

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Bahan dan Materi Penelitian

4.1.1. Bahan

a. Tanah

Dalam penelitian ini tanah yang digunakan adalah tanah lempung sokka Kebumen, Jawa Tengah.

b. Serbuk kulit kerang

Serbuk kulit kerang didapat dari kulit kerang laut yang diblender sehingga lewat saringan no. 40

4.1.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk uji Batas Konsistensi, uji Proktor Standar, uji Kuat Tekan Bebas, dan uji Triaxial (UU) di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

4.2. Jalannya Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu : persiapan, pekerjaan lapangan dan pekerjaan laboratorium.

4.2.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi :

a. Studi pendahuluan

- b. Mengumpulkan informasi dan data mengenai tanah lempung dan serbuk kulit kerang,
- c. Pengajuan proposal dan mengurus perijinan untuk kegiatan penelitian.

4.2.2. Tahapan Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan adalah pengambilan sampel tanah lempung dan kulit kerang. Sampel tanah yang diambil adalah tanah lempung terganggu (*disturb soil*). Sampel tanah adalah tanah lempung sokka, Kebumen, Jawa Tengah. Sampel kulit kerang yang diambil adalah kulit kerang laut (*Bivalvia*) dari kelas moluska yang didapat dari pantai Cilacap, Jawa Tengah.

4.2.3. Tahapan Pekerjaan Laboratorium

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Pekerjaan laboratorium adalah pengujian sifat-sifat tanah asli dan campuran tanah dengan serbuk kulit kerang.

Pengujian pendahuluan dilaksanakan untuk memeriksa karakteristik atas sifat-sifat contoh tanah yang terdiri dari :

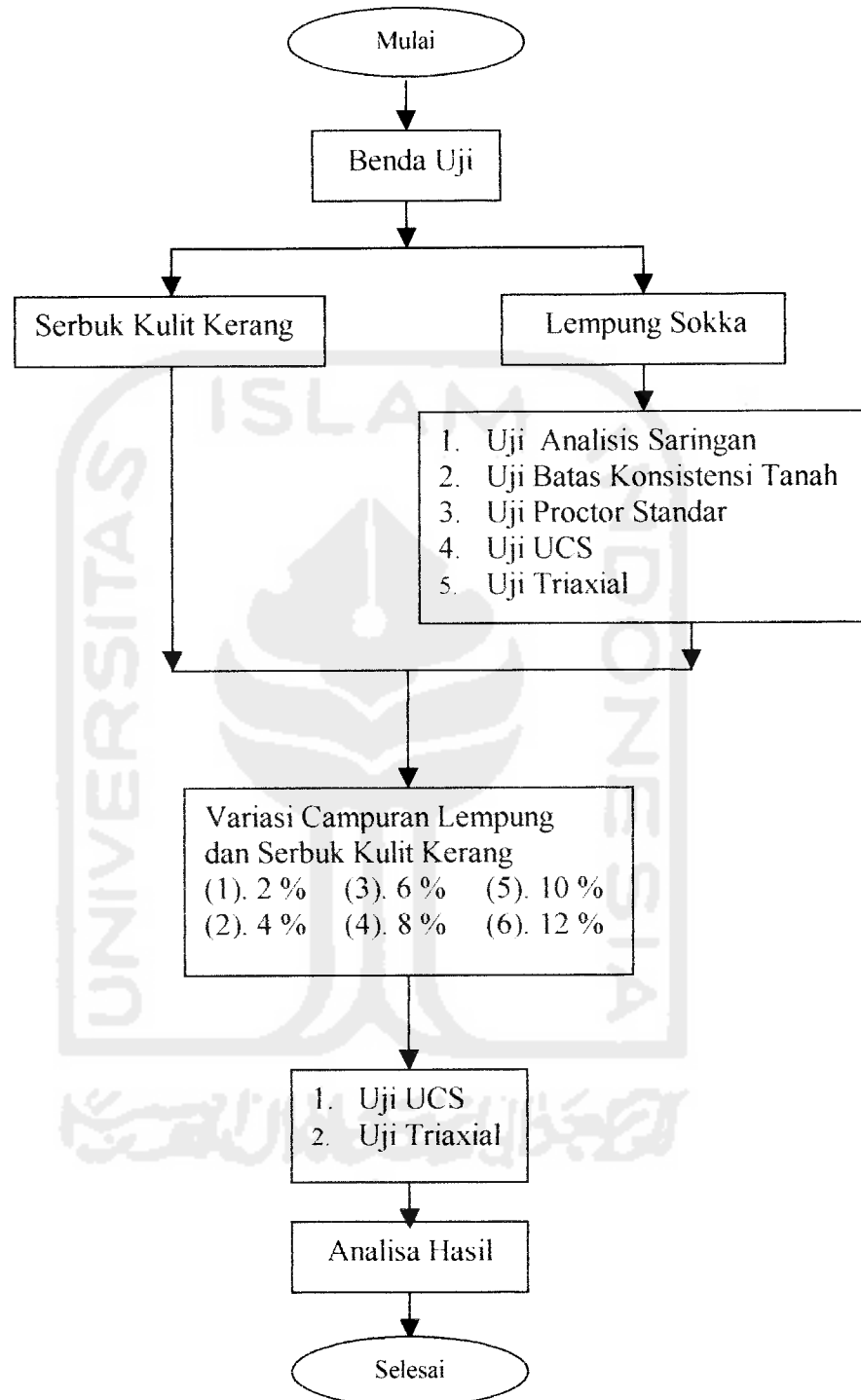
1. Pengujian Kadar Air (ASTM D 2216-71).
2. Pengujian Berat Jenis Tanah (ASTM D 854-72).
3. Pengujian Batas Cair (ASTM D 423-66).
4. Pengujian Batas Plastis (ASTM D 424-74).
5. Pengujian Batas susut (ASTM D 427-74).
6. Pengujian Analisis Hidrometri (ASTM D 421- 72).
7. Pengujian Analisis Saringan (ASTM D 422-72).

Setelah dilakukan pengujian sifat fisik contoh tanah, kemudian dibuat rancangan campuran (*mix design*) sebagai model benda uji.

Selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanis dari benda uji berupa :

1. Pengujian Proktor Standar (ASTM D 698 – 70)
2. Pengujian Kuat Tekan Bebas, *Unconfined Compression Strength* (ASTM D 2166 – 85)
3. Pengujian Triaxial, *Unconsolidated-Undrained* (ASTM D 2850)





Gambar 4.1. Bagan Alir Pelaksanaan Pengujian Laboratorium

Model benda uji Proktor Standar seperti pada tabel 5.1 berikut.

Tabel 4.1. Model Benda uji untuk pengujian Pemadatan Tanah (*Proctor test*)

No	Kode Benda Uji	Kadar Serbuk Kulit Kerang (%)	Kode	Jml Benda Uji
1	Tanah Asli	0	Ta1, Ta2, Ta3, Ta4, Ta5	5
Total Benda Uji				5

Model benda uji untuk pengujian Tekan Bebas seperti pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 4.2. Benda Uji untuk Pengujian Kuat Tekan Bebas

No	Kode Benda Uji	Kadar Serbuk Kulit Kerang (%)	Kode	Jml Benda Uji
1	Tanah Asli	0	Ta1, Ta2, Ta3	3
2	Tanah Campuran	2	Tc2.1, Tc2.2, Tc2.3	3
3	Tanah Campuran	4	Tc4.1, Tc4.2, Tc4.3	3
4	Tanah Campuran	6	Tc6.1, Tc6.2, Tc6.3	3
5	Tanah Campuran	8	Tc8.1, Tc8.2, Tc8.3	3
6	Tanah Campuran	10	Tc10.1, Tc10.2, Tc10.3	3
7	Tanah Campuran	12	Tc12.1, Tc12.2, Tc12.3	3
Total Benda Uji				21

Model benda uji untuk pengujian Triaxial (UU) seperti pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 4.3. Benda Uji untuk Pengujian Triaxial

No	Kode Benda Uji	Kadar Serbuk Kulit Kerang (%)	Kode	Jml Benda Uji
1	Tanah Asli	0	Ta1, Ta2, Ta3	3
2	Tanah Campuran	2	Tc2.1, Tc2.2, Tc2.3	3
3	Tanah Campuran	4	Tc4.1, Tc4.2, Tc4.3	3
4	Tanah Campuran	6	Tc6.1, Tc6.2, Tc6.3	3
5	Tanah Campuran	8	Tc8.1, Tc8.2, Tc8.3	3
6	Tanah Campuran	10	Tc10.1, Tc10.2, Tc10.3	3
7	Tanah Campuran	12	Tc12.1, Tc12.2, Tc12.3	3
Total Benda Uji				21

4.3. Prosedur Sampling

Pengambilan sampel tanah terganggu (*disturbed*), adalah tanah langsung diambil dilokasi sedalam setengah meter dari permukaan tanah dalam bentuk bongkahan yang dimasukkan kedalam kantong-kantong plastik. Sampel tanah untuk pemadatan dan pencampuran dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur pada sinar matahari.

4.4. Prosedur Uji

Pelaksanaan pengujian laboratorium meliputi beberapa jenis uji dan dilakukan dalam beberapa tahap berikut ini.

- a. Pengujian fisik tanah terganggu meliputi Berat Jenis, Kadar Air, Analisis Saringan, dan Batas-batas *Atterberg* yang mencakup batas cair, batas plastis, dan batas susut,
- b. Pengujian kepadatan standar untuk mencari kadar air optimum dan berat kering maksimum. Berat kering tersebut akan digunakan untuk standar pengujian selanjutnya yaitu Kuat Tekan Bebas (UCS) dan Triaxial (UU).
- c. Pencampuran tanah lempung dan serbuk kulit kerang dengan variasi 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% terhadap berat kering lempung.

4.4.1. Uji Kadar Air

Uji kadar air dimaksudkan untuk memeriksa dan menentukan kadar air dari sampel tanah. Kadar air (w) adalah perbandingan berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah. Kadar air diberi simbol / notasi w dan dinyatakan dalam persen (%).

a. Peralatan

1. Cawan
2. Timbangan ketelitian 0,01 gr.
3. Oven
4. Desikator

b. Pelaksanaan

1. Cawan dibersihkan dengan kain, kemudian ditimbang beserta tutupnya dan beratnya dicatat (W_1) gram.
2. Contoh tanah yang akan diuji dimasukkan dalam cawan, kemudian ditimbang beserta tutupnya (W_2) gram.

3. Dalam keadaan terbuka dimasukkan kedalam oven, suhu oven diatur konstan antara 105°C – 110°C selama 16 sampai 24 jam.
4. Setelah dioven tanah didinginkan dengan desikator, kemudian cawan beserta tutupnya ditimbang (W_3) gram.

b. Perhitungan

Untuk menentukan kadar air tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4.1 berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_3 - W_1)} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Dengan :

W_1 = Cawan yang sudah dibersihkan

W_2 = Berat cawan dan contoh tanah sebelum dioven

W_3 = Berat cawan dan contoh tanah setelah dioven

4.4.2. Pengujian Berat Jenis Tanah

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah. Berat jenis adalah perbandingan berat butir tanah dengan berat air destilasi udara pada volume yang sama dan temperatur standar $27,5^{\circ}\text{C}$.

a. Peralatan

1. Picknometer dengan kapasitas 25 cc atau 50 cc
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Air destilasi bebas udara
4. Oven dengan suhu yang dapat diatur
5. Desikator
6. Termometer

7. Cawan porselin (mortar) dengan penumbuk berkepala karet (Pestel)
8. Saringan no. 10
9. Kompor pemanas

b. Pelaksanaan

1. Picknometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya kemudian ditimbang dengan tutupnya (W_1) gram.
2. Sampel tanah yang lolos ayakan no. 10 dimasukkan ke dalam picknometer sebanyak seperempat dari volume picknometer, kemudian bagian luarnya dibersihkan lalu ditimbang beserta tutupnya (W_2) gram.
3. Air destilasi dimasukkan ke dalam picknometer sampai $2/3$ dari isinya kemudian didiamkan kira-kira sampai 30 menit.
4. Udara yang terperangkap diantara butir tanah dikeluarkan dengan cara picknometer direbus selama ± 10 menit dengan picknometer digoyang-goyangkan untuk membantu keluarnya gelembung udara.
5. Air destilasi ditambahkan kedalam picnometer sampai penuh dan ditutup, bagian luar picknometer dikeringkan dengan kain kering, setelah itu picknometer berisi tanah dan iar penuh ditimbang (W_3) gram.
6. Suhu air dalam picknometer diukur dengan termometer ($t^0 c$).
7. Picknometer dikosongkan dan dibersihkan, kemudian diisi dengan air destilasi bebas udara sampai penuh, ditutup dan bagian luarnya dilap dengan kain dan ditimbang (W_4) gram.

c. Perhitungan

Berat jenis tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4.2

berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots(4.2)$$

Dengan :

W_1 = Berat Picknometer kosong

W_2 = Berat Picknometer + tanah kering

W_3 = Berat Picknometer + Tanah + Air

W_4 = Berat Picknometer + Air

4.4.3. Uji Batas Cair

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan batas cair contoh tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Tanah dalam keadaan batas cair yaitu apabila diperiksa dengan alat *casagrande*, sampel tanah dalam mangkok yang dipisahkan oleh alur colet selebar 2 mm akan berimpit kembali pada 25 kali ketukan..

a. Peralatan

1. Mangkok Cassagrande
2. Alat pembarut / colet (*grooving tool*)
3. Cawan Porselin
4. Saringan no. 40
5. Air destilasi
6. Satu set alat pengujian kadar air

b. Pelaksanaan

1. Contoh tanah yang sudah disaring dengan saringan no. 40 dimasukkan dalam mangkok porselin.
2. Air ditambahkan sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata, dari kering ke encer.
3. Adukan tanah tadi dimasukkan ke mangkok cassagrande kemudian diratakan dengan spatel, permukaan tanah diratakan dengan mangkok bagian depan.
4. Dengan alat pembarut dibuat alur lurus pada garis tengah mangkok searah dengan sumbu alat, sehingga tanah terbelah dua secara simetris selebar 2 mm.
5. Gerakan putar alat dilakukan dengan kecepatan 2 putaran / detik dan banyaknya pukulan dihitung dan dicatat.
6. Sampel tanah diambil sedikit dalam mangkok cassagrande kemudian diuji kadar airnya.
7. Pengujian di atas diulangi lima kali dan dibuat sedemikian rupa sehingga didapat dua percobaan dibawah 25 kali ketukan dan dua percobaan diatas 25 kali ketukan.
8. Untuk mendapatkan jumlah ketukan dan kadar air yang berbeda, contoh tanah ditambahkan dengan air sedikit demi sedikit.
9. Kemudian dibuat kurva hubungan kadar air sebagai ordinat dengan jumlah ketukan sebagai absisnya sehingga didapat nilai batas cair dari contoh tanah pada ketukan ke 25.

4.4.4. Pengujian Batas Plastis

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan batas plastis tanah. Batas plastis tanah adalah keadaan air minimum tanah yang masih dalam keadaan plastis.

a. Peralatan

1. Plat kaca
2. Seperangkat alat uji kadar air

b. Pelaksanaan

1. Sampel tanah diambil sebanyak 30 – 50 gram setelah pengujian batas cair.
2. Dibuat bola tanah dengan diameter sekitar 1,5 cm dengan menggunakan telapak tangan.
3. Bola tanah tersebut digiling-giling diatas plat kaca dengan telapak tangan dengan kecepatan giling 1,5 detik setiap gerakan maju mundur.
4. Setelah tercapai 3 mm dan tanah mulai kelihatan retak, sampel tanah tersebut menunjukkan dalam kondisi batas plastis.
5. Gilingan tanah tersebut dimasukkan kedalam cawan timbang sebanyak ± 10 gram, kemudian segera dilakukan pengujian kadar air.

4.4.5 Pengujian Batas Susut

Pengujian ini 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.

a. Peralatan

1. Cawan porselin dan spatel
2. Cawan susut terbuat dari monel yang berbentuk bulat dan beralas datar
3. Pisau perata
4. Seperangkat alat untuk menentukan volume
5. Satu unit alat pengujian kadar air.

b. Pelaksanaan

1. Volume ring dituangkan dengan mengukur tinggi, diameter atau dengan cara sebagai berikut :
 - a. Cawan susut dibersihkan kemudian ditimbang berat ring (W_1) gram.
 - b. Air raksa dituang ke dalam cawan susut
 - c. Permukaan cawan susut diratakan dengan plat kaca, kemudian ditimbang (W_2) gram.
 - d. Air raksa ditaruh ke dalam tempatnya lagi.
2. Tanah dimasukkan kedalam cawan susut
 - a. Oli dioleskan ke dalam cawan susut sampai merata, kemudian adukan tanah yang sudah dipersiapkan tadi dimasukkan ke dalam cawan susut sedikit – sedikit sambil diketok-ketokkan di lantai,

agar tidak ada udara yang terperangkap di dalam cawan susut, sehingga seluruh volume cawan terisi oleh tanah.

- b. Sisi luar cawan yang terkena tanah dibersihkan, kemudian ditimbang beratnya (W_2) gram.
- c. Tanah tersebut dikeringkan di dalam oven dengan suhu 60°C selama ± 16 jam, hal ini dilakukan dengan tujuan agar tanah tidak pecah.
- d. Cawan dan tanah kering didinginkan kemudian ditimbang (W_3) gram.

4.4.6 Pengujian Hidrometer

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan distribusi ukuran butir – butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan no.10.

a. Peralatan

1. Hidrometer
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Gelas ukur
4. Gelas silinder
5. Mixer
6. Termometer
7. Stopwatch
8. Air destilasi
9. Bahan Reagen (*Water glass*)
10. Oven

b. Pelaksanaan

1. Membuat larutan standar dengan cara melarutkan 2 gram reagen dalam 300 cc air destilasi hingga larut, kemudian sebagian dituangkan ke dalam gelas silinder.
2. Sampel tanah diambil sebanyak 60 gram kering oven, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur berisi larutan standar, setelah itu direndam selama ± 10 menit, sehingga menjadi suspensi.
3. Suspensi dimasukkan ke dalam tabung engendapan dan dikocok sebanyak 60 kali.
4. Hidrometer dimasukkan kedalam suspensi dan pembacaan mulai dilakukan.

4.4.7 Analisis Saringan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ukuran butir tanah pada contoh tanah yang tertahan saringan no. 200

a. Peralatan

1. Satu set saringan no. 10, 20, 40, 60, 140 dan 200 serta pan saringan
2. Mesin penggetar
3. Timbangan
4. Oven

b. Pelaksanaan

1. Contoh tanah yang tertahan saringan no. 200 yang sudah dikeringkan dari pengujian hidrometer disaring dengan menggunakan satu set

saringan yang disusun menurut urutannya mulai dari atas no. 10, 20, 40, 60, 140, 200 dan pan saringan kemudian digoyang-goyangkan.

2. Butir – butir tanah yang tertahan pada masing-masing saringan (d_1 , d_2 , d_3 , d_4 , d_5 , d_6) ditimbang.

4.4.8 Pengujian Proktor Standar

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder berukuran tertentu menggunakan alat penumbuk tertentu pula. Dari hasil pengujian ini akan didapatkan nilai kepadatan maksimum atau MDD (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum atau OMC (*Optimum Moisture Content*).

a. Peralatan

1. Cetakan silinder (*mold*) dengan leher selubung (*collar*)
2. Alat penumbuk dari logam dengan permukaan rata
3. Alat pengeluar sampel (*ekstruder*)
4. Timbangan kapasitas 11,5 kg dengan ketelitian 5 gr
5. Saringan no. 4
6. Pisau perata
7. Seperangkat alat pengujian kadar air

b. Pelaksanaan

1. Contoh tanah yang lolos saringan no. 4 sebanyak 40 kg diambil kemudian dibagi menjadi 20 bagian dengan berat masing-masing 2 kg.

2. Tiap bagian tanah dicampur air dengan variasi campuran 200 cc, 300cc, 400cc, 500cc, 600cc, sehingga tercapai kondisi tanah campuran yang homogen, kemudian disimpan selama \pm 24 jam sampai kadar air merata.
3. Masing-masing dimasukkan ke dalam cetakan silinder yang terdiri dari tiga lapis, kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali tiap lapis.
4. Benda uji dikeluarkan dengan alat ekstruder dan diambil sebagian kecil dari sampel untuk pengujian kadar air.
5. Mencari berat volume tanah kering dari masing-masing bagian.

c. Perhitungan

1. Kadar air

Untuk menghitung nilai kadar air tanah dapat menggunakan persamaan 4.1.

2. Besar volume kering (γ_k)

Berat volume tanah basah dan tanah kering dapat dihitung menggunakan persamaan 4.3 dan 4.4 berikut :

$$\text{Berat volume tanah basah } \gamma_b = \frac{(W_2 - W_1)}{V} \text{ (gr / cm}^3\text{)} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$\text{Berat volume tanah kering } \gamma_k = \frac{\gamma_b}{1 + w} \text{ (gr / cm}^3\text{)} \dots\dots\dots(4.4)$$

Dengan :

W_1 = Berat cetakan (gram)

W_2 = Berat cetakan dan benda uji (gram)

V = Volume silinder / cetakan (cm³)

w = Kadar air (%)

3. Buat kurva hubungan antara kadar air (w) sebagai absis dan berat volume kering sebagai ordinat (γ_k).
4. Puncak kurva merupakan nilai γ_k maksimum, dari puncak kurva ditarik garis vertikal memotong absis, pada titik ini merupakan kadar air optimum.

4.4.9. Pengujian Kuat Tekan Bebas

Maksud dan tujuan pengujian ini adalah menentukan besarnya sudut gesek dalam (ϕ) dan kohesi tanah (C) serta Kuat Tekan Bebas tanah dari contoh tanah (q_u).

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 pemendekan tanah hingga 20 %, apabila tanah tidak pecah sampai 20% dari benda uji tersebut.

a. Peralatan

1. Mesin penekan
2. Alat pengeluar benda uji (Ekstruder)
3. Tabung cetak belah
4. Timbangan dengan ketelitian 0.1 gr
5. Jam penunjuk (Stopwath)
6. Jangka sorong
7. Pisau
8. Satu set alat pemeriksa kadar air

9. Pengukur sudut.

b. Pelaksanaan

1. Mengukur diameter dan tinggi dari benda uji kemudian ditimbang untuk menghitung volumenya.
2. Menempatkan benda uji di bawah mesin penekan secara vertikal dan sentris pada plat dasar alat tekan, sehingga plat menyentuh permukaan tanah. Kemudian mengatur dial pada penunjuk sehingga menunjukkan nol, demikian pula pada dial pengukur regangannya.
3. Melakukan penekanan dengan mengatur kecepatan pembebanan dengan kecepatan 1% setiap menit atau $\pm 1,4 \text{ mm / menit}$.
4. Pembacaan dilakukan pada interval waktu 30 detik.
5. Pembebanan dihentikan apabila dial penunjuk beban sudah mengalami penurunan tiga kali, atau regangannya sudah mencapai 20 % dari tinggi semula.
6. Mengukur sudut pecah (α) dari benda uji tersebut dengan pengukur sudut.
7. Menentukan kadar air dari benda uji tersebut.
8. Menggambarkan grafik tegangan – regangan untuk menentukan tekanan maksimum (σ_{maks}).

c. Perhitungan

1. Apabila benda uji mengalami pecah, kuat tekan bebas (q_u) = σ_{maks} ,
Sedang bila tidak mengalami pecah $q_u = \sigma_{20\%}$ (tekanan pada regangan 20 %).



2. Sudut gesek dalam (ϕ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4.5) berikut :

$$\phi = 2 (\alpha - 45^{\circ}) \dots\dots\dots(4.5)$$

3. Kohesi tanah (c) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

(4.6) berikut : $c = \frac{qu}{2tg\alpha} \dots\dots\dots(4.6)$

4.4.10 Pengujian Triaxial (*Unconsolidated Undrained*)

Maksud dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) dari suatu contoh tanah.

Pengujian Triaxial (*Unconsolidated Undrained*) adalah pengujian tanah dengan tiga dimensi tekanan. Pada pengujian ini dapat diketahui tegangan utama besar (σ_3) dan tegangan utama kecil (σ_1). “ *Unconsolidated* ” maksudnya adalah tanah pada saat pengujian tidak terkonsolidasi sedangkan “ *Undrained* ” maksudnya adalah tanah pada saat pengujian tidak boleh dialiri air (dimampatkan).

a. Peralatan

1. Alat Triaxial
2. Silinder contoh
3. Penumbuk untuk memadatkan contoh tanah
4. Membran karet
5. Pengatur ketinggian
6. Pengatur hampa udara
7. Timbangan ketelitian 0.01 gram
8. Oven pengering

9. Pencatat waktu

b) Pelaksanaan

1. Mengukur diameter dan tinggi dari benda uji kemudian ditimbang untuk menghitung volumenya.
2. Membebaskan udara dari dari pipa – pipa penghubung pada plat dasar sel triaxial
3. Pelat bawah dihubungkan dengan dasar sel
4. Batu pori ditempatkan diatas pelat dasar, kemudian contoh tanah diletakkan, lalu dipasangkan membran karet pada contoh tanah tersebut
5. Pelat dasar sel triaxial dan sampel tanah yang telah terselubungi dengan membran karet, lalu diikat supaya air sel tidak masuk ke dalam sampel tanah.
6. Tabung sel triaxial dipasang dan baut-bautnya dikencangkan
7. Ruang sel diisi dengan air, dengan cara memutar regulator pengatur tekanan sel sehingga tekanan menunjukkan $0,2 \text{ kg/cm}^2$, kemudian kran dibuka sehingga air mengisi ruang sel.
8. Mesin beban dijalankan dengan kecepatan $0,5 - 1,0$ persen / menit. Pembacaan dilakukan pada arloji cincin beban dan arloji pemendekan benda uji pada kedudukan pemendekan $0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5$ persen, kemudian pada $1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0$ persen dan setelah itu setiap tambahan $1,0$ persen, selanjutnya setelah pemendekan mencapai 10 persen (jika tanah tidak pecah) dapat

dibaca setiap 2 persen. Lanjutkan pembacaan hingga 15 persen, jika tanah belum pecah lanjutkan hingga pemendekan 20 persen.

9. Setelah pembacaan selesai laksanakan pengujian kadar air.

c. Perhitungan

1. Tegangan utama mayor (σ_1) dan tegangan utama minor (σ_3) pada saat pecah adalah : $\sigma_3 =$ tegangan sel, $\sigma_1 =$ tegangan sel + tegangan deviator

2. Nilai ϕ dapat dihitung dengan persamaan (4.7) sebagai berikut :

$$\sin \phi = \operatorname{tg} \alpha \dots\dots\dots(4.7)$$

3. Nilai c dapat dihitung dengan persamaan (4.8) sebagai berikut :

$$c = \frac{b}{\cos \phi} \dots\dots\dots(4.8)$$

4.5 Tata Cara Penelitian

Cara penelitian dan pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Pengamatan dari segi tujuan, yaitu :

- A. Penemuan masalah
- B. Identifikasi masalah
- C. Pembatasan masalah
- D. Perumusan masalah

2. Pengambilan data

Pengambilan literatur diperoleh dari bacaan, brosur spesifikasi bahan baku serta referensi-referensi lainnya. Sasaran utama adalah data-data yang berkaitan dengan materi pokok penelitian tugas akhir.

3. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Didalam pengumpulan data penulis mencoba menggunakan beberapa metode antara lain :

A. Metode Penelitian Kepustakaan

Metode yang dilakukan melalui buku bacaan, literatur dan lainnya yang bertujuan memperoleh gambaran teoritis yang dikarang oleh para ahli sarjana yang berkaitan dengan penelitian ini.

B. Pengolahan Data

Data yang diperoleh, dikembangkan serta diadakan penelitian laboratorium kemudian hasil dari penelitian laboratorium dapat dijadikan data yang valid terhadap uji coba bahan stabilisasi tanah lempung dicampur dengan serbuk kulit kerang.

4. Hipotesis

5. Pembahasan

Membahas pengolahan data

6. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diperoleh dari analisis data yang didapat, serta saran bagi pihak yang tertarik untuk mengadakan investasi lapangan.