

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

4.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian pengaruh garam pada tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur untuk subgrade jalan raya ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4.1.2 Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2004 dan memakan waktu kurang lebih 9 minggu.

4.2 Alat dan Bahan

4.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

1. Tanah Lempung, diambil dari Desa Watugedug, Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta
2. Garam NaCl tanpa yodium dibeli dari pasaran umum di DIY.
3. Kapur Ca(OH)_2 tanpa merk dibeli dari pasaran umum di DIY.
4. Air bersih diambil dari lab. MEKTAN FTSP UII, Yogyakarta.

4.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Peralatan pengambilan tanah :
 - a. Cangkul
 - b. Ember
 - c. Sekop
 - d. Karung Plastik

2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian

Peralatan yang digunakan pada masing-masing penelitian tercantum pada metode pelaksanaan penelitian

4.3 Rancangan Penelitian

4.3.1 Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa penelitian yang lebih spesifik, yaitu penelitian pada tanah asli, penelitian pada tanah asli yang distabilisasi dengan kapur, penelitian pada tanah lempung yang mengandung garam, dan penelitian pada tanah lempung bergaram yang distabilisasi dengan kapur. Hal itu terlihat pada diagram alir penelitian pada gambar 4.1.

A. Penelitian pada tanah asli.

Sampel dibuat dari tanah lempung asli tanpa bahan tambah dan digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

B. Penelitian pada tanah asli yang distabilisasi dengan kapur.

Sampel dibuat dari tanah lempung yang dicampur dengan 4% kapur terhadap berat kering tanah sebagai stabilisator dan digunakan sebagai acuan pembanding dalam penelitian ini.

C. Penelitian pada tanah lempung yang mengandung garam.

Sampel dibuat dari tanah lempung yang dicampur dengan garam dapur dengan variasi campuran sebesar 1%; 3%; dan 6% terhadap berat kering tanah dan digunakan untuk mengetahui pengaruh garam terhadap sifat fisik tanah lempung asli.

D. Penelitian pada tanah lempung bergaram yang distabilisasi dengan kapur.

Sampel dibuat dari tanah lempung yang sudah dicampur dengan garam dapur dengan variasi campuran sebesar 1%; 3%; 6%, dan dicampur dengan 4% kapur terhadap berat kering tanah sebagai stabilisator.

Macam pengujian yang akan dilakukan adalah:

1. Penelitian Analisis Butiran,
2. Penelitian kadar air tanah,
3. Penelitian berat jenis tanah,
4. Penelitian batas konsistensi tanah,
5. Uji kepadatan tanah,
6. Uji CBR di laboratorium, dan
7. Uji *Swelling* tanah.

jumlah sampel yang diuji untuk setiap variasi adalah 3 buah kecuali pada pengujian *swelling* dan CBR rendaman sebanyak 2 buah.

4.3.2 Persyaratan Teknis Bahan

a. Tanah

Tanah yang dapat bereaksi dengan baik dengan kapur adalah jenis tanah yang mempunyai IP tinggi. Tanah tanah non plastis pada umumnya tidak bereaksi

dengan kapur, demikian juga tanah dengan IP di bawah 10%. Oleh karena itu tanah paling tidak harus mempunyai sedikitnya 15% fraksi lolos saringan #200.

b. Kapur

Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis kapur hidroksid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) atau bubuk gamping (CaO). Kapur yang sudah terlalu lama dibiarkan dalam udara terbuka dan sudah terkena air hujan dianggap tidak baik untuk keperluan stabilisasi tanah.

c. Garam

Garam yang digunakan adalah garam dapur (NaCl) tanpa yodium yang didapat bebas dari pasar-pasar di DIY.

d. Air

Pada penelitian ini digunakan air dengan mutu yang baik, yaitu yang bersih dan bebas dari endapan dan kandungan bahan yang dapat membahayakan atau mengganggu proses stabilisasi tanah.

4.4 Metode Pelaksanaan Penelitian

4.4.1 Distribusi Pembagian Butir Tanah

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan prosentase ukuran butir-butir tanah, yang nantinya akan digunakan untuk menentukan gradasi tanah dan klasifikasi tanah. Ukuran butir tanah atau besarnya butir tanah tidak dapat dinyatakan dalam ukuran linier tunggal, karena butir tanah tidak berbentuk suatu bola atau kubus sehingga yang diartikan dengan ukuran butir tanah tergantung dari dimensi yang dapat diukur dan cara pengukurannya.

4.4.1.1 Penelitian butir tanah dengan analisis hidrometer.

Prinsip penelitian ini adalah menentukan berat jenis suatu suspensi. Berat jenis suatu suspensi tergantung dari konsentrasi butiran tanah yang terkandung didalamnya. Dengan memakai hidrometer dapat diukur berat jenis suatu suspensi sehingga dapat dihitung banyaknya tanah dengan ukuran butiran tertentu.

A. Alat yang digunakan :

- | | |
|--|---------------|
| 1. Hidrometer tipe 152.H atau 151.H | 5. Gelas ukur |
| 2. Larutan Na_2SiO_3 (water glass) | 6. Termometer |
| 3. Tabung pengendapan | 7. Mixer |
| 4. Cawan pengaduk | 8. Stop watch |

B. Jalannya percobaan

1. Membuat larutan standar
 - a. Melarutkan Reagen (water glass) sebanyak 2 gram ke dalam 250 cc air destilasi hingga benar-benar larut.
 - b. larutan standar ini dibagi menjadi dua bagian. Satu bagian dimasukkan ke dalam tabung kapasitas 1000cc sedangkan yang sebagian lagi tetap berada dalam gelas ukur semula.
2. Membuat suspensi (campuran sampel tanah dengan larutan standar)
 - a. mengambil sampel tanah kering sebanyak kurang lebih 50 gram kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur kapasitas 500 cc dan direndam sampai kurang lebih 30 menit, kemudian dimixer 10 menit.
 - b. suspensi yang sudah jadi dimasukkan ke dalam gelas pengendapan.
3. Pembacaan Hidrometer

- a. Pembacaan dilakukan pada setiap interval waktu 2, 5, 30, 60, 250 dan 1440 menit, dari waktu T_0 .
- b. Hidrometer dibaca setelah suspensi dikocok sebanyak 60 kali, jam pada waktu meletakkan suspensi tersebut dianggap sebagai T_0 .
- c. Cara melakukan pembacaan adalah sebagai berikut :
 - 1) Kira-kira 20 atau 25 detik sebelum pembacaan, hidrometer diambil dari tabung gelas ketiga, dicelupkan secara hati-hati dan pelan-pelan sampai mencapai kedalaman taksiran yang akan terbaca. Kemudian lepaskan (jangan sampai terjadi guncangan). Kemudian pada saatnya dibaca skala yang ditunjukkan oleh puncak meniskus muka air = R_1 (pembacaan belum dikoreksi) b . Setelah dibaca dipindahkan secara perlahan-lahan ke dalam silinder kedua lalu dibaca skala hidrometer = R_2 (koreksi pembacaan)
 - 2) Setelah pembacaan hidrometer selesai, dilakukan pengamatan suhu suspensi dengan thermometer.
4. Setelah pembacaan terakhir, dituangkan larutan di atas ayakan No.200, kemudian dicuci sampel tanah yang tertahan diatas ayakan ini dibantu dengan menggunakan kuas sampai air yang keluar dari ayakan bersih. Hasil pencucian digunakan sebagai sampel pada analisa saringan

Hitungan :

Dihitung ukuran butir terbesar D (mm) yang ada dalam suspensi pada kedalaman efektif L (mm) untuk setiap waktu pembacaan T (menit) dengan rumus :

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}} \dots\dots\dots (4.1)$$

Dengan :

K = Konstanta yang besarnya dipengaruhi temperatur suspensi dan berat jenis butir tanah.

L = Kedalaman efektif, dimana berat jenis suspensi diukur, yang nilainya ditentukan oleh jenis hidrometer yang dipakai dan pembacaan R1, yang dipakai dan,

T = Waktu pembacaan dalam menit

Dihitung prosentase berat P dari butir yang lebih kecil dari pada D terhadap berat kering seluruh tanah yang diperiksa dengan rumus sebagai berikut :

a. Jika digunakan hidrometer 151 H

$$P = \left[\frac{100}{w} \times \frac{G}{G-1} \right] (R - 1) \dots\dots\dots (4.2)$$

b. Jika digunakan hidrometer 152 H

$$P = \frac{R \times a}{w} \times 100 \dots\dots\dots (4.3)$$

Dimana :

R= pembacaan hidrometer terkoreksi

G= berat jenis tanah

a= Angka koreksi untuk hidrometer 152 H terhadap berat jenis butir

4.4.1.2 Penelitian butir tanah dengan analisis ayakan

A. Alat yang digunakan :

1. satu set ayakan terdiri dari ayakan no. 10, 20, 40, 60, 140, 200 dan pan saringan
2. kuas
3. Timbangan
4. Panci

B. Jalannya percobaan

1. Dari percobaan analisis hidrometer sudah didapat butiran tanah yang tertinggal pada saringan no. 200 yang sudah dikeringkan.
2. Sisa butir tanah tersebut ditimbang = W_s , kemudian dilakukan pengayakan dengan menggunakan pengayakan dengan urutan dari atas, no, 10, 20, 40, 60, 140, 200 dan paling bawah sendiri pan.
3. Menimbang butir-butir tanah yang tertahan pada tiap ayakan, dicatat dan dimasukkan dalam tabel hitungan.

4.4.2 Penelitian kadar air tanah

Test ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air sampel tanah. Kadar air tanah adalah nilai perbandingan antara berat air dalam suatu tanah dengan berat kering tanah tersebut.

A. Peralatan yang digunakan

1. Cawan Timbang
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram

3. Oven
4. Desikator

B. Jalannya percobaan :

1. Cawan timbang dibersihkan dengan kain, kemudian ditimbang dan dicatat beratnya (w_1) gram.
2. Contoh tanah yang akan diperiksa dimasukkan dalam cawan timbang, kemudian bersama tutup ditimbang (w_2) gram
3. Dalam keadaan terbuka dimasukkan ke dalam oven, suhu oven diatur konstan antara $105 - 110$ °C selama 16-24 jam, tutup cawan jangan sampai tertukar dengan cawan yang lain.
4. Setelah di oven, tanah didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang (w_3) gram

perhitungan :

$$\text{Kadar air } w = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\% \dots\dots (4.4a)$$

$$w = \frac{(w_2 - w_3)}{(w_3 - w_1)} \times 100\% \dots\dots (4.4b)$$

dengan w_1 = berat cawan (gr)

w_2 = berat cawan berisi tanah basah (gr)

w_3 = berat cawan berisi tanah kering (gr)

4.4.3 Penelitian berat jenis tanah (*specific gravity*)

Percobaan ini dimaksud untuk menentukan berat jenis suatu tanah. Berat jenis tanah adalah perbandingan butir-butir tanah dengan berat air destilasi di udara pada volume sama dan temperatur standar (27,5 °C).

A. Alat-alat yang digunakan :

1. Picnometer, yaitu botol gelas dengan leher sempit dan tutup botol dari gelas dengan lubang kapiler.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
3. Air destilasi bebas udara
4. Oven dengan suhu yang dapat diubah
5. Desikator
6. Termometer
7. Cawan porselin (mortar) dengan pestel (penumbuk berkepala karet)
8. Ayakan no. 10
9. Kompor pemanas

B. Jalannya percobaan :

1. Picnometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya kemudian ditimbang beserta tutupnya = w_1
2. Contoh tanah yang akan diperiksa disiapkan, yaitu contoh tanah yang sudah dioven, ditumbuk dengan mortar kemudian disaring dengan ayakan no. 10
3. Tanah yang sudah disiapkan dimasukkan ke dalam picnometer dan ditimbang bersama tutupnya = w_2

4. Air destilasi dimasukkan ke dalam picnometer sampai $\frac{1}{3}$ dari isinya dan dibiarkan selama 1 jam
5. Udara yang terperangkap di antara butir-butir tanah dikeluarkan, hal ini dapat dilakukan dengan cara :
 - a. Dalam keadaan terbuka picnometer bersama air dan tanah dimasukkan ke dalam bejana yang dapat dipompa *vacuum* (tidak melebihi 100 mm Hg), sehingga gelembung udara dapat keluar dan air menjadi jernih
 - b. Picnometer direbus dengan hati-hati sekitar 10 menit, dengan hati-hati sesekali picnometer dimiringkan untuk membantu keluarnya gelembung udara, lalu didinginkan sampai mencapai suhu ruangan, sekitar 20 jam.
 - c. Dalam keadaan terbuka picnometer bersama air dan tanah dimasukkan ke dalam bejana yang dapat dipompa *vacuum* (tidak melebihi 100 mm Hg), sehingga gelembung udara dapat keluar dan air menjadi jernih
 - d. Picnometer direbus dengan hati-hati sekitar 10 menit, dengan hati-hati sesekali picnometer dimiringkan untuk membantu keluarnya gelembung udara, lalu didinginkan sampai mencapai suhu ruangan, sekitar 20 jam.
6. Air destilasi ditambahkan ke dalam picnometer sampai penuh dan ditutup. Bagian luar picnometer dikeringkan dengan kain kering, kemudian picnometer berisi air dan tanah ditimbang (w_3)
7. Air dalam picnometer diukur suhunya dengan thermometer ($t^\circ\text{C}$)
8. Picnometer dikosongkan kemudian diisi dengan air destilasi sampai penuh, bagian luarnya dikeringkan lalu ditimbang (w_4)

4.4.4 Penelitian Batas-Batas Konsistensi Tanah (Atterberg Limit)

Percobaan ini dimaksudkan untuk menggambarkan proses keadaan tanah apabila tanah itu dibiarkan mengering secara perlahan sampai tak terjadi perubahan volume lagi, dengan melalui proses-proses tertentu.

Adapun tujuan percobaan ini untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat fisik tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos ayakan no. 40 .

4.4.4.1 Penelitian Batas Cair Tanah

Percobaan ini dimaksudkan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara air dan plastis. Tanah pada keadaan batas cair yaitu apabila diperiksa dengan alat Casagrande, kedua bagian tanah dalam mangkuk yang terpisah oleh alur dengan lebar 2 mm menutup sepanjang 12,7 mm oleh 25 ketukan.

A. Alat-alat yang digunakan :

1. Casagrande
2. *grooving tool*
3. mortar (cawan porselin)
4. spatel (penumbuk)
5. air destilasi
6. satu set alat pengujian kadar air.

B. Jalannya penelitian :

1. Sampel tanah yang sudah disaring dengan saringan no. 40 dimasukkan dalam mangkuk porselin,

2. Air ditambahkan ke dalam mangkuk sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata dari kering menjadi encer,
3. Adukan tadi dimasukkan dalam mangkuk *cassagrande* kemudian diratakan dengan *spatel*, ratakan permukaan tanah dengan *spatel*, ratakan permukaan tanah dengan mangkuk bagian depan,
4. Dengan alat pembarut dibuat alur lurus pada garis tengah mangkuk searah dengan sumbu alat, sehingga tanah terbelah dua secara simetris,
5. Dilakukan gerakan pemutaran, sehingga mangkuk terangkat dan jatuh pada alatnya, dengan putaran dua kali/ detik, putaran dihentikan apabila kedua tanah sudah terlihat berhimpit ($\pm \frac{1}{2}$ " atau 12,7 mm) dan catat jumlah ketukannya,
6. Jumlah ketukan pada ujian pertama ini kurang lebih 40 ketukan,
7. Bila pengujian pertama selesai, tanah yang masih ada di mangkuk diambil, dan dikembalikan ke dalam mangkuk porselin, mangkuk *cassagrande* dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk pengujian berikutnya, dan
8. semua pengerjaan di atas diulangi sehingga diperoleh 4-5 data hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan. Ketukan yang dipakai adalah antara 15 sampai 45, dengan masing-masing pengujian selisih hampir sama.

4.4.4.2 Penelitian batas susut tanah

Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara cair dan plastis.

A. Peralatan yang digunakan :

1. Cawan porselin dan *Spatel*

2. Cawan susut dari porselin/ monel yang berbentuk bulat dan beralas datar,
3. Pisau perata
4. Satu unit alat untuk menentukan volume, dan
5. Satu set alat pengujian kadar air.

B. Jalannya penelitian

1. Pembuatan sampel :
 - a. Sampel tanah diambil dari sisa pengujian batas cair tanah
 - b. Sampel tanah diletakkan pada mangkuk porselin, ditambahkan sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan spatel sampai merata (homogen)
 - c. Cawan dibersihkan, ditentukan volume ring (V), dengan mengukur tinggi (t), diameter (d), kemudian ditimbang berat ring (w1) gram,
 - d. Vaseline/ oli dioleskan ke dalam cawan sampai rata, kemudian adukan tanah tadi dimasukkan ke dalam cawan susut sedikit demi sedikit sambil diketuk-ketukan di lantai agar tidak ada udara terperangkap didalam cawan susut, sehingga semua volume cawan terisi tanah, tepi cawan yang terkena tanah dibersihkan kemudian ditimbang beratnya (w2) gram,
 - e. Tanah tersebut dikeringkan di dalam oven yang dihidupkan 60°C sampai beberapa jam, kemudian suhu dinaikkan sampai 100°C . Ini dilakukan supaya tanah tidak pecah, dan
 - f. Cawan dan tanah kering dikeluarkan dari cawan susut, jangan sampai pecah, kemudian dihitung volumenya.

2. Perhitungan Volume

- a. Mangkuk kaca ditempatkan dalam mangkuk porselin yang lebih besar,
- b. Air raksa dituangkan ke dalam mangkuk kaca sampai
- c. Permukaan air raksa diratakan dengan plat kaca berpaku dengan ujung paku ikut dicelupkan ke dalam air raksa,
- d. Mangkuk kaca tadi dipindahkan ke mangkuk porselin yang satunya lagi, kemudian sampel tanah kering dimasukkan ke dalam mangkuk kaca, lalu ditekan dengan plat kaca yang berpaku sampai tenggelam,
- e. Plat kaca diangkat, kemudian mangkuk kaca dipindahkan ke dalam mangkuk porselin yang pertama, dan
- f. Air raksa yang berada di mangkuk porselin kedua dituangkan ke dalam gelas ukur lalu ditimbang.

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

4.4.4.3 Penelitian Batas Plastis Tanah

Batas plastis tanah adalah kadar minimum air dalam tanah yang masih dalam keadaan plastis. Tanah berada dalam keadaan plastis apabila tanah yang digiling menjadi batang-batang berdiameter 3 mm menjadi retak-retak.

A. Alat-alat yang digunakan

1. Plat kaca
2. Spatula
3. *Wash bottle*
4. Cawan porselen

5. Seperangkat alat pengujian kadar air

B. Jalannya Penelitian

1. sampel tanah ditimbang sebanyak 15 sampai 20 gr, diambil setelah pengujian batas cair,
2. buat bola tanah dengan diameter 1 cm,
3. sampel tanah digiling-giling di atas plat kaca dengan telapak tangan berkecepatan giling 1,5 detik setiap gerakan maju mundur,
4. setelah sampel tanah berdiameter 3 mm dan mulai kelihatan retak-retak, sampel tanah tersebut menunjukkan dalam keadaan plastis, dan
5. sampel tanah yang sudah digiling dimasukkan ke dalam container seberat kurang lebih 10 gr, kemudian segera dilakukan pengujian kadar air.

4.4.5 Pengujian Kepadatan Tanah dengan *Proctor Standar Test*

Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah.

A. Alat-alat yang digunakan

1. perlengkapan pemadatan,
2. semprotan air,
3. ayakan no. 4 ,
4. palu karet atau kayu,
5. cetok,
6. mistar perata,
7. loyang besar dan
8. satu set alat pemeriksa kadar air.

B. Jalannya penelitian

1. menyiapkan tanah yang sudah dikeringkan, kemudian dihancurkan gumpalan-gumpalannya di atas loyang,
2. tanah yang sudah dihancurkan diayak dengan saringan no. 4 ,
3. setelah itu dipisahkan sampel tanah sebanyak 6 buah, masing-masing seberat 2 kg dan 2 buah sampel masing-masing 2,5 kg dan satu buah sampel seberat 0,5 kg dengan tanah yang lolos saringan no 40 kemudian dimasukkan ke dalam loyang, kemudian dicampur air sebanyak 1000 cc secara merata kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diikat. Begitu juga untuk sampel yang lain ditambah dengan air masing-masing 100 cc, 200 cc, 300 cc, 400 cc, 500 cc, untuk masing-masing tanah dengan berat 2 kg,
4. sampel tanah disimpan selama \pm 24 jam agar didapat kadar air yang benar-benar merata,
5. *mold standar* ditimbang dengan timbangan ketelitian 1 gr dan diberi tanda agar tidak tertukar,
6. *collar* dipasang kemudian dikencangkan mur penjepitnya dan ditempatkan pada tempat yang kokoh,
7. salah satu sampel tanah yang diambil ditumbuk dengan palu standar (5,5 lb) sebanyak 25 kali pukulan secara merata, sehingga pemadatan mengisi $\frac{1}{3}$ tinggi mold,
8. dilakukan hal yang sama untuk lapisan ke-2 dan ke-3 sehingga lapisan yang terakhir mengisi sebagian dari *collar*,

9. *collar* dilepas dan diratakan menggunakan pisau perata,
10. *mold* ditimbang dengan tanah yang berada di dalamnya dan dicatat beratnya,
11. contoh tanah dikeluarkan dengan menggunakan *ekstride* kemudian sebagai tanah pada bagian atas, tengah dan bawah diambil untuk diteliti kadar airnya dan,
12. prosedur di atas diulangi untuk sampel-sampel yang lain.

4.4.6 Pengujian CBR laboratorium dan Pengujian *Swelling* Tanah

A. Alat-alat yang digunakan :

1. mesin penetrasi minimal berkapasitas 4,45 t (10.000 lb) dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm per menit,
2. cetakan logam berbentuk silinder dengan diameter dalam 15,15 cm dan tinggi 12,8 cm. Cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung setinggi 50,8 mm dan keping alas logam yang berlubang-lubang dengan tebal 9,53 cm dan diameter lubang tidak boleh lebih dari 1,59 mm,
3. piringan pemisah dari logam (*spenser disk*) dengan diameter 150,8 mm dengan tebal 61,4 mm ,
4. alat penumbuk sesuai dengan cara pemeriksaan kepadatan,
5. alat pengukur pengembangan yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengukur tripot logam dan arloji petunjuk,
6. keping beban dengan berat 2,27 kg dengan diameter 194,2 mm ,

7. jarak penetrasi logam diameter 49,5 mm luas 1945 mm dan panjangnya tidak kurang dari 101,5 mm ,
8. timbangan dengan ketelitian 0,1 gr dan 0,01 gr dan
9. peralatan bantu lainnya (talam, alat perata, bak perendam)

B. Jalannya Penelitian

1. diambil contoh tanah kering udara seperti yang digunakan pemadatan sebanyak 5 kg,
2. kemudian sampel tersebut dicampur dengan air sampai kadar air optimum, dengan menggunakan rumus :

$$\text{penambahan air} = 5000 \times \left[\frac{100 + \text{kadar air dipakai}}{100 + \text{kadar air mula} - \text{mula}} - 1 \right] \dots \dots \dots (4.5)$$

3. setelah diaduk hingga rata, contoh tanah tadi dimasukkan ke dalam kantong plastik, diikat kemudian didiamkan selama 24 jam,
4. cetakan ditimbang kemudian dicatat beratnya kemudian cetakan dipasang pada keping alas dan suspenser dimasukkan ke dalamnya kemudian kertas filter dipasang di atasnya,
5. contoh tanah yang sudah bercampur air dipadatkan pada kadar keadaan optimum ke dalam cetakan kemudian pemadatan dilaksanakan sesuai dengan percobaan pemadatan,
6. leher sambungan dibuka dan tanah diratakan dengan pisau. Lubang-lubang yang mungkin ada ditambal. Benda uji ditimbang beserta cetakannya, kemudian dicatat beratnya,
7. benda uji beserta keeping alat diletakkan di atas mesin penetrasi, keping pemberat diletakkan di atas benda uji minimal seberat 4,5 kg,

8. torak penetrasi dipasang pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permukaan sebesar 4,5 kg ,
9. pembebanan diberikan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/mnt. Pembacaan dilakukan pada interval 0,025" (0,64 mm) dan,
10. kemudian dilakukan penentuan kadar air dari sampel tanah tersebut, dan
11. untuk pengujian *swelling* tanah, sampel direndam selama empat hari dan
12. dilakukan pembacaan pengembangan tanah setiap 24 jam.

Rumus yang dipakai untuk menghitung *swelling* adalah sebagai berikut :

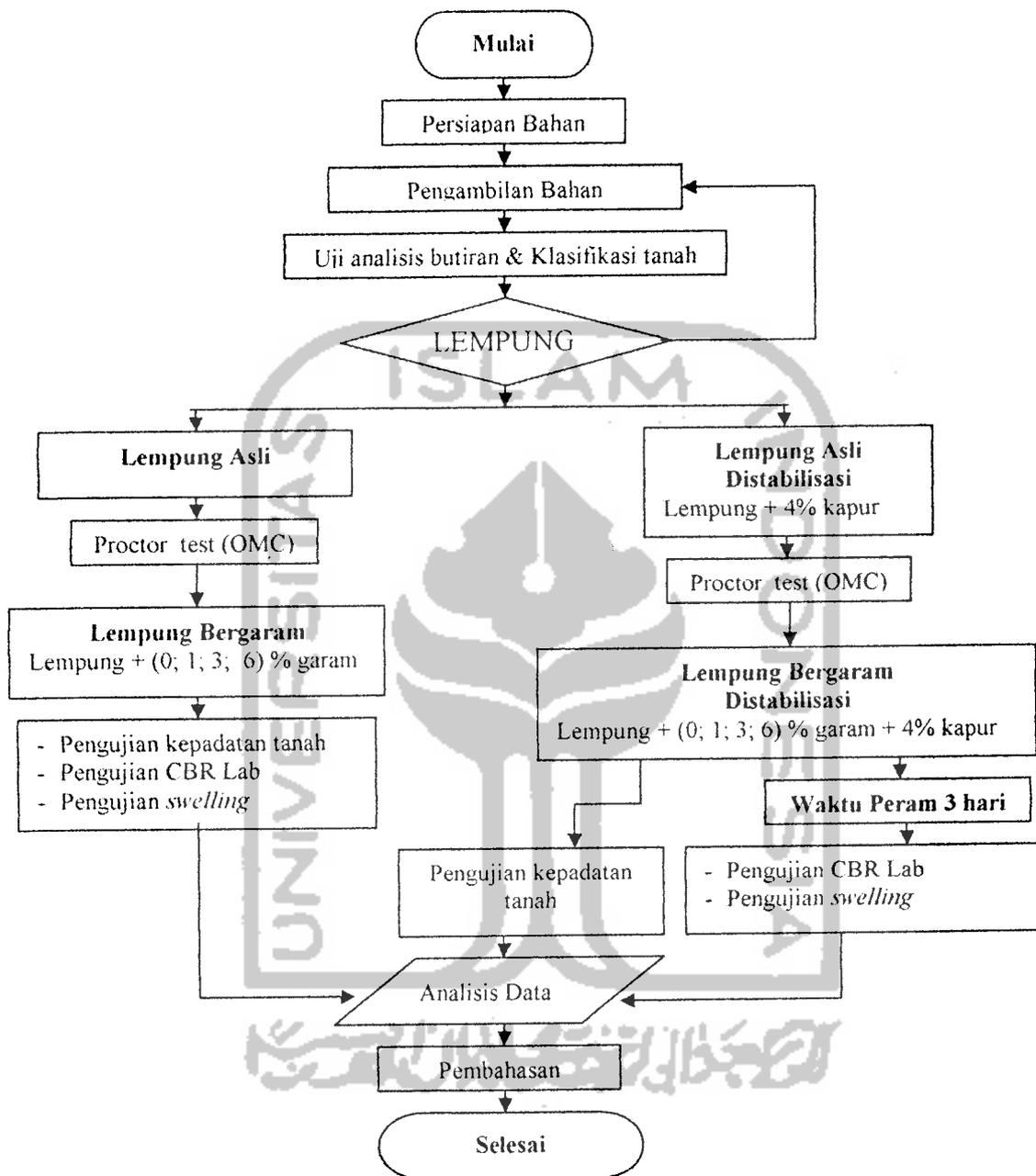
$$swelling (h) = \frac{H2 - H1}{H1} \times 100\% \dots\dots\dots (4.6)$$

dengan :

h : pengembangan tanah (*swelling*)

H1 : tinggi mula-mula benda uji

H2 : tinggi akhir benda uji setelah terjadi pengembangan



Gambar 4.1 Flow Chart Penelitian

