

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Metode Pelaksanaan Penelitian

Metode pelaksanaan penelitian penting dilakukan, agar dalam pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil sesuai yang diinginkan. Adapun metode pelaksanaan dalam penelitian ini meliputi persiapan, pekerjaan lapangan dan pekerjaan laboratorium.

4.1.1 Pekerjaan Persiapan

Sebagai awal dalam pelaksanaan penelitian ini, maka dilakukan pekerjaan persiapan. Pekerjaan ini meliputi studi pendahuluan, penentuan tempat pengambilan sampel tanah lempung dan bahan stabilisasi, konsultasi dan koordinasi dengan narasumber yang terkait, pengurusan perijinan penelitian dan pengajuan proposal.

4.1.2 Pekerjaan Lapangan

Pada tahap ini pekerjaan yang dilakukan adalah pengambilan sampel yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian yaitu tanah lempung berjenis *expansif*. Yang pengambilannya dilakukan dengan cara terganggu (*disturb*), dan tidak terganggu (*undisturb*). Pengambilan sampel tanah terganggu tidak perlu ada usaha atau perlakuan khusus yang dilakukan untuk melindungi sifat dari tanah tersebut. Sedangkan untuk sampel tanah tak terganggu memerlukan perlakuan khusus yaitu pengambilannya menggunakan tabung berupa silinder berdinding tipis dengan diameter tertentu, yang bertujuan untuk mengetahui kadar air asli dilapangan. Dan diusahakan susunan tanahnya tetap sama, sehingga sifat-sifat asli tanahnya masih tetap utuh. Sedangkan pengambilan sampel lumpur lapindo sebagai bahan stabilisasi diambil dari daerah Porong, Sidoarjo, Jawa Timur yang berada tidak jauh dari pusat semburan lumpur yang terjadi.

4.1.3 Pekerjaan Laboratorium

Tahap ini berupa pengujian tanah sampel dan lumpur lapindo yang meliputi pemeriksaan atau pengujian sifat-sifat fisik dan sifat mekanis yang terdiri dari :

4.1.3.1 Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah

1. Pengujian Kadar Air

- a. Tujuan Percobaan : Menguji dan menentukan kadar air sampel tanah.
- b. Alat-alat yang digunakan :
 1. Timbangan / neraca ketelitian 0,01 gram.
 2. Oven.
 3. Desikator.
 4. Cawan.



Gambar 4.1 Peralatan Pengujian Kadar air

- c. Prosedur Pelaksanaan :
 1. Cawan dibersihkan, kemudian ditimbang beratnya (W_1) gram.
 2. Sampel tanah dimasukkan dalam cawan dan ditimbang beratnya (W_2) gram.
 3. Setelah dioven selama 16-24 jam, tanah didinginkan dalam desikator.
 4. Setelah dingin tanah kering dan cawan ditimbang beratnya (W_3) gram.

5. Hitung kadar air (w), dengan rumus :

$$w = \frac{W2 - W3}{W3 - W1} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Keterangan : w = kadar air
 $W1$ = berat cawan
 $W2$ = berat cawan + tanah basah
 $W3$ = berat cawan + tanah kering

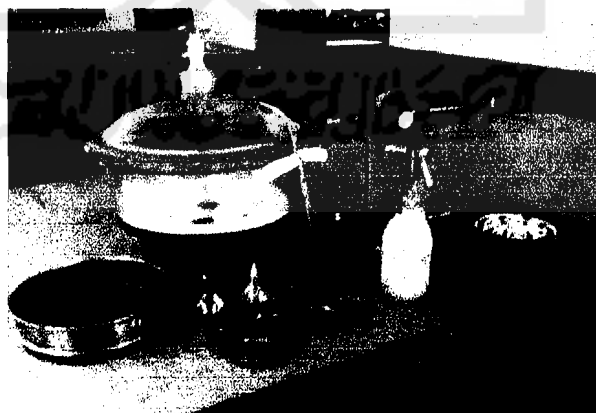
2. Pengujian berat jenis

a. Tujuan percobaan

Menentukan berat jenis sampel tanah yaitu pebandingan berat butir tanah dengan berat air destilasi diudara pada volume yang sama dengan temperatur tertentu (27,5° C).

b. Alat-alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
2. Piknometer.
3. Oven, Desikator.
4. Mortar (Cawan Porselin), spatel (Penumbuk berkepala karet/kayu).
5. Saringan no. 40
6. Termometer.
7. Air destilasi (dalam *wash bottle*).



Gambar 4.2 Peralatan Pengujian Berat Jenis

c. Prosedur Pelaksanaan :

1. Membersihkan dan mengeringkan seluruh piknometer, kemudian ditimbang beratnya (W_1) gram.
2. Menghancurkan sampel tanah dalam mortar, kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam.
3. Setelah sampel tanah kering, diambil dan didinginkan dalam desikator selama 10 sampai 15 menit, setelah dingin dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak 10 gram, piknometer beserta tutupnya ditimbang beratnya (W_2) gram.
4. Menambahkan air destilasi ke dalam piknometer sampai dengan $\frac{1}{2}$ atau $\frac{1}{3}$ penuh, kemudian piknometer dipanaskan selama 10 sampai 15 menit dengan sesekali piknometer dimiringkan untuk membantu keluarnya udara yang terperangkap diantara butir-butir tanah, kemudian didinginkan.
5. Menambahkan air destilasi ke dalam piknometer sampai penuh, diukur suhu air dan ditutup kemudian ditimbang beratnya (W_3) gram.
6. Mengosongkan dan membersihkan piknometer, kemudian diisi air destilasi sampai penuh dan ditimbang beratnya (W_4) gram.
- 7 Menghitung berat volume kemudian dihitung berat jenisnya. Dengan rumus:

$$G_s = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots(4.2)$$

Keterangan : W_1 = berat piknometer

W_2 = berat piknometer + tanah kering

W_3 = berat piknometer + tanah + air

W_4 = berat piknometer + air

3. Pemeriksaan Batas Cair Tanah

a. Tujuan percobaan

Menentukan batas cair tanah, yaitu kadar air tanah pada keadaan antara cair dan plastis.

b. Alat-alat yang digunakan :

1. Mangkuk Cassagrande
2. Alat Pembarut (*grooving tool*)
3. Mortar dan spatel
4. Saringan no. 40
5. Air destilasi
6. Satu set alat pemeriksa kadar air



Gambar 4.3 Peralatan Pengujian Batas cair

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Sampel tanah yang lolos saringan no. 40 dicampur dengan air dalam mortar, kemudian diaduk dengan spatel hingga homogen.
2. Memasukkan sampel tanah kedalam mangkuk Cassagrande dan meratakannya dengan spatel.
3. Membelah tepat ditengah sampel tanah menjadi dua bagian yang simetris dengan alat pembarut.
4. Memutar pegangan mangkuk Cassagrande dengan kecepatan 2 pukulan perdetik sehingga mangkuk terangkat dan jatuh dengan

ketinggian 1 cm, pemutaran pegangan mangkuk dilakukan hingga belahan kedua tanah bertemu sepanjang 12,7 mm (1/2") sambil dihitung jumlah pukulannya.

5. Mengambil sebagian sampel untuk dicari kadar airnya, untuk menentukan batas cair ditentukan empat kali percobaan yang dibuat dengan dua variasi di bawah 25 kali pukulan dan dua variasi diatas 25 kali pukulan. Dengan rumus :

$$w = \frac{W2 - W3}{W3 - W1} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.3)$$

Keterangan : w = kadar air

$W1$ = berat cawan

$W2$ = berat cawan + tanah basah

$W3$ = berat cawan + tanah kering

6. Dari masing-masing kadar air kemudian dihubungkan untuk mencari kadar air pada jumlah ketukan 25, yaitu dengan membuat kurva hubungan antara kadar air dengan banyaknya pukulan.

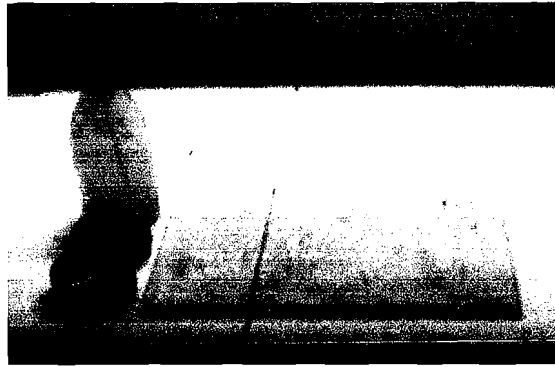
4. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah

a. Tujuan Percobaan

Menentukan batas plastis tanah, yaitu kadar air minimum bagi tanah tersebut yang masih dalam keadaan plastis.

b. Alat-alat yang digunakan

1. pelat kaca
2. Mortar dan spatel
3. Saringan no. 40
4. Seperangkat alat pengujian kadar air.



Gambar 4.4 Peralatan Pengujian Batas Plastis

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Mencampur tanah dengan air destilasi secara merata dalam mortar hingga tanah mudah dibentuk, kemudian membuat bulatan tanah sedemikian rupa sehingga tidak lengket bila ditckan dengan tangan dan tidak melekat pada pelat kaca.
2. Menggelintir tanah tersebut di atas pelat kaca hingga mencapai diameter 3 mm dan kelihatan mulai retak-retak. Serta tidak dapat dibuat batangan tanah dengan diameter lebih kecil dari 3 mm.
3. Menentukan kadar air dari pilinan tanah yang telah retak tersebut sesuai dengan rumus :

$$w = \frac{W2 - W3}{W3 - W1} \times 100\% \dots\dots\dots(4.4)$$

Keterangan : w = kadar air
 $W1$ = berat cawan
 $W2$ = berat cawan + tanah basah
 $W3$ = berat cawan + tanah kering

5. Pengujian Analisis Hidrometer

a. Tujuan percobaan

Menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan nomor 10 (sepuluh). Pengujian dilakukan dengan analisa sedimen dengan hidrometer.

b. Alat-alat yang digunakan

1. Hidrometer
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Gelas silinder kapasitas 1000 cc dengan diameter 6,35 cm, tinggi 45,70 cm
4. Alat pengaduk suspensi
5. Mortar dan spatel
6. Termometer, stopwatch, air destilasi
7. Bahan reagen (water glass) dan oven.



Gambar 4.5 Peralatan Pengujian Analisis Hidrometer

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Membuat larutan standar yaitu diambil dari reagen sebanyak 2 gram, kemudian dilarutkan dalam 300 cc air destilasi hingga larut pada gelas ukur.
2. Membuat suspensi (campuran sampel tanah dengan larutan standar) yaitu diambil sampel tanah sebanyak kurang lebih 50-60 gram kering oven kemudian dimasukkan dalam gelas ukur dan direndam selama ± 30 menit.
3. Rendaman sampel tanah kemudian diaduk dengan mixer selama ± 10 menit hingga menjadi suspensi, dan dimasukkan dalam tabung pengendapan lalu dikocok sebanyak 60 kali.

4. Setelah itu alat hydrometer dan termometer dimasukkan kedalam tabung secara perlahan-lahan sehingga tidak menimbulkan guncangan.
5. Lakukan pembacaan hidrometer sebagai berikut :
 - i. Kira-kira 20 atau 25 detik sebelum pembacaan suspensi, masukkan hidrometer secara hati-hati dan pelan-pelan sehingga tidak menimbulkan guncangan, kemudian skala dibaca yang ditunjuk oleh puncak meniskus muka air = R1
 - ii. setelah pembacaan R1 selesai dilakukan maka hidrometer dipindahkan secara pelan-pelan ketabung berikutnya dan dibaca skalanya = R2
 - iii. Setelah pembacaan hidrometer selesai, lalu diukur suhu suspensi dengan termometer.
 - iv. Pembacaan dilakukan pada setiap menit (T) ke 2, 5, 30, 60, 250, dan 1440 menit.
 - v. Setelah pembacaan terakhir, suspensi dituang diatas saringan no 200, kemudian sampel tanah yang tertahan dicuci dengan bantuan kuas sampai air yang keluar dari ayakan benar-benar bersih.

6. Pengujian Analisis Saringan

a. Tujuan percobaan

Menentukan persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no. 200

b. Alat-alat yang digunakan

1. Satu set saringan no : 10, 20, 40, 60, 140 dan 200 serta pan saringan
2. Kuas
3. Timbangan ketelitian 0,01 gr
4. Mesin Penggetar
5. Oven

c. Prosedur pelaksanaan

1. Dari pengujian Analisis Hidrometer, sudah didapatkan butiran tanah yang tertinggal pada saringan no. 200 yang sudah dikeringkan.
2. 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.
3. Letakkan susunan saringan tersebut pada mesin penggetar dan digetarkan selama 3-5 menit.
4. Timbang butir-butir tanah yang tertahan pada masing-masing saringan.

4.1.3.2 Pengujian Sifat-Sifat Mekanis Tanah

1. Pengujian Proktor Standar (Kepadatan Tanah)

a. Tujuan Percobaan

Mencari nilai kepadatan maksimum (Maximum Dry Density/MDD) dan kadar air optimum (Optimum Moisture Content/OMC) dari suatu sampel tanah.

b. Alat-alat yang digunakan :

1. Cetakan Silinder 102 mm (4 inc)
2. Alat pengeluar sampel tanah (ekstruder)
3. Timbangan kapasitas 11,5 kg dengan ketelitian 5 gram
4. Alat perata dari besi
5. Saringan 50 mm (2 inc), 19 mm (3/4 inc) dan no. 4
6. Talam, penumbuk dari kayu, pengaduk, sendok
7. Satu unit alat pengujian kadar air.



Gambar 4.6 Alat Uji Proktor Standar

c. Prosedur pelaksanaan

1. Sampel tanah dikeringkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk dan disaring menggunakan saringan no. 4
2. Benda uji dibagi menjadi 6 bagian kemudian dicampur air dan diaduk sampai merata. Penambahan air harus diatur sehingga diperoleh tiga sampel memiliki kadar air dibawah optimum dan tiga sampel lainnya diatas optimum. Kemudian dimasukkan dalam plastik dan disimpan selama 12 jam sampai kadar air merata.
3. Ditimbang cetakan dan keping alas dengan ketelitian 5 gram (W_1 gram).
4. Cetakan, leher dan keping alas dipasang jadi satu dan ditempatkan pada landasan yang kokoh.
5. Salah satu dari sampel yang sudah disiapkan diambil, di aduk dan dipadatkan dalam cetakan dengan cara :
 - 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 tumbuk standart dengan berat 2,495 kg (5,5 lb) dengan tinggi jatuh 30,5 cm (12 inc)

- iii. Tanah dipadatkan dalam tiga lapis, tiap lapis ditumbuk dengan 25 kali tumbukan.
6. 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)
7. Benda uji dikeluarkan dengan alat ekstruder dan ambil sebagian kecil dari benda uji untuk pengujian kadar air kemudian ditentukan nilai kadar airnya. Untuk sampel tanah yang lain juga dilakukan hal yang sama.
8. Kemudian dihitung berat volume tanah basah, tanah kering, kurva hubungan antara kadar air (w) dan berat volume kering sebagai ordinat (γ_d), serta garis Zero Air Void (ZAV).

2. Pengujian Konsolidasi

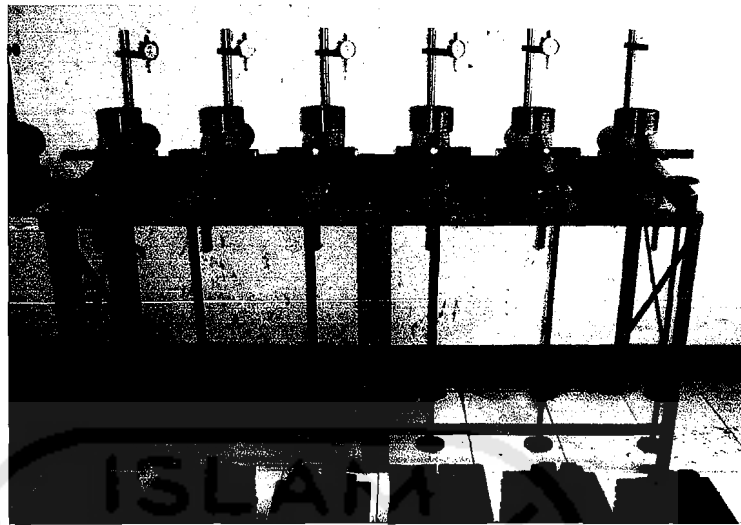
a. Tujuan Percobaan

Untuk memperoleh data tanah tentang sifat pemampatan, perubahan isi dan proses keluarnya air dari dalam tanah karena adanya perubahan tekanan vertikal pada tanah tersebut guna memperkirakan kecepatan dan besar penurunan suatu konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah lempung.

b. Alat-alat yang digunakan

1. Satu set alat konsolidasi (oedometer) yang terdiri dari alat pembebanan dan sel konsolidasi.
2. Arloji pengukur (*dial gauge*) dengan ketelitian 0,01 mm dan panjang gerak minimal 1 cm,
3. Beban-beban yang digunakan untuk pembebanan gantung.
4. Alat pengeluar contoh tanah (ekstruder).
5. Pemotong yang terdiri dari pisau tipis dan tajam serta gergaji kawat.
6. Neraca dengan ketelitian 0,10 dan 0,01 gram.
7. Oven dengan pengatur suhu sampai 110° C dan Stopwatch





Gambar 4.7 Alat Uji Konsolidasi

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Persiapan

- i. Cincin (bagian sel konsolidasi) dibersihkan dan dikeringkan, kemudian ditimbang beratnya dengan ketelitian 0,10 gram
- ii. Sebelum contoh tanah dikeluarkan dari tabung, ujungnya diratakan dahulu dengan mengeluarkan contoh 1-2 cm. Kemudian dipotong dengan pisau. Permukaan ujung contoh harus rata dan tegak lurus sumbu.
- iii. Cincin dipasang pada pemegangnya, kemudian diatur sehingga bagian yang tajam berada 0,50 cm dari ujung tabung contoh.
- iv. Contoh dikeluarkan dari tabung dan langsung dimasukkan kedalam cincin dan ujungnya diratakan. Perataan harus dilakukan dengan hati-hati sehingga tidak menekan benda uji.

2. Pelaksanaan

- i. Benda uji dan cincin ditimbang beratnya dengan ketelitian 0,01 gram.
- ii. Batu berpori bagian bawah dimasukkan kedalam cincin, dilapisi dengan kertas saring (filter) kemudian contoh tanah dimasukkan

dan dilapisi kertas filter dan terakhir ditutup dengan batu berpori, lalu dimasukkan ke dalam sel konsolidasi.

- iii. Sel konsolidasi yang sudah berisi benda uji diletakkan pada alat konsolidasi, sehingga bagian yang runcing plat penumpu menyentuh tepat pada alat pembebanan.
- iv. Kedudukan arloji pengukur diatur, kemudian dibaca dan dicatat.
- v. Beban pertama dipasang sehingga tekanan pada benda uji sebesar $= 0,25 \text{ kg/cm}^2$, kemudian arloji pengukur dibaca dan dicatat pada waktu : 5,40 detik, 15 detik, 29,40 detik, 1 menit, 2,25 menit, 4 menit, 6,25 menit, 9 menit, 12,25 menit, 16 menit, 25 menit, 36 menit, 49 menit, 1,04 jam, 1,21 jam, 1,40 jam, 2,01 jam, 2,24 jam, 3,45 jam, 6,40 jam dan 24 jam.
Setelah 1 menit pembacaan, sel konsolidasi diisi dengan air.
- vi. Setelah pembacaan menunjukkan angka yang tetap atau setelah 24 jam, dicatat pembacaan arloji pengukur yang terakhir. Kemudian pasang beban yang kedua sebesar beban yang pertama, sehingga tekanan menjadi dua kali tekanan pertama $= 0,50 \text{ kg/cm}^2$. Baca dan catat arloji pengukur dengan interval waktu seperti di atas.
- vii. Untuk selanjutnya penambahan beban dilakukan dengan cara yang sama. Beban-beban tersebut harus menimbulkan tekanan normal terhadap benda uji berturut-turut sebesar $= 0,25; 0,50; 1; 2; 4; 8$ dan 16 kg/cm^2 .
- viii. Besar beban maksimum ini biasanya tergantung pada kebutuhan, sesuai dengan beban yang akan bekerja terhadap lapisan tanah tersebut. Setelah pembebanan maksimum dan sesudah menunjukkan pembacaan yang tetap, kurangi beban dua langkah sampai mencapai beban yang pertama. Misal : Jika dipakai harga-harga tekanan dari: $0,25$ sampai 16 kg/cm^2 . maka sebaliknya beban dikurangi dari $16,00$ menjadi $4,00 \text{ kg/cm}^2$ sesudah itu dari $4,00$ menjadi $1,00 \text{ kg/cm}^2$ dan dari $1,00$ menjadi

0,25 kg/cm². Pada waktu beban dikurangi, setiap pembebanan harus dibiarkan bekerja sekurang-kurangnya selama 5 jam. Arloji pengukur hanya perlu dibaca sesudah 5 jam, yaitu sesaat sebelum beban dikurangi lagi.

- ix. Segera setelah pembacaan terakhir dicatat, keluarkanlah cincin dan benda uji dari sel konsolidasi. Ambillah batu pori bagian atas, benda uji dan batu pori bagian bawah. Kemudian keringkan permukaan atas dan bawah benda uji.
- x. Keluarkan benda uji dari cincin, kemudian timbang beratnya dan masukkan ke dalam oven untuk dihitung berat keringnya dan kadar airnya.
- xi. Kemudian dihitung berat tanah basah, berat isi dan kadar air benda uji sebelum dan sesudah percobaan serta berat tanah kering.

4.2 Bahan Penelitian

Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang bersifat ekspansif yaitu tanah yang memiliki sifat kembang susut yang tinggi. Tanah tersebut diambil dari daerah Seren, Gebang, Purworejo, Jawa Tengah. Sedangkan Lumpur Lapindo yang digunakan diambil dari daerah Siring, Porong, Sidoarjo, Jawa Timur.

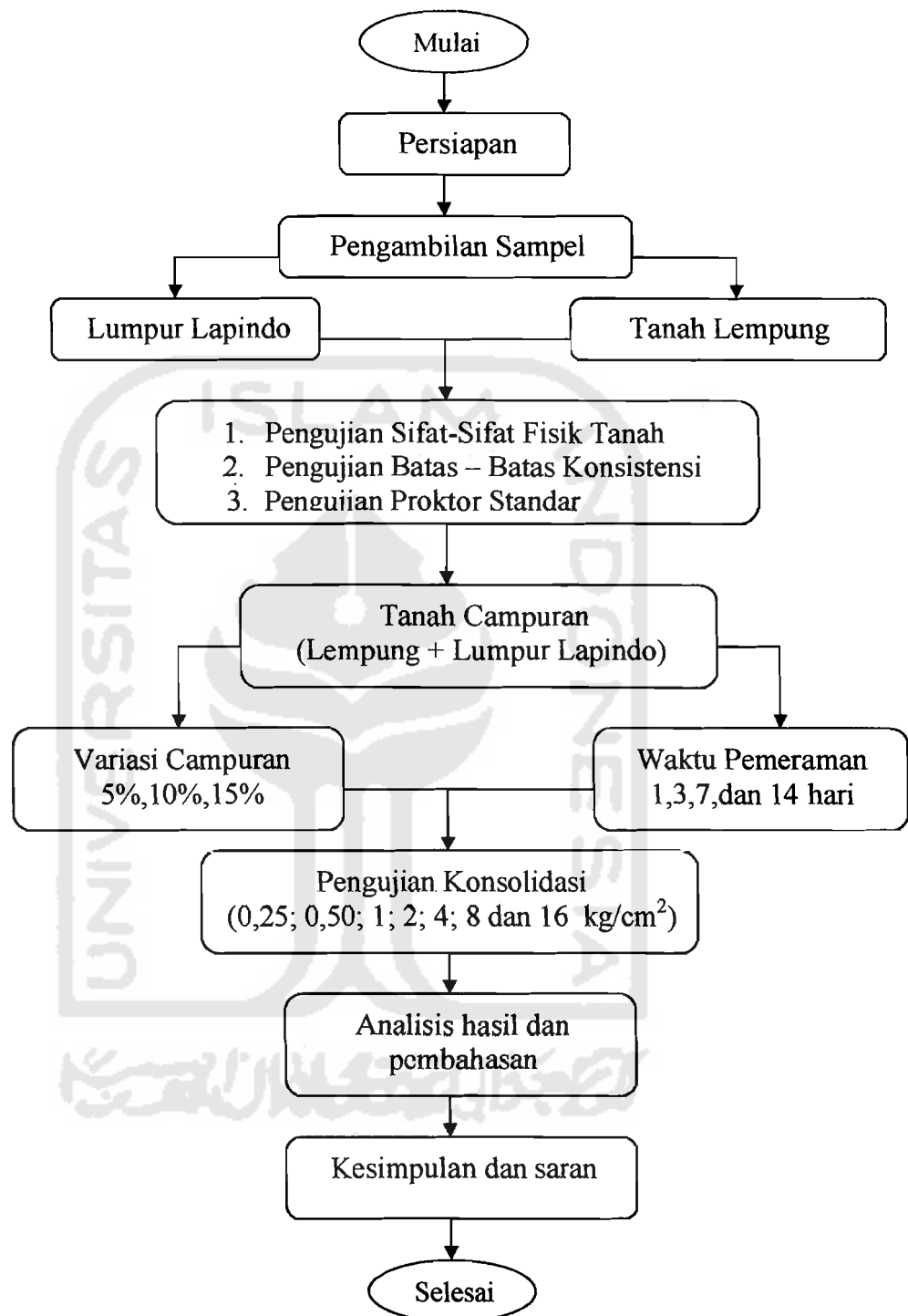
4.3 Jumlah Sampel Pengujian

Adapun jumlah sampel pengujian yang dilakukan di Laboratorium seperti yang tertera pada Tabel 4.1 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Jumlah sampel pengujian

No.	Jenis Pengujian	jumlah sampel	satuan
1	Analisis Distribusi Butiran	2	buah
2	Pengujian Kadar Air	2	buah
3	Pengujian Berat Volume	2	buah

4	Pengujian Berat Jenis	2	buah
5	Pengujian Batas Cair	2	buah
6	Pengujian Batas Plastis	2	buah
7	Pengujian Proktor	2	buah
8	Pengujian Konsolidasi Tanah Asli	2	buah
9	Pengujian Konsolidasi + 5 % Lumpur Lapindo		buah
	• Pemeraman 0 Hari	2	buah
	• Pemeraman 1 Hari	2	buah
	• Pemeraman 3 Hari	2	buah
	• Pemeraman 7 Hari	2	buah
	• Pemeraman 14 Hari	2	buah
10	Pengujian Konsolidasi + 10 % Lumpur Lapindo		buah
	• Pemeraman 0 Hari	2	buah
	• Pemeraman 1 Hari	2	buah
	• Pemeraman 3 Hari	2	buah
	• Pemeraman 7 Hari	2	buah
	• Pemeraman 14 Hari	2	buah
11	Pengujian Konsolidasi + 15% Lumpur Lapindo		
	• Pemeraman 0 Hari	2	buah
	• Pemeraman 1 Hari	2	buah
	• Pemeraman 3 Hari	2	buah
	• Pemeraman 7 Hari	2	buah
	• Pemeraman 14 Hari	2	buah



Gambar 4.8 Bagan Alir Penelitian