

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Kegiatan Penelitian

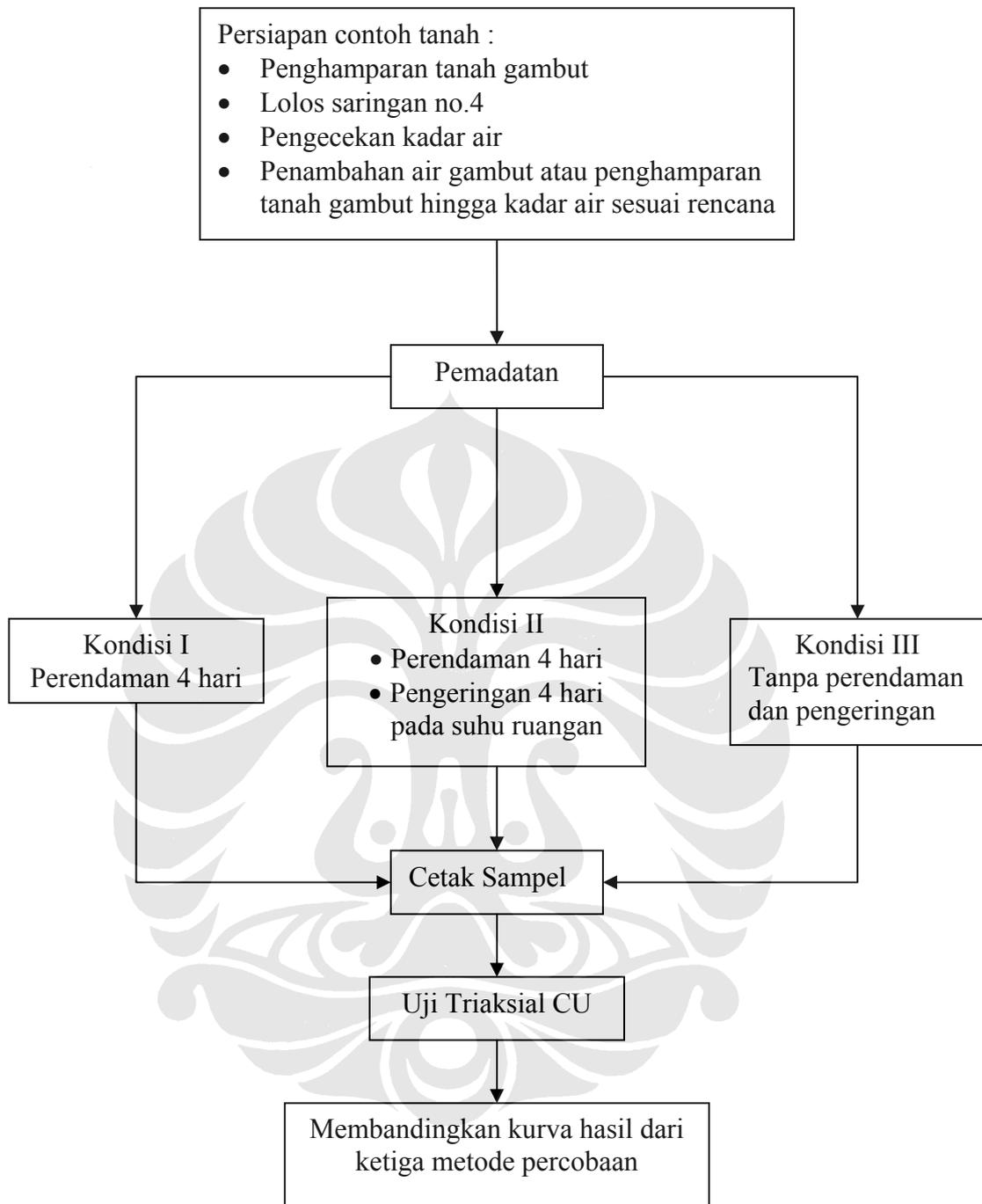
Dalam pengujian yang dilakukan menggunakan tanah gambut yang berasal dari Desa Tampan, Riau. Kegiatan penelitian yang dilakukan meliputi pengujian triaksial CU (*Consolidated Undrained*) untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah pada 3 kondisi, yaitu :

1. Pengujian *compaction* lalu diuji triaksial CU
2. Pengujian *compaction* lalu direndam selama 4 hari lalu diuji triaksial
3. Pengujian *compaction* lalu direndam selama 4 hari lalu dikeringkan 3 hari kemudian diuji triaksial CU

Kegiatan ini seluruhnya dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Sipil FTUI. Kegiatan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu tahapan persiapan contoh tanah, tahapan pengujian sifat fisik tanah (*index properties*) berupa kadar air, tahapan pemadatan, dan tahapan uji triaksial CU. Diagram alir kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.

III.2 Persiapan Sampel Tanah

Sampel tanah yang dipergunakan pada penelitian ini adalah tanah gambut yang berasal dari Desa Tampan, Riau. Sampel tanah yang diambil adalah berupa contoh tanah terganggu (*disturbed sample*) yaitu tanah dengan struktur asli yang telah termodifikasi sebagian ataupun seluruhnya. Sebelum dilakukan penggalian secara konvensional dengan cangkul maka untuk mengambil contoh tanah *disturbed*, maka permukaan tanah gambut dibuang terlebih dahulu setebal 50 cm. Tanah hasil penggalian tersebut dimasukkan ke dalam plastik lalu dibungkus karung plastik kemudian dijahit supaya contoh tanah tidak berhubungan langsung dengan udara karena dapat mempengaruhi kadar air di dalam tanah gambut.



Gambar 3.1. Diagram Alir Percobaan

Sebelum memulai penelitian, tanah gambut dihampar hingga mencapai kondisi yang diinginkan, yaitu kondisi kering udara hingga kadar air yang didapat 120-140 %. Proses penghamparan sampel hingga mencapai kondisi yang diinginkan tersebut membutuhkan waktu kurang lebih 2 minggu. Proses penghamparan ini dilakukan di ruang laboratorium untuk menghindari resiko terkena air hujan bila ditinggal di luar ruangan.

Sampel tanah yang telah kering udara disaring dengan menggunakan saringan No.4 lalu tanah yang telah disaring kemudian dimasukkan dalam kantong plastik yang diikat kencang supaya kadar air tetap terjaga untuk pengujian pemadatan tanah. Untuk proses pengujian yang ke dua dilakukan perendaman sampel setelah pemadatan di dalam mold selama 4 hari. Untuk proses pengujian yang ketiga dilakukan perendaman selama 4 hari kemudian pengeringan selama 4 hari setelah pemadatan.

III.3 Penentuan Kadar Air

Yang dimaksud kadar air adalah perbandingan antara massa air yang terkandung dalam tanah dengan massa partikel padatnya. Untuk menentukan kadar air tanah organik, maka prosedur yang digunakan adalah ASTM 2974 – 87. Sesuai prosedur tersebut, contoh tanah dikeringkan dalam oven dengan temperature 105°C selama 16 jam atau hingga tidak terjadi perubahan massa dari contoh tanah. Dari beberapa literature didapatkan bahwa pengujian kadar air tanah organik umumnya dilakukan pada suhu 60°C, 105°C, dan 110°C. Pengeringan dengan suhu 110°C tidak dilakukan, karena untuk tanah organik, temperatur 105°C adalah temperatur kritis, sehingga apabila tanah dikeringkan dalam suhu lebih dari itu, dikhawatirkan contoh tanah akan terbakar.

Untuk mengetahui kadar air contoh tanah, maka dilakukan penimbangan contoh tanah sebelum dimasukkan ke dalam oven. Setelah dicapai waktu yang diinginkan, contoh tanah dikeluarkan dari oven dan ditimbang kembali. Selanjutnya kadar air dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$w\% = \frac{(w_{wet} - w_{dry})}{w_{dry}} \times 100 \quad \dots (3.1)$$

dimana:

$w\%$ = kadar air

w_{wet} = massa tanah basah.

w_{dry} = massa tanah kering.

Apabila setelah uji kadar air, tetapi kadar air yang didapat belum mencapai kadar air yang diinginkan maka dilakukan pembasahan kembali atau penghamparan. Yang dimaksud dengan proses pembasahan kembali adalah proses memperoleh kadar air yang diinginkan dengan cara menambahkan air gambut, pembasahan dilakukan hingga diperoleh kadar air yang diinginkan. Pada proses ini, kadar air contoh tanah yang ada nilainya kurang dari kadar air contoh tanah yang diinginkan.

Sedangkan yang dimaksud dengan proses pengeringan adalah proses memperoleh kadar air dengan cara meughamparkan contoh tanah hingga diperoleh kadar air yang diinginkan. Pada proses ini, kadar air contoh tanah yang ada nilainya lebih dari kadar air contoh tanah yang diinginkan.

III.4 Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah gambut yang dilakukan di laboratorium berpedoman pada standar AASHTO T 99 (ASTM D 698), yaitu menggunakan pengujian Standard Proctor dengan ketentuan sebagai berikut:

- Diameter mold = 6" (15.24 cm)
- Tinggi mold = 4.57" (11.6 cm)
- Berat hammer = 5.5 lb (2.51 kg)
- Tinggi jatuh = 12" (30.48 cm)
- Jumlah lapisan = 3 lapis
- Jumlah tumbukan/lapis = 56 tumbukan/lapis
- Volume tanah = 57.43 in³ (942.3 cm³)

Nilai dari kepadatan suatu contoh tanah tergantung pada besar kadar airnya, maka dalam pengujian ini dilakukan dengan menggunakan variasi kadar air. Kemudian dari hasil pengujian tersebut dibuat grafik yang menggambarkan hubungan antara kepadatan dengan kadar air, sehingga dari grafik tersebut dapat diperoleh berat isi kering maksimum pada kadar air optimum.

Proses pengujian pemadatan tanah gambut dilakukan sebanyak tiga kali pengujian dengan variasi kadar air untuk masing-masing tanah gambut desa Tampan, dimana pengujian pertama dilakukan untuk mengetahui kepadatan tanah gambut sebelum dilakukan pembasahan maupun pengeringan, kemudian yang kedua dilakukan untuk mengetahui kepadatan tanah gambut akibat proses pembasahan, sedangkan pengujian ketiga dilakukan untuk mengetahui kepadatan tanah gambut akibat proses pembasahan kemudian pengeringan.

Pemadatan dilakukan terhadap contoh tanah gambut Desa Tampan yang didapatkan dengan proses pembasahan kembali dan pengeringan. Tahapan proses pemadatan contoh tanah adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Percobaan

- Menyiapkan contoh tanah gambut sebanyak 5000 gr yang lolos saringan no.4.
- Mencari kadar air contoh tanah dan kemudian mencampur contoh tanah dengan air gambut yaitu air suling dan tanah gambut yang telah dicampur dalam wadah kurang lebih 14 hari sehingga tercapai kadar air yang diinginkan pada sampel tanah tetapi apabila tanah terlalu basah maka dilakukan penghampanan.
- Memasukkan contoh tanah gambut tersebut ke dalam kantong plastik dan didiamkan selama tiga hari agar campuran air dapat merata.

2. Pemadatan Tanah

- Menyiapkan mold yang kemudian ditimbang beratnya dan diukur dimensinya untuk mengetahui volume tanah hasil pemadatan.
- Mencari kadar air tanah yang sudah dieramkan.
- Memasukkan tanah per lapisan ke dalam mold dengan mengukur tingginya sedemikian sehingga setelah dipadatkan tinggi per lapisannya 1/3 kali tinggi mold.
- Menumbuk setiap lapisan tanah sebanyak 56 tumbukan dengan menggunakan hammer seberat 5.5 lb dan tinggi jatuh 12".
- Setelah pemadatan lapisan ketiga selesai maka collar dibuka, dan kelebihan tanah pada mold diratakan dengan alat pemotong.
- Menimbang tanah beserta mold dengan timbangan.

- Mencetak tanah ke dalam tiga cetakan kecil berdiameter 37,6mm-37,85mm dan tinggi sampel 70,55mm-70,58mm untuk pengujian triaksial CU dengan ekstruder.

III.5 Uji Triaksial CU (*Consolidated Undrained*)

Pada kondisi ini, pengaliran pada contoh tanah diperbolehkan di bawah tekanan sel tertentu hingga proses konsolidasi selesai. Kemudian dilakukan proses kompresi dengan selisih tegangan utama masih di bawah tekan sel tertentu hingga mengalami keruntuhan. Percepatan beban yang diberikan pada kondisi CU lebih lambat dari kondisi UU, yaitu 10 - 100 kali permeabilitas atau biasanya 0,001 - 0,005 mm per menit. Contoh kondisi *consolidated undrained* adalah proses pembangunan yang dilakukan dengan cepat, sehingga terjadi kenaikan tegangan air pori hingga tanah runtuh. Contoh lainnya adalah pada bendungan.

Jenis uji triaksial yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah uji triaksial CU. Pada uji triaksial CU, ada tiga (3) tahapan uji yang dilakukan, yaitu saturasi, konsolidasi, dan kompresi.

Proses saturasi bertujuan untuk menjenuhkan contoh tanah sehingga rongga-rongga yang ada pada contoh tanah akan terisi air. Ada beberapa alasan mengapa pada contoh tanah perlu dilakukan proses saturasi. Alasan-alasan tersebut antara lain:

- Kebanyakan teori analisa kekuatan geser mengacu pada tanah jenuh. Dengan melakukan proses saturasi, tanah menjadi jenuh, sehingga teori analisa kekuatan geser dapat diterapkan pada contoh tanah.
- Dengan melakukan proses saturasi dapat diketahui tekanan pori tanah dan perubahan volume akibat terdrainasinya air pori.

Proses saturasi dilakukan dengan menggunakan back pressure, sampai perbandingan nilai perubahan tekanan pori dengan nilai perubahan tekanan sel mencapai setidaknya 0,95. Derajat saturasi tanah dinyatakan dalam B, dengan perumusan sebagai berikut:

$$B = \frac{\Delta u}{\Delta \sigma_3} \dots (3.2)$$

dimana :

Δu = perubahan tekanan pori

$\Delta \sigma_3$ = perubahan tekanan sel

B = derajat saturasi

Apabila B sudah mencapai nilai setidaknya 0,95, maka contoh tanah sudah dianggap jenuh dan selanjutnya dapat dilakukan proses konsolidasi.

Pada proses konsolidasi, contoh tanah mulai diberikan tegangan isotropis. Akibat tekanan isotropis tersebut, sebagian air pori keluar dari contoh tanah. Dengan demikian, seiring perubahan waktu akan terjadi perubahan pada volume air pori dan tekanan air pori.

Pada awal konsolidasi tekanan air pori akan mengalami kenaikan secara tiba-tiba. Seiring dengan semakin banyaknya volume air pori yang mengalir keluar, tekanan air pori akan turun hingga mencapai kondisi stabil (*steady state pore pressure*). Pada saat tekanan air pori sudah stabil, maka air pori akan berhenti mengalir. Air diasumsikan sebagai material yang tak terkompresi, sehingga banyaknya volume air yang mengalir dinyatakan juga sebagai perubahan volume contoh tanah.

Tujuan dari proses konsolidasi ini adalah untuk memberikan tegangan efektif pada contoh tanah sesuai dengan tegangan efektif yang terjadi sebenarnya di lapangan. Tegangan efektif tersebut dinaikkan dengan cara menambah tekanan sel atau mengurangi nilai tekanan balik, atau kombinasi keduanya. Jika nilai tekanan pori pada akhir proses saturasi adalah U_s , dan tegangan efektif yang digunakan pada proses konsolidasi adalah σ_3' , maka tekanan sel yang dibutuhkan yaitu

$$\sigma_3 = \sigma_3' + u_s \dots (3.3)$$

Setelah proses konsolidasi selesai maka dapat dilakukan proses kompresi dengan memberikan tegangan aksial dengan kecepatan penurunan yang dapat diatur. Pada saat tegangan aksial diberikan, pemberian tegangan isotropis (arah radial) tetap dijalankan.

Secara teknis, pemberian beban aksial dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

- Pertambahan beban aksial diberikan pada keadaan beban radial tetap. Dengan kata lain, beban aksial bertambah dan beban radial konstan.

- Tidak diberikan penambahan beban aksial, namun beban radial dikurangi.

III.5.1 Tahap Saturasi

1. Pertama-tama semua katup dalam kondisi tertutup. Pada hasil kalibrasi untuk nilai awal tekanan pori dicatat, yang nantinya menjadi faktor pengurang untuk pembacaan tekanan pori. Volume tekanan sel awal dicatat, kemudian tekanan sel diberikan hingga 50 kPa, katup tekanan sel dibuka, ditunggu sekitar 5 menit hingga pembacaan konstan. Lalu katup tekanan pori dibuka, sedangkan katup tekanan balik tetap tertutup. Setelah sekitar 10- 15 menit, besarnya tekanan pori dan perubahan volume sel dicatat. Nilai koefisien B dihitung dengan rumus yang ada.
2. Menutup katup tekanan pori, sedangkan katup tekanan sel tetap terbuka. Tekanan balik dinaikkan hingga 10 kPa di bawah tekanan pori (40 kPa), volume tekanan balik awal dicatat, kemudian katup tekanan balik dari tekanan pori dibuka. Setelah kira-kira stabil sambil mengatur kontrol regulator, tekanan pori dan perubahan volume tekanan balik yang terjadi dicatat.
3. Mengamati nilai tekanan pori sampai mencapai nilai yang kurang lebih sama dengan nilai tekanan balik, bila telah tercapai katup tekanan balik lalu katup tekanan sel ditutup. Setelah itu tekanan sel dinaikkan sebesar 50 kPa sehingga akan tercapai tekanan sel sebesar 100 kPa. Mengulang tahap 1 dan 2 hingga nilai B lebih besar dari 0,95. Yang harus diingat, kenaikan tekanan sel berikutnya adalah setiap 50 kPa.
4. Pada saat B mencapai lebih besar dari 0,95, maka kenaikan tekanan sel dan tekanan balik tidak diperlukan lagi, proses saturasi dihentikan dengan menutup katup tekanan sel, tekanan pori, dan tekanan balik. Selanjutnya tanah siap untuk proses konsolidasi.

III.5.2 Tahap Konsolidasi

Pada tahap konsolidasi ini nilai tegangan efektif pengujian adalah $\sigma_3' = 100 \text{ kPa}$, 200 kPa , dan 300 kPa . Prosedur dari tahapan konsolidasi ini adalah sebagai berikut:

1. Seluruh katup yang berhubungan dengan sel triaksial ditutup. dari kondisi akhir saat saturasi selesai, tekanan sel dinaikkan atau tekanan balik diturunkan untuk memberikan tegangan efektif yang dibutuhkan.
2. Kemudian setelah nilai tekanan konsolidasi isotropik tercapai lalu secara berurutan katup tekanan sel dibuka disusul secara bersamaan katup tekanan pori dan tekanan balik. Sebelumnya disiapkan stopwatch untuk mencatat tekanan pori dan volume tekanan balik untuk $t = 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 120$ menit hingga sekitar 48 jam atau pada saat pembacaan tekanan pori telah mendekati atau sama dengan tekanan balik yang ada. Dengan kata lain, konsolidasi selesai bila grafik hubungan antara perubahan volume tekanan balik dengan akar kuadrat waktu telah mencapai nilai yang asimtotis.
3. Pada saat prosedur akhir konsolidasi, katup tekanan balik ditutup untuk selanjutnya disiapkan untuk proses kompresi.

III.5.3 Tahap Kompresi

Pada uji triaksial consolidated undrained, air tidak diperbolehkan mengalir pada saat kompresi (setelah proses konsolidasi selesai). Sehingga tekanan pori akan mengalami kenaikan hingga tanah mengalami keruntuhan. Untuk mendapatkan kondisi seperti ini maka kecepatan penurunan yang terjadi harus cukup besar.

Selama percobaan harus dipastikan bahwa piston penekan telah menyentuh top loading cap, setelah itu tangkai persneling dipindahkan ke posisi mendatar sehingga motor penggerak gigi dapat menggerakkan sel triaksial untuk menekan contoh tanah. Pembacaan *axial force reading* dan *displacement reading* diatur supaya menunjukkan angka nol.

Proses kompresi dimulai dengan cara menyalakan *power-on* mesin triaksial, lalu gigi roda akan menggerakkan sel triaksial ke atas, menekan contoh tanah. Pembacaan tekanan pori setiap *displacement* tertentu dilakukan dengan memutar kontrol regulator hingga level air raksa tepat sejajar jarum nol indikator. Pada saat yang sama juga dibaca *axial load* yang terjadi dengan $LRC = 0,15$ kg/div. Pembacaan dilakukan hingga contoh tanah mengalami keruntuhan atau *axial load*-nya makin berkurang.

Setelah pengujian selesai, motor penggerak dimatikan, katup tekanan pori ditutup, air dalam sel dikeluarkan dengan cara menurunkan tekanan sel dan membuka sekrup pembuang udara hingga air terdorong keluar. Karet *O-rings* dilepas dan membran karet dikeluarkan dari contoh tanah. Contoh tanah dikeluarkan dari sel triaksial, kemudian dicari kadar airnya. Lalu karet *O-rings* dibersihkan, membran karet dibuang, batu pori dan *top loading cap* dibersihkan. Seluruh tekanan dipastikan dalam kondisi nol dan seluruh katup tekanan dalam kondisi terbuka.

