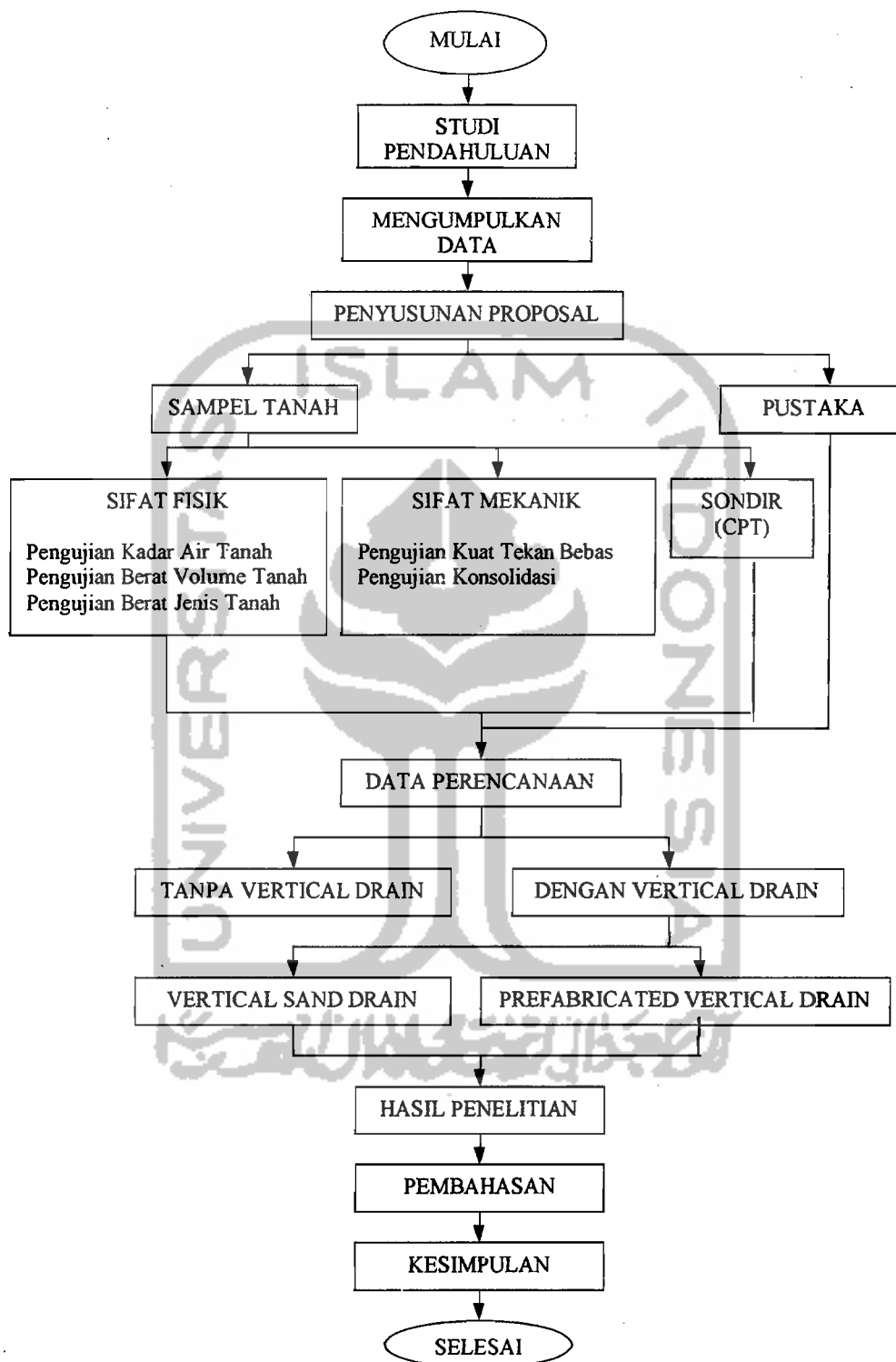
Hasil perhitungan t_{90} , C_v , C_c , e disusun dalam suatu tabel.

- 4) Gambarkan kurva hubungan antara angka pori e sebagai ordinat (skala linear) dengan tegangan normal σ sebagai absis (dengan skala logaritma).
- 5) Harga indeks kompresi, C_c adalah kemiringan bagian lurus dari kurva $e - \log \sigma$.

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log \sigma} = \frac{e_1 - e_2}{\log \frac{\sigma_2}{\sigma_1}} \quad (4.13)$$

- 6) Derajat kejenuhan sebelum dan sesudah percobaan.

$$Sr = \frac{w \cdot G_s}{e} \times 100\% \quad (4.14)$$



Gambar 4.1 Diagram alir penelitian