

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi, Waktu dan Metode Penelitian

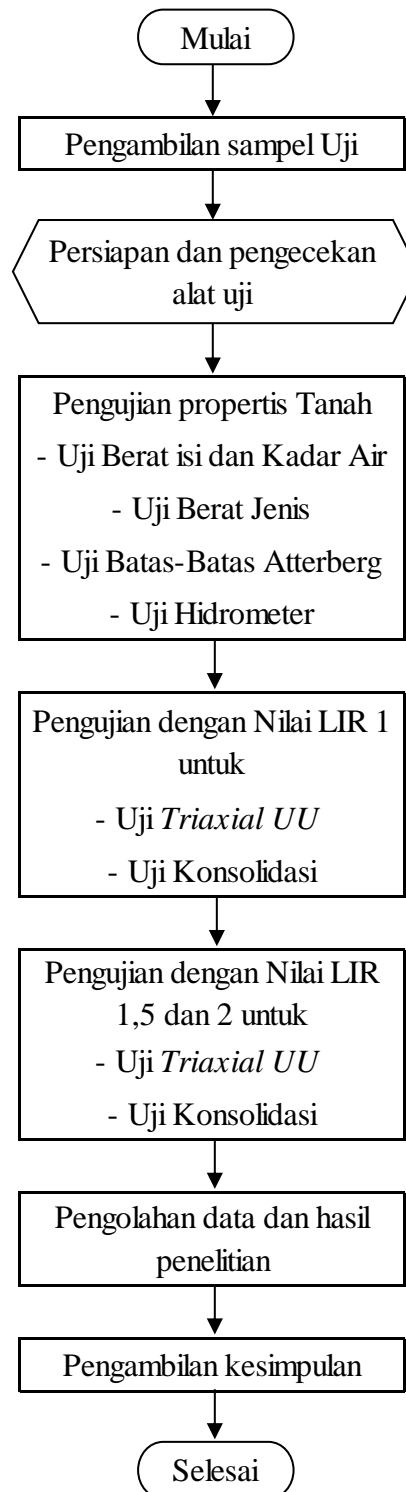
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah FPTK UPI dengan jangka waktu sekitar 4 minggu. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan metode analitik korelatif, dengan tindakan yang dilakukan secara langsung yaitu eksperimen.

Arboleda (1981: 27) mendefinisikan eksperimen sebagai suatu penelitian yang dengan sengaja peneliti melakukan manipulasi terhadap satu atau lebih variabel dengan suatu cara tertentu sehingga berpengaruh pada satu atau lebih variabel lain yang di ukur, metode analisis yang digunakan adalah analisis data laboratorium.

3.2. Sampel Penelitian

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah timbunan artinya sampel tanah ini dalam kondisi *disturbed*.

3.3 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4. Pengambilan Sampel Uji

Sampel diambil dari lokasi langsung dari proyek jalan Trans Sumatra, tanah disimpan didalam karung dan seperti yang telah disebutkan tanah dalam keadaan *disturbed*.

3.5 Persiapan dan Pengecekan Alat Uji

Semua alat uji yang digunakan pada penelitian ini diperiksa dan disiapkan. Beberapa alat uji dilakukan kalibrasi dan pembersihan jika perlu agar hasilnya diharapkan akurat seperti timbangan dan tabung untuk uji. Alat uji yang diperlukan antara lain adalah alat-alat untuk uji berat jenis dan kadar air, uji berat isi, uji batas-batas atterberg, uji hidrometer, uji *Triaxial UU* dan uji konsolidasi.

3.6 Uji *Index Properties* Tanah

Pengujian *index properties* bertujuan untuk mengetahui sifat fisis tanah yang umum digunakan ketika melakukan uji lab pada sampel tanah yang telah didapat dari lapangan. Pengujian ini meliputi pengujian berat isi tanah, pengujian kadar air tanah, pengujian berat jenis tanah, pengujian batas-batas Atterberg dan pengujian hidrometer. Prosedur pengujian yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan ASTM.

3.6.1. Pengujian Berat Isi Dan Kadar Air

a. Lingkup pengujian

Percobaan ini dilakukan untuk mengukur berat isi dengan menggunakan uji ring gamma dan kadar air alami tanah. Besaran-besaran lain yang dapat diturunkan adalah angka pori (e), porositas (n), dan derajat kejenuhan (S_r)

b. Maksud dan Tujuan

Maksud percobaan ini adalah untuk mengukur sifat-sifat fisis tanah. Tujuan dari uji ini adalah sebagai bagian dari klasifikasi tanah

c. Manfaat pengujian

Besaran yang diperoleh dapat digunakan untuk korelasi empiris dengan sifat-sifat teknis tanah.

Muhammad Gothfani Aji, 2018

PENGARUH PERUBAHAN NILAI LIR (LOAD INCREMENTAL RATIO) TERHADAP PARAMETER KONSOLIDASI DAN KUAT GESER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

d. Acuan Pengujian

ASTM C – 29 dan ASTM D – 2216 – 98

3.6.2. Pengujian berat jenis

a. Lingkup pengujian

Percobaan ini mencakup penentuan berat jenis (*specific gravity*) tanah dengan menggunakan botol Erlenmeyer. Tanah yang diuji harus lolos saringan No. 4. Bila nilai berat jenis dan uji ini hendak digunakan dalam perhitungan untuk uji hidrometer, maka tanah harus lolos saringan 200 (diameter = 0.074 mm).

b. Penerapan Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah digunakan pada hubungan fungsional antara fase udara, air, dan butiran dalam tanah dan oleh karenanya diperlukan untuk perhitungan-perhitungan parameter indeks tanah (*index properties*).

c. Acuan Pengujian

ASTM D – 854 – 02

3.6.3. Pengujian Batas-batas Atterberg

a. Lingkup pengujian

Percobaan ini mencakup penentuan batas-batas Atterberg yang meliputi Batas Susut, Batas Plastis, dan Batas Cair.

b. Maksud dan Tujuan

Maksud dari Uji Batas - Batas Atterberg adalah untuk menentukan angka-angka konsistensi Atterberg, yaitu :

- Batas Susut/ Shrinkage Limit (w_s)
- Batas Plastis/ Plastic Limit (w_p)
- Batas Cair/ Liquid Limit (w_L)

Tujuan uji ini adalah untuk klasifikasi tanah butir halus.

c. Acuan Pengujian

ASTM D – 4318 – 00

3.6.4 Pengujian Hidrometer

a. Lingkup pengujian

Metode ini mencakup penentuan dari distribusi ukuran butir tanah yang lolos saringan no. 200

- Silt/lanau adalah tanah dengan ukuran butir antar 0.002 mm - 0.075 mm
- Clay/lempung adalah tanah dengan ukuran butir lebih kecil dari 0.002 mm
- Aktivitas tanah :

$$A = \frac{I_p}{\% \text{ fraksi tanah lempung}}$$

b. Maksud dan Tujuan

Analisis hidrometer adalah metode untuk menghitung distribusi ukuran butir tanah berdasarkan sedimentasi tanah dalam air, kadang disebut juga uji sedimentasi. Analisis hidrometer ini bertujuan untuk mengetahui pembagian ukuran butir tanah yang berbutir halus.

c. Manfaat

Manfaat hasil uji ini adalah untuk perbandingan dengan sifat tanah yang ditentukan dari uji batas-batas Atterberg dan untuk menentukan aktivitas tanah.

d. Acuan Pengujian

ASTM D-442-63 (98)

3.7. Pengujian Kuat Geser

Uji yang digunakan untuk mencari nilai parameter kuat geser adalah uji *Triaxial UU* yang pada akhirnya akan didapat hasil c_u (kohesi tanah) dan ϕ (sudut geser dalam). Pada uji ini akan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu untuk nilai LIR 1; 1,5; dan 2 yaitu dengan perubahan pada tegangan keliling.

a. Lingkup pengujian

Percobaan ini mencakup uji kuat geser untuk tanah berbentuk silinder dengan diameter maksimum 75 mm. Pengujian dilakukan dengan alat konvensional dalam kondisi contoh tanah tidak terkonsolidasi dan air pori tidak teralir (unconsolidated undrained).

b. Maksud dan Tujuan

Maksud uji *Triaxial UU* adalah untuk mengetahui kekuatan geser tanah; yaitu c (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam), dalam tegangan total ataupun efektif yang mendekati keadaan aslinya di lapangan.

Tujuannya adalah untuk digunakan dalam analisis kestabilan jangka pendek (short term stability analysis)

c. Manfaat

Keuntungan uji ini adalah karena pelaksanaannya cepat.

d. Acuan Pengujian

ASTM D-2850-95

e. Keterbatasan

Uji ini tidak dapat digunakan untuk sampel dengan ukuran butir yang besar (gravel). Di samping itu pengukuran tekanan air pori tidak dapat dilakukan.

f. Peralatan

Alat-alat yang digunakan:

- Alat Triaxial
- Membran karet
- Stretcher
- Stopwatch
- Alat untuk mengeluarkan tanah dari tabung (piston plunger)
- Silinder untuk mengambil contoh tanah
- Oven
- Timbangan dengan ketelitian 0.1 gr
- Cawan (container)

- Desikator
- Pisau

g. Ketentuan

Kecepatan pengujian ditentukan 2% per menit atau ekuivalen 1.5 mm/menit untuk sampel dengan tinggin 76 mm.

h. Prosedur Uji

1. Contoh tanah diambil dengan ring silinder ukuran tinggi 76 mm dan diameter 38 mm, kedua permukaannya diratakan.
2. Mengeluarkan contoh tanah dari silinder dengan menggunakan piston plunger.
3. Mengukur diameter dan tinggi sampel secara lebih akurat.
4. Menimbang sampel.
5. Membungkus sampel dengan membran karet.
6. Memasang batu pori di bagian bawah.
7. Membran bagian bawah dan atas diikat dengan karet membran.
8. Sel *Triaxial* diisi air destilasi hingga penuh dan meluap, tegangan air pori dinaikkan hingga sesuai tegangan keliling yang diinginkan.
9. Tekanan vertikal diberikan dengan jalan menekan tangkai beban di bagian atas contoh tanah yang dijalankan oleh mesin dengan kecepatan tertentu.
10. Pembacaan diteruskan sampai pembacaan proving ring dial memperlihatkan penurunan sebanyak 3 kali atau sampai regangan mencapai $\pm 15\%$.
11. Mengeluarkan contoh tanah dari sel *Triaxial* kemudian digambar bidang runtuhnya.
12. Pengujian dilakukan 3 kali dengan perbedaan tegangan keliling yaitu $0.5 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $1 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $2 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$ dengan LIR 1
13. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan nilai LIR yang berbeda yaitu:
 - a. LIR 1.5 dengan beban $0,5 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $1,25 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $3,13 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$
 - b. LIR 2 dengan beban $0,5 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $1,5 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $4,5 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$

3.8 Pengujian Konsolidasi

Uji yang dilakukan untuk mendapat nilai parameter konsolidasi adalah uji konsolidasi. Sama dengan uji *Triaxial UU*, uji ini juga dilakukan sebanyak 3 kali yaitu dengan nilai LIR masing-masing 1; 1,5; dan 2.

a. Lingkup pengujian

Uji konsolidasi dilakukan pada tanah lempung atau lanau yang jenuh air berdasarkan teori Terzaghi. Khusus untuk tanah ekspansif dan tanah organik, maka tidak termasuk dalam lingkup pengujian ini

b. Maksud dan Tujuan

Maksud uji konsolidasi adalah memberikan beban secara bertahap kepada tanah dan mengukur perubahan volume (atau perubahan tinggi) contoh tanah terhadap waktu.

Tujuan dari uji konsolidasi adalah untuk menentukan sifat kemampatan tanah dan karakteristik konsolidasinya yang merupakan fungsi dari permeabilitas tanah.

- Sifat kemampatan tanah dinyatakan dengan koefisien kemampatan volume (m_v) atau dengan indeks kompresi (c_c).
- Karakteristik konsolidasi dinyatakan oleh koefisien konsolidasi (c_v) yang menggambarkan kecepatan kompresi tanah terhadap waktu.

c. Manfaat

Hasil uji konsolidasi ini dapat digunakan untuk menghitung prediksi penurunan tanah akibat proses konsolidasi, dan secara tidak langsung dapat pula digunakan untuk menentukan permeabilitas tanah, k , dengan rumus :

$$k = m_v \cdot \gamma_w \cdot C_v$$

d. Acuan Pengujian

ASTM D2435

e. Keterbatasan

Uji ini hanya untuk konsolidasi 1 dimensi (arah vertikal saja).

f. Peralatan

- Alat konsolidasi, terdiri dari 2 bagian: alat pembebanan dan alat konsolidasi
- Arloji ukur
- Peralatan untuk meletakkan contoh tanah ke dalam ring konsolidasi
- Timbangan dengan ketelitian 0.01 g dan 0.1 g.
- Oven
- Desikator
- Stopwatch
- Alat pemotong yang merupakan pisau tipis dan tajam serta pisau kawat.
- Penggaris (scale)

g. Ketentuan

- Setiap alat perlu diperhitungkan besar beban untuk mendapatkan tekanan yang diinginkan.
- Untuk memperhitungkan faktor pengaruh alat harus diadakan koreksi terhadap pengaruh alat, yang dapat ditentukan dengan menggunakan alat uji besi yang mempunyai ukuran sama dengan ukuran benda uji (contoh tanah yang di uji). Pembebanan dilakukan seperti biasa, penurunan yang dibaca pada setiap pembebanan adalah nilai koreksinya
- Untuk menjaga agar tidak terjadi perubahan kadar air mula-mula, contoh tanah harus secepatnya diperiksa. Contoh tanah tidak boleh dipasang dan dibiarkan terlalu lama sebelum beban pertama diberikan.
- Pada awal percobaan, batu pori harus benar-benar rapat pada permukaan contoh tanah, dan pelat penumpu serta alat beban harus benar-benar rapat satu sama lain. Jika hal ini tidak diperhatikan maka pada pembebanan pertama mungkin diperoleh pembacaan penurunan yang lebih besar dari nilai sesungguhnya.
- Selama percobaan sel konsolidasi tetap penuh air. Pada beberapa macam tanah tertentu ada kemungkinan pada pembebanan pertama

akan terjadi pengembangan (*swelling*) setelah sel konsolidasi diisi dengan air.

h. Prosedur Uji

1. Mengukur tinggi dan diameter dan berat ring konsolidasi (dengan ketelitian 0.1 gram).
2. Memasukkan contoh tanah tadi ke dalam ring dengan hati-hati, lapisan atas harus terletak di bagian atas.
3. Menimbang sampel tanah dan ring
4. Menempatkan batu pori pada bagian atas dan bawah ring sehingga contoh tanah yang sudah dilapisi kertas pori terapat oleh kedua batu pori. Kemudian masukkan dalam sel konsolidasi.
5. Memasang pelat penumpu diatas batu pori.
6. Meletakkan sel konsolidasi yang sudah berisi contoh tanah pada alat konsolidasi, bagian yang runcing dari pelat penumpu tepat menyentuh alat pembebanan.
7. Mengatur kedudukan arloji pengukur penurunan, kemudian dibaca dan dicatat.
8. Memasang beban pertama sehingga tekanan pada contoh mencapai besar $0.25 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$. Lakukan pembacaan pada detik ke 6, 15, 30, dan pada menit ke 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 330, 420, 1140 setelah beban dipasang. Sesudah pembacaan 1 menit sel konsolidasi diisi air.
9. Membaca arloji yang terakhir setelah beban bekerja 24 jam. Lalu memasang beban kedua sebesar beban pertama sehingga tekanan menjadi $2x$ semula. Kemudian baca dan catat arloji seperti pada butir 9.
10. Mengulang butir 8 dan 9 untuk beban-beban selanjutnya. Lalu memberi sampel tanah beban-beban $0,25 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $0,5 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $1 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $2 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; $4 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$; dan $8 \text{ k}\gamma/\text{cm}^2$ dengan LIR (load increment ratio) = 1. Besarnya beban maksimum yang diberikan tergantung pada tegangan yang akan bekerja pada lapisan tanah tersebut.

11. Mengurangi beban setelah beban 8 k γ /cm² dikerjakan selama 24 jam, hingga mencapai 2 k γ /cm² dan kemudian ¼ k γ /cm². Beban tersebut dibiarkan selama 4 jam, dan dibaca besar pengembangannya dari masing-masing beban tersebut.
12. Untuk uji dengan LIR bervariasi beban yang digunakan akan sama pada beban akhir namun berbeda pada jumlah dan nilai beban yaitu sebagai berikut
 - a. LIR 1,5 dengan beban 0,25 k γ /cm² ;0,625 k γ /cm² ;1,563 k γ /cm² ;3,906 k γ /cm² ;9,766 k γ /cm²
 - b. LIR 2 dengan beban 0,25 k γ /cm² ;0,75 k γ /cm² ;2,25 k γ /cm² ;6,75 k γ /cm²
13. Setelah pembacaan terakhir dicatat, contoh tanah dan ring dikeluarkan dari sel konsolidasi, kemudian batu pori diambil dari permukaan atas dan bawah.
14. Menimbang ring yang berisi contoh tanah setelah dibersihkan dari genangan air yang terdapat pada sel konsolidasi.
15. Memasukkan ring yang berisi contoh tanah tersebut ke dalam oven selama 24 jam untuk mengetahui berat kering contoh tanah.

3.9 Analisis Data

Pada kedua uji terdapat masing-masing memiliki LIR dengan pengertian yang berbeda. Untuk uji konsolidasi LIR merupakan beban linear satu arah dari atas, sementara pada uji *Triaxial UU* LIR adalah tegangan keliling. Namun pada *Triaxial UU* tegangan keliling ini dianggap sebagai 1 dimensi karena $\sigma_2 = \sigma_3$.

Pada konsolidasi : $LIR_c = \frac{\Delta p}{p_{a'}}$

Pada triaxial uu : $LIR_t = \frac{\Delta p}{p_{a'}}$

maka bisa diasumsikan $LIR_c = LIR_t$ sehingga bisa dibandingkan hasilnya.

Kemudian untuk statistika digunakan metode regresi sederhana. Langkah-langkah perhitungan statistika yang digunakan pada penelitian ini adalah

- a. Perhitungan Nilai Rata-Rata (\bar{X}) dan Standar Deviasi

$$\bar{X} = \frac{\text{jumlah seluruh data}}{\text{banyaknya data}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

b. Perhitungan z-score dan t-score

Tujuan perhitungan ini adalah untuk normalisasi nilai uji agar terdistribusi normal, sehingga dapat memudahkan dalam mencari regresinya.

Nilai *z score* dapat dicari dengan persamaan

$$z \text{ score} = \frac{x_1 - \bar{x}}{SD}$$

Nilai *t score* dapat dicari dengan persamaan

$$t \text{ score} = 5 + 1 \cdot z \text{ score}, \text{ atau}$$

$$t \text{ score} = 50 + 10 \cdot z \text{ score}$$

c. Perhitungan Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana merupakan analisis regresi yang menggunakan satu variabel independen (X) dan satu variabel dependen (Y).

$$Y = a + b X$$

Dalam perhitungan manual, nilai a dan b dapat dicari dengan rumus berikut:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

d. Perhitungan Uji – F

Uji F atau Analisis Varians (ANOVA) adalah bentuk uji hipotesis statistik yang banyak digunakan dalam penelitian eksperimen, uji ini

digunakan untuk melihat pengaruh semua variabel bebas secara bersama-

sama terhadap variabel terikat. Uji Anova dapat dibagi berdasarkan desain penelitian yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan Anova satu arah, yaitu untuk menguji perbedaan diantara dua atau lebih kelompok dimana hanya terdapat satu faktor yang dipertimbangkan.

Uji F dilakukan dengan membandingkan F hitung dengan F tabel, jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka Hipotesis Awal (H_0) ditolak dan Hipotesis Alternatif (H_a) diterima. Taraf signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1%. Dengan Hipotesis Awal (H_0) adalah perubahan nilai LIR tidak berpengaruh pada parameter konsolidasi dan kuat geser, lalu Hipotesis Alternatif (H_a) adalah perubahan LIR tidak berpengaruh pada parameter konsolidasi dan kuat geser

Tabel 3.1 Analisis Ragam untuk Regresi Linier Sederhana

Sumber Keragaman	Derajat Kebebasan	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung
Regresi	1	$JKR = b \left(\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n} \right)$	$KTR = \frac{JKR}{1}$	$\frac{KTR}{KTG}$
Galat	$n - 2$	$JKG = JKT - JKR$	$KTG = \frac{JKG}{n - 2}$	
Total	$n - 1$	$JKT = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$		