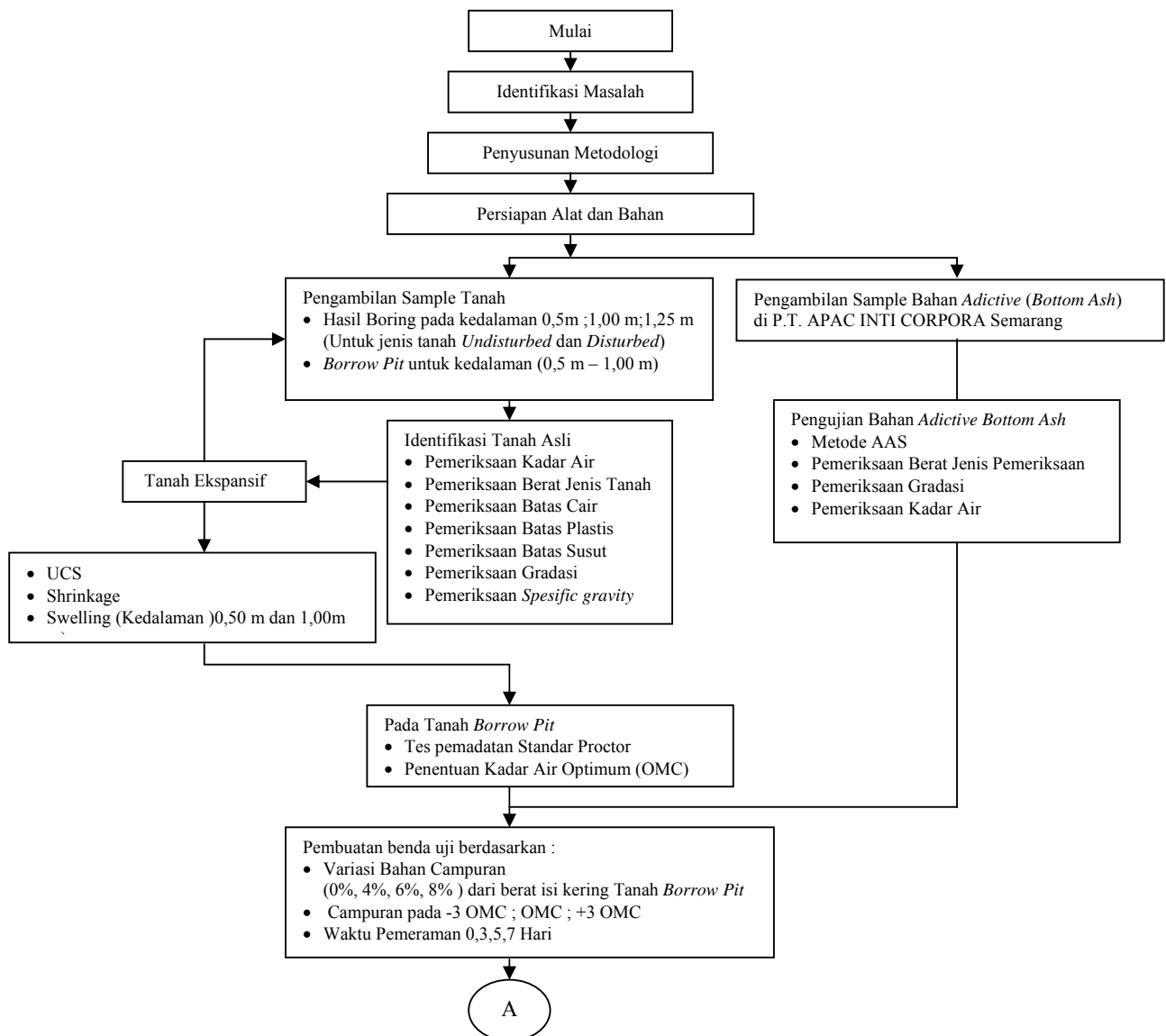
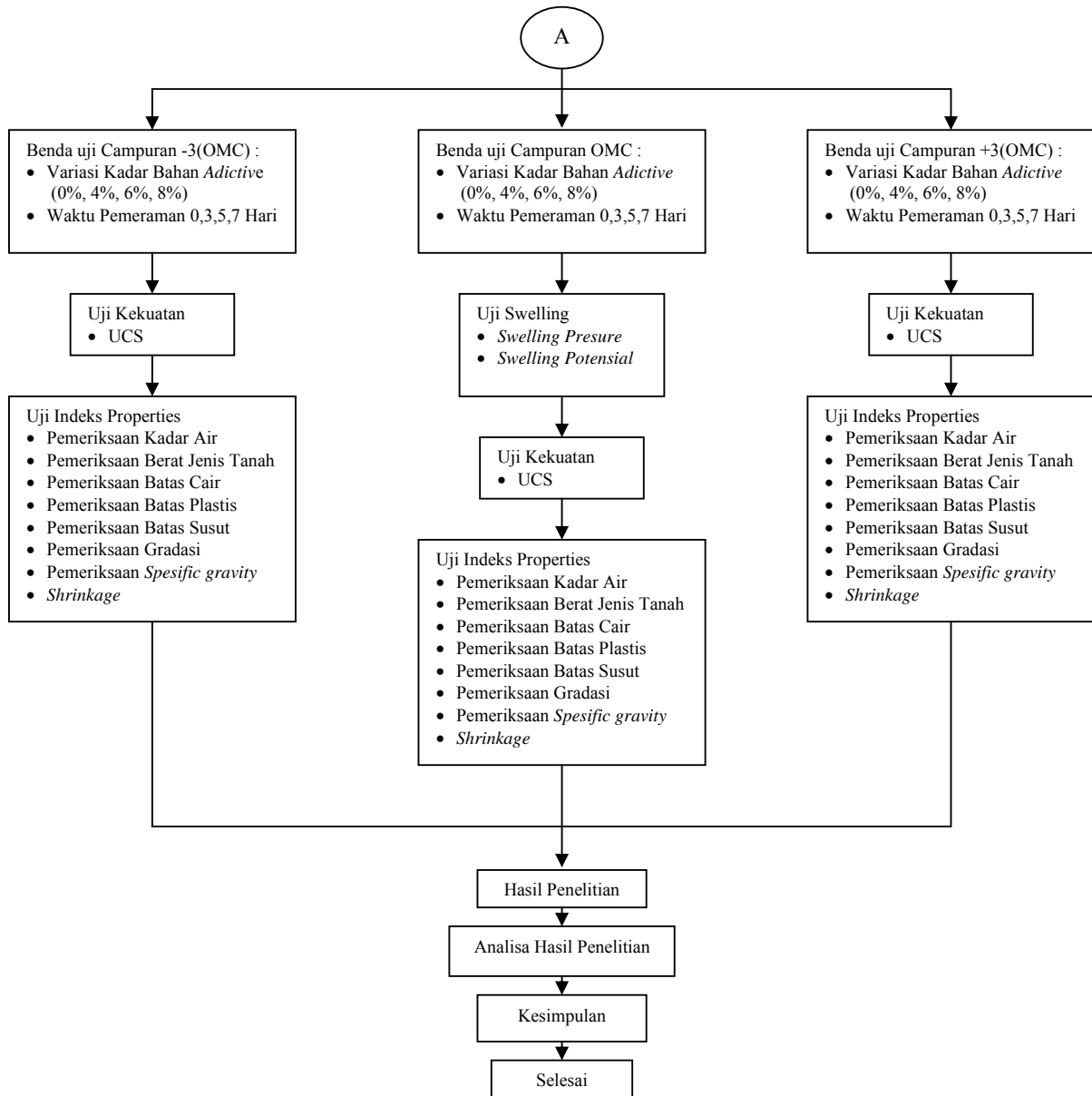


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanah ekspansif tanpa campuran *Bottom Ash*, serta tanah ekspansif yang telah diberi campuran *Bottom Ash* dengan beberapa variasi kadar bahan campuran. Penelitian ini meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan uji laboratorium dan analisis terhadap hasil pengujian laboratorium. Adapun bagan alir yang digunakan dalam penelitian seperti dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini :





Gambar 3.1 Bagan Alir Metode Penelitian

3.2. Identifikasi Masalah

Suatu metode perbaikan tanah ekspansif yang efektif di Indonesia sangat diperlukan untuk menanggulangi masalah-masalah yang ditimbulkan oleh tanah ekspansif.

Dikarenakan metode identifikasi tanah ekspansif masih belum memiliki acuan yang pasti, maka pengenalan masalah-masalah yang berhubungan dengan tanah ekspansif masih sangat kurang.

Beberapa metode penanganan tanah lunak, termasuk lempung ekspansif, telah dilakukan, diantaranya dengan cara penggantian material atau mencampur tanah, pemakaian cerucuk bambu, pengubahan sifat kimiawi, dan penggunaan geosintesis.

Tahap identifikasi dilakukan dengan :

- Penggunaan data sekunder
- Pengujian basic, untuk mengidentifikasi bahwa tanah tersebut mempunyai *swelling* (kembang susut) yang besar.

3.3. Penyusunan Metodologi

Tujuan dari penyusunan metodologi ini adalah untuk memudahkan pelaksanaan penelitian dan menganalisa hasil penelitian. Data-data yang mendukung dalam penelitian ini meliputi :

- Data primer, data yang diperoleh secara langsung baik melalui penyelidikan di lapangan maupun di laboratorium.
- Data sekunder, data yang diperoleh melalui studi literatur sebagai pendukung dan pelengkap dari data-data primer. Berupa kondisi lapangan saat pengambilan sampel, ketentuan-ketentuan dari standard pengukuran, hasil percobaan-percobaan sebelumnya dan buku-buku literatur lainnya.

3.4. Persiapan Alat dan Bahan

3.4.1. Persiapan Alat

Peneliti menentukan dan menyusun alat-alat yang akan digunakan selama penelitian, mulai dari penelitian tahap awal hingga penelitian tahap akhir.

3.4.2. Pengambilan Sampel

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian :

1. *Bottom Ash* yang digunakan didapat dari pabrik PT. APAC INTI CORPORA Semarang.
2. Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari PDAM yang terdapat di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Diponegoro.
3. Pengambilan sample tanah lempung ekspansif dari Semarang KM 57.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian disini terbagi menjadi dua tahap, yaitu pengambilan sampel tanah ekspansif dilapangan dan pengujian dilaboratorium, dimana pada tahap pengujian ini meliputi beberapa tahap yaitu tahap persiapan, penetapan OMC Standar Proctor, pembuatan benda uji, dan tahap pelaksanaan.

3.5.1 Pengambilan Sampel Tanah

Teknis pengambilan tanah dilapangan dilakukan dengan dua cara, yaitu *Borring* dan *Sampling*. Pengambilan tanah sampel ini dilakukan pada variasi kedalaman 0,50m, 1,00m, dan 1,25m.

1. Borring

a. Tujuan

- Untuk mengetahui struktur tanah, setelah sampel yang didapat diklasifikasikan dilapangan maupun dilaboratorium
- Untuk mengetahui tinggi muka air
- Untuk mendapatkan contoh tanah pada kedalaman tertentu untuk diselidiki di laboratorium

b. Alat yang Digunakan

- Mata bor
- Pipa bor
- Stang bor
- Tabung sampel
- Cap (kepala) dan alat pemukul (palu)
- Alat pembersih tanah pada mata bor
- Kunci inggris
- Tempat sampel (kantong plastik, karung)

c. Cara Kerja

1. Alat bor yang terdiri dari mata bor, pipa bor, dan stang bor dipasang.
2. Alat bor ditancapkan pada tanah lalu diputar searah jarum jam pada posisi tegak lurus.
3. Saat mencapai kedalaman 0,50 m dilakukan pengambilan *disturbed* sample serta dicatat juga warna dan struktur tanah yang terlihat.

4. Pekerjaan yang sama juga dilakukan pada kedalaman 1,00 m dan 1,25 m. Saat melakukan pengeboran perlu dicatat juga kedalaman muka air tanah (MAT) yang terjadi.
5. Untuk *undisturbed sample*, pengambilan sample dilakukan dengan memakai silinder yang dipasang pada alat bor. Hal ini dilakukan untuk menjaga struktur tanah asli dari tanah dan menghindari kerusakan yang terjadi saat pengambilan.

2. Sampling

Pada pengambilan sampel tanah untuk penyelidikan ini ada dua macam, yaitu:

1. Tanah Asli (*Undisturbed*)

Contoh tanah ini diambil pada tanah yang masih menunjukkan sifat-sifat asli pada tanah. Artinya tanah tersebut tidak mengalami perubahan dalam struktur kadar air (*water content*). Untuk memperoleh tanah yang benar-benar asli seperti ini memang sulit sehingga dalam pelaksanaannya perlu dilakukan dengan pengamatan yang tepat.

Pada pengambilan tanah *undisturbed* ini dilakukan dengan menggunakan alat berbentuk pipa silinder dengan diameter 6-7 cm yang terbuat dari baja yang disambung dengan stang-stang bor. Penggunaan alat ini dilakukan dengan memasukkannya kedalam dasar lubang bor, yang selanjutnya dipukul-pukul sehingga akan masuk kedalam tanah yang akan diambil.

Pada pengambilan tanah sampel, kedalaman yang telah dicapai perlu dicatat, begitu juga dengan lapisan tanahnya. Apabila lapisan tanah tersebut terjadi perubahan warna maupun strukturnya juga perlu diamati dan dicatat. Selain mencatat kedalaman tanah, perubahan warna dan strukturnya, kedalaman muka air tanah juga perlu diamati. Hal ini dimaksudkan untuk menggambarkan profil tanah pengeboran.

2. Tanah Tidak Asli (*Disturbed*)

Contoh tanah *disturbed* ini diambil tanpa adanya usaha-usaha yang dilakukan untuk melindungi struktur asli dari tanah tersebut. Contoh-contoh ini biasanya dibawa ke laboratorium dalam tempat tertutup (kaleng atau kantong plastik) sehingga kadar airnya tidak berubah. Bilamana tidak ada kebutuhan untuk mempertahankan contoh-contoh tersebut pada kadar airnya yang asli, maka

contoh-contoh ini dapat diambil terbuka. Contoh tidak asli ini dapat dipakai untuk segala penyelidikan yang tidak memerlukan contoh asli (*undisturbed*), seperti ukuran butiran, batas-batas konsistensi, dan pemadatan.

3.5.2 Tahap Persiapan

Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat dasar (*indeks plastisitas*) dari tanah yang digunakan. Penelitian pendahuluan adalah penentuan:

- Soil Test
 - Berat Isi
 - Kadar air
 - Berat jenis tanah
- *Grain Size*
 - Analisa ayakan
 - Hidrometer
- Atterberg Limit (*liquid and limit*)
 - Batas cair
 - Batas plastis
 - Batas susut
- UCS test
- Swelling test

A. Soil Test

A.1 Berat Isi Tanah

Cara menentukan berat isi tanah ialah dengan menggunakan berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Untuk tanah asli biasanya dipakai sebuah cincin yang dimasukan kedalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan, dengan berat cincin telah diketahui sebelumnya maka berat isi dapat langsung dihitung.

Misal:

$$\text{Berat cincin + tanah} = w_2$$

$$\text{Berat cincin} = w_1$$

$$\text{Berat tanah} = w_2 - w_1$$

$$\begin{aligned} \text{Isi cincin} &= 1 \\ \text{Jumlah} &= \frac{w_2 - w_1}{1} \dots\dots\dots(3.1) \end{aligned}$$

a. Tujuan:

Untuk mengetahui berat jenis tanah dalam kondisi basah dan kondisi kering

b. Alat yang Digunakan:

- Botol berisi air raksa
- Cawan kaca dan kaca penekan
- Neraca analitis dan anak timbangan

c. Cara Kerja:

1. Contoh tanah diambil dalam keadaan asli dan dibentuk kubus dengan rusuk $\pm 1,5$ cm.
2. Contoh tanah untuk masing-masing kedalaman dibuat 2 buah sampel
3. Masing-masing contoh tanah ditimbang dengan mempergunakan cawan yang sudah diketahui beratnya
4. Setelah contoh tanah diketahui beratnya kemudian ditaruh diatas air raksa yang sudah dipersiapkan
5. Contoh tanah diratakan dan ditekan dengan kaca
6. Air raksa yang tumpah ditimbang untuk diketahui beratnya

$$\delta_b = \frac{c}{v} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan: δ_b = berat air raksa
 c = berat contoh tanah
 v = volume air raksa

A.2 Kadar Air

Untuk menentukan kadar air sejumlah tanah ditempatkan dalam krus (kaleng kecil) yang beratnya (w_1) diketahui sebelumnya. Krus dan tanah

ditimbang (w_2) dan kemudian dimasukkan dalam oven yang temperaturnya 150 C untuk masa waktu 24 jam. Kemudian tanah ditimbang kembali (w_3).

Dengan demikian:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat air} &= w_2 - w_3 \\
 \text{Berat tanah kering} &= w_3 - w_1 \\
 \text{Kadar air tanah} &= \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \dots\dots\dots(3.3)
 \end{aligned}$$

a. Tujuan:

Untuk mengetahui berapa besar kadar air yang terkandung dalam tanah tersebut.

b. Alat yang Digunakan:

- Neraca analitis dan anak timbangan
- Kaleng (cawan) timbang
- Oven

c. Cara Kerja:

1. Cawan kosong ditimbang = a gram
2. Tanah hasil boring diambil sedikit, kemudian ditaruh pada cawan dan selanjutnya ditimbang = b gram
3. Setelah itu cawan + tanah dimasukkan dalam oven selam 24 jam, setelah kering diambil dan ditimbang kembali = c gram
4. Kadar air dapat ditimbang dengan :

$$w = \frac{b - c}{c - a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

A.3 Berat Jenis Tanah.

Untuk percoban ini dipakai piknometer (*pycnometer* atau volumetric fisik), yaitu sebuah botol yang isinya diketahui dengan tepat. Adapun satuan dan nilainya dapat untuk berat isi, kadar air dan sebagainya adalah sebagai berikut:

a. Tujuan:

Untuk mengetahui berat spesifik atau berat jenis tanah yang bersangkutan.

b. Alat yang Digunakan:

- Botol picnometer (sejumlah yang dibutuhkan)
- Aquades
- Termometer
- Oven
- Neraca analitis dan anak timbangan

c. Cara Kerja:

1. Picnometer dalam keadaan kosong dibersihkan dan selanjutnya ditimbang beratnya = a gram.
2. Picnometer diisi dengan aquades hingga penuh kemudian ditimbang beratnya = b gram
3. Suhu dalam picnometer diukur = t_1 °C dimana harga indeksnya t_1 dibaca pada tabel.
4. Berat air dalam picnometer dapat dihitung dengan rumus $w = (b-a)*t_1$
5. Contoh tanah yang telah dioven ditumbuk sampai halus melalui saringan no.40
6. Kemudian dimasukan kedalam picnometer sebanyak 10 gram dengan hati-hati. Kemudian ditimbang beratnya = c gram
7. Picnometer + tanah kering diberi aquades dengan ketinggian 2/3 dan dikocok selama 5 menit agar bebas udara, selanjutnya didiamkan selama 24 jam.
8. Setelah 24 jam dikocok kembali dan ditambahkan aquades hingga penuh
9. Bagian luar picnometer dibersihkan , kemudian ditimbang = d gram
10. Termometer dimasukan dalam piknometer, dibaca suhunya t_2 °C dimana harga t_2 dapat dibaca dalam tabel.
11. Berat jenis tanah dapat dihitung dengan rumus:

$$G_s = \frac{c - a}{w - (d - c)t_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.5)$$

B. Grain Size

B.1 Analisa Ayakan (*sieve analysis*)

a. Tujuan

Untuk menentukan pembagian butir suatu contoh tanah

b. Alat yang Digunakan:

- Neraca analitis dan anak timbangan
- Satu set standar saringan US atau British nomor 4, 30, 35, 40, 60, 70, 80, 100, 120, dan 200.
- Pengaduk atau *shaker*
- Sikat halus
- *Motorize* penggetar saringan dinamis *sieve*
- Oven

c. Cara Kerja:

1. Contoh tanah dikeringkan dalam oven, kemudian direndam dalam air bersih. Aduk-aduk sampai merata selanjutnya dibiarkan selama 24 jam
2. Setelah 24 jam, contoh tanah diayak dengan susunan ayakan lubang paling besar diatas dan yang terkecil dibawah, sertakan juga alasnya
3. Ayakan digoyang dengan tangan atau digetar dengan mesin penggetar selama 15 menit
4. Contoh tanah yang tertahan pada tiap-tiap ayakan ditimbang beratnya

B.2 Hidrometer

a. Tujuan:

Untuk menentukan pembagian ukuran butiran tanah yang lolos saringan no.200

b. Alat yang Digunakan:

- Saringan no.200
- Gelas ukur 100 cc (sejumlah yang digunakan)
- Alat ukur hidrometer
- Cawan porselen besar
- Pengaduk
- Air suling
- Neraca analitis dan anak timbangan
- Oven
- *Deflucation agent-sodium silicate*
- *Termometer*
- *Stopwatch*

c. Cara Kerja:

1. Sisa tanah yang digunakan dalam percobaan sebanyak 200 gram ditumbuk agar memecah menjadi butir-butir dan disaring pada saringan no.200
2. Hasil saringan diambil sebanyak 50 gram
3. Kemudian direndam dalam larutan sodium silikat 125 cc selama 24 jam
4. Campuran tanah + sodium silikat dimasukkan dalam mixer dan ditambahkan aquades sehingga volumenya mencapai 1 liter diaduk selama 15 menit
5. Campuran tersebut dimasukkan dalam gelas ukur, didiamkan selama 24 jam
6. Gelas ukur beserta isinya dikocok sampai merata kemudian alat hidrometer dimasukkan .
7. Dilakukan pencatatan waktu serta harga-harga hidrometer pada saat 0 detik, 30 detik, 1 menit, 5 menit, 15 mernit, 30 menit, 1 jam, 4 jam, 8 jam, 24 jam.
8. Apabila hidrometer sudah menunjukkan angka nol, maka percobaan sudah selesai.

C. Batas-batas Konsistensi (*Atterberg Limit*)

Pengujian batas-batas konsistensi ini bertujuan menentukan batas cair, batas plastis, dan batas susut. Pengukuran batas-batas ini dilakukan secara rutin yang meliputi tanah yang berbutir halus. Karena batas-batas ini bukan merupakan fisik yang jelas, maka dipakai rumusan empiris untuk menentukannya. Penentuan batas-batas ini hanya dilakukan pada tanah yang lolos saringan no.40

C.1 Batas Cair

a. Tujuan:

Untuk menentukan batas cair suatu tanah, apakah tanah tersebut memerlukan tambahan air atau dikeringkan

b. Alat yang Digunakan:

- Saringan atau ayakan no.40
- Cawan
- Alat *cassagrande* dengan colet penggaris
- Colet
- Mangkok
- Neraca analitis dan anak timbangan
- Oven

c. Cara Kerja:

1. Sampel tanah yang lolos saringan no 40 diambil sebanyak 150-200 gram
2. Sampel ditempatkan dalam cawan porselen dan dicampur dengan air suling sebanyak 15-20 ml secara merata menggunakan colet
3. Sampel tanah tercampur ditaruh kedalam mangkok *cassagrande*
4. Permukaan sampel dalam cawan diratakan sehingga sejajar dengan alas
5. Setelah rata dibuat alur pada contoh tanah tersebut dengan menggunakan *grooving tool*, cara membuat alur adalah dengan memegang alat *grooving tool* tegak lurus

6. Sebelum bekerja, pemutar mangkok disetel terlebih dahulu sehingga jatuh mangkok terhadap alas setinggi 1 cm
7. Setelah itu baru dilaksanakan pemutaran pada stang *cassagrande* dengan kecepatan kira-kira 2 putaran/terpisah akan merapat. Pada waktu merapat pukulan (putaran) dicatat berapa kali banyaknya
8. Dua kali percobaan dibawah 25 kali pukulan dan dua kali percobaan diatas 25 kali pukulan
9. Pada tiap fase percobaan diambil tanahnya beberapa dibuat grafik dengan sumbu x adalah banyaknya pukulan (logaritma pukulan) dan sumbu y adalah persentase kadar air (*water content*)
10. Keempat titik percobaan tersebut dihubungkan dengan garis lurus sehingga memotong sumbu tegak lurus pada pukulan ke-25
11. Titik potong ke-25 dan garis lurus ditarik garis mendatar didapatkan prosentase kadar air, dengan kata lain titik itulah batas cair dari tanah tersebut
12. Dibuat grafik dimana absis adalah jumlah ketukan (n) dan ordinat adalah kadar air contoh tanah yang bersangkutan

C.2 Batas Plastis

batas plastis adalah kadar air pada batas bawah daerah plastis. Kadar air ini ditentukan dengan memilin tanah pada plat kaca sehingga diameter dari pilinan tanah yang dibentuk sedemikian rupa mencapai 3 mm. Bilamana tanah mulai pecah pada saat diameternya mencapai 3 mm maka kadar air itu adalah batas plastis.

Batas plastis menunjukkan kadar air pada waktu tanah tidak dapat dipilin menjadi pilinan-pilinan dengan diameter lebih kecil dari 3 mm, sehingga apabila diteruskan, maka tanah akan putus.

a. Tujuan:

Untuk mengetahui batas plastis tanah, yaitu batas antara plastis dan semi plastis.

b. Alat yang Digunakan:

- Saringan atau ayakan no.40
- Cawan
- Colet
- Lempeng kaca
- Mangkok
- Neraca analitis dan anak timbangan
- Oven

c. Cara Kerja:

1. Sampel tanah kering yang lolos saringan no.40 ditaruh dalam mangkok dan diberi aquades, kemudian diaduk sampai merata dengan *spatula*
2. Jika tanah sudah homogen, diambil contoh tanah ± 8 gram dan dibuat pilinan tanah diatas plat kaca sampai diameter 3,2 mm. Contoh yang benar bila pada diameter 3,2 mm mulai retak-retak menunjukkan tanah dalam keadaan batas plastis
3. Jika pilinan tanah belum mencapai diameter 3,2 mm sudah menunjukkan retak maka tanah tersebut terlalu kering dan percobaan harus diulang dengan menambahkan kadar airnya, sebaliknya jika batangan tanah sudah mencapai diameter 3,2 mm belum menunjukkan retak maka tanah terlalu basah dan perlu dikeringkan dengan jalan didiamkan atau diaduk-aduk dalam cawan pencampur.
4. Sesudah berat pilin tercapai, maka tanah diambil dan ditimbang beratnya kemudian dioven selama 24 jam untuk menentukan kadar airnya.

C.3 Batas Susut

a. Tujuan:

Untuk mengetahui batas susut dari suatu jenis tanah.

b. Alat yang Digunakan:

- Saringan atau ayakan no.40
- Cawan
- Colet
- Lempeng kaca
- Mangkok
- Neraca analitis dan anak timbangan
- Oven
- Pipet
- Cetakan contoh tanah dari logam atau plastik
- *Desicator*
- Air Raksa

c. Cara Kerja :

1. Tanah yang akan digunakan diambil dari lubang percobaan dengan kedalaman 0.50m, 1.00m dan 1.25m, dimana sampel tanah terdiri dari tanah asli
2. Sampel dikeringkan kering udara, kemudian dihancurkan dan diayak dengan ayakan ukuran no.40
3. Tanah yang lewat ayakan tersebut diambil sebagian dan diberi air sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai benar-benar merata kira-kira diatas batas plastis
4. Untuk menentukan kadar air pencampuran tersebut ditentukan sebagai berikut:
 - Tanah yang telah diaduk tersebut diletakkan diatas lempeng kaca sehingga tanah tersebut turun merata. Sesudah itu dari atas ditetesi air dengan pipet, apabila dalam waktu 30 detik air tetesan itu meresap rata semua, berarti tambahan air cukup. Jika masih ada air pada permukaannya, berarti tambahan air terlalu banyak
 - Tanah yang sudah jenuh tersebut dimasukkan kedalam mangkuk cetakan sampai sepertiga tingginya dan diketuk-ketukan diatas

meja agar permukaannya menjadi rata. Selanjutnya diisi lagi sepertiga tinggi sampai sepertiga tinggi terakhir dengan cara yang sama seperti yang disebut terdahulu

- Kelebihan tanah pada permukaannya diratakan dengan pisau dan tidak boleh terdapat lubang-lubang atau gelembung udara pada contoh tanah tersebut
- Tanah dan mangkuk tersebut segera ditimbang beratnya, kemudian dikeringkan kering udara agar menyusutnya tidak terlalu cepat atau dapat juga dikeringkan dalam oven listrik hingga tanah tidak menyusut lagi. Hal ini dapat ditentukan dengan melihat perubahan warna tanah tersebut dari warna coklat tua (warna gelap) menjadi warna coklat lebih muda.
- Kemudian tanah dikeluarkan dari oven listrik dan didinginkan dengan *desicator* serta ditimbang beratnya. Dengan air raksa dapat diketahui berat tanah kering dari sampel tersebut.

3.5.3 Penetapan OMC Standar Proctor

Sebelum dilakukannya pelaksanaan uji tekan bebas (UCS test) dan uji kembang susut tanah ekspansif, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian pemadatan tanah asli dengan standar Proctor. Pengujian ini bertujuan untuk mencari kadar air optimum (W_{opt}), dan berat volume kering maksimum ($\gamma_{d\ max}$).

Hal ini dilakukan karena pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel-partikel tanah, atau dengan kata lain adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan cara mekanis.

Berikut dijelaskan mengenai tujuan, alat dan bahan serta prosedur pelaksanaannya:

a. Tujuan:

Untuk mengetahui nilai OMC dari tanah lempung ekspansif

b. Alat yang Digunakan:

- Alat Proctor standar

- Neraca analitis dan anak timbangan
- Jangka sorong
- Cawan
- Palu, penggilas, dan sendok
- Gelas ukur
- Saringan no.4
- Air bersih

c. Cara Kerja :

1. Alat proctor standar ditimbang per bagian, tinggi dan diameternya diukur kemudian dihitung volumenya
2. Sampel tanah dikeringkan pada kadar air alami dibawah sinar matahari, lalu disaring
3. Tanah dimasukan kedalam plastik sebanyak 5 kantong yang tiap kantongnya dicampur dengan volume yang berbeda, selanjutnya didiamkan selama 24 jam
4. Dilakukan pengetesan dengan proctor standar dimana tanah dipadatkan menjadi 3 lapisan yang tiap lapisannya ditumbuk terlebih dahulu dengan jumlah tumbukan masing-masing sebanyak 25 kali
5. Setelah itu kita bisa menetapkan besarnya kadar air optimum.

3.6. Pembuatan Benda Uji

3.6.1. Penentuan Kombinasi Campuran

- Komposisi campuran

Penelitian dilakukan di laboratorium dengan uji hubungan campuran *Bottom Ash* sebanyak 0%; 4%; 6%; dan 8% terhadap berat kering tanah ekspansif dengan kadar air optimum.

- Metode pencampuran

Bottom Ash dicampur dengan tanah lempung ekspansif, Kemudian masing-masing campuran tanah tersebut diaduk hingga sedapat mungkin *Bottom Ash* menyebar pada bagian tanah. Setelah *Bottom Ash* tercampur rata dengan tanah, kemudian dimasukkan air dan diaduk hingga merata.

3.6.2. Rencana Kebutuhan Benda Uji

Tabel 3.1 berikut memuat rincian kebutuhan benda uji dalam penelitian ini, yaitu sembilan buah benda uji untuk UCS test dan sembilan buah benda uji untuk pengujian *Swelling*.

Tabel 3.1 Persiapan benda uji yang dibuat untuk uji UCS dan *Swell*

Persentase bahan pencampur		Variasi bahan pencampur	Keterangan	Jumlah benda uji
1.	0 %	-	Untuk pengujian UCS	1
		-	Untuk pengujian <i>swell</i>	1
2.	4 %	<i>Bottom Ash</i>	Untuk pengujian UCS	1
			Untuk pengujian <i>swell</i>	1
3.	6 %	<i>Bottom Ash</i>	Untuk pengujian UCS	1
			Untuk pengujian <i>swell</i>	1
4.	8%	<i>Bottom Ash</i>	Untuk pengujian UCS	1
			Untuk pengujian <i>swell</i>	1
Jumlah				<u>8</u>

3.6.2.1. Pelaksanaan uji Geser dengan *Unconfined Compression Strength Test (UCS Test)*

Pengujian tekan bebas (*unconfined compression strength*) untuk tanah asli ini adalah bentuk khusus dari uji UCS test yang umum dilakukan terhadap sampel tanah lempung. Sedangkan uji tekan bebas dengan variasi *Bottom Ash* yang berbeda dimaksudkan untuk melihat pengaruh akibat penambahan *Bottom Ash* untuk benda uji yang berbeda terhadap kuat geser tanah lempung ekspansif.

Sampel tanah yang dipakai untuk uji ini merupakan benda uji yang telah dibuat sebelumnya dengan variasi kadar *Bottom Ash* yang berbeda dengan pemadatan proctor standar

a. Tujuan:

- Untuk mengetahui perilaku kuat geser tanah lempung ekspansif akibat perubahan kadar air dan tumbukan yang berbeda.
- Untuk mengetahui tegangan ultimate (q_u) dan kohesi ultimate (c_u) dari sampel tanah yang bervariasi kadar air dan tumbukannya untuk dibandingkan dengan tanah asli.

b. Alat yang Digunakan:

- *Unconfined Compression strength Unit*
- Pisau dan alat pencetak
- Vaseline
- Neraca analitis dan anak timbangan
- Sampel tanah *disturbed* dan *undisturbed*
- *Stopwatch*

c. Cara Kerja :

1. Tanah dari tabung dimasukkan dalam cetakan *unconfined*, kemudian ditimbang beratnya di neraca analitis.
2. Dial pada *proving* ring diatur sedemikian rupa sehingga menunjukkan angka nol
3. setelah siap maka dilakukan pemutaran dengan kecepatan 0,760 mm/menit, serta pada waktu mulai memutar harus bersamaan dengan *stopwatch*
4. Pembacaan dial dalam waktu terus berlangsung sampai sampel tanah mengalami retak dan terjadi penurunan pada jarum dial.
5. Apabila tanah sampai pada regangan 20 % belum menunjukkan adanya keretakan maka pada saat 20 % itu dianggap batas maksimumnya.

3.6.2.2 Pelaksanaan *Swelling Test*

Rangkaian pengujian kembang susut tanah ini dilakukan di dalam alat *consolidometer* dengan diberi tekanan dan ditambah dengan beban tetap yang lebih besar dan berfungsi sebagai tekanan *overbuden*.

Pelaksanaan *Swelling Test* pada sampel dengan tambahan variasi bongkaran sama dengan uji kembang susut tanah asli sebelumnya, hanya saja pada uji kembang susut dengan variasi *Bottom Ash* serta kadar air yang berbeda dimaksudkan untuk melihat pengaruh akibat penambahan *Bottom Ash* serta kadar air dengan beberapa variasi yang berbeda terhadap persentase mengembang dan tekanan mengembang tanah lempung ekspansif.

a. Tujuan:

Untuk mengetahui perilaku prosentase tekanan mengembang tanah lempung ekspansif akibat penambahan *Bottom Ash* dengan variasi campuran 0%,4%,6% dan 8% dengan kondisi OMC.

Alat yang Digunakan:

- Satu set alat konsolidasi
- Pemberat
- oven
- Neraca analitis
- Sampel tanah *disturb* dan *undisturb*
- *Stopwatch*
- Jangka sorong
- Kertas saring dan pisau
- Sampel tanah campuran variasi 0%,4%,6% dan 8% pada Kondisi OMC.

c. Cara Kerja :

1. Ring untuk menaruh sampel diukur tinggi, diameter dan ditimbang beratnya
2. Tanah dimasukkan kedalam ring dan diratakan (bukan dipadatkan), lalu dilapisi dengan kertas saring untuk menjaga kejenuhan sampel tanah
3. Ring yang berisi tanah sebelum ditempatkan sesuai nomornya pada alat konsolidasi ditimbang terlebih dahulu
4. *Apparatus* beban diletakkan pada tempatnya. Mula-mula dipasang beban *overbuden* sesuai perhitungan.
5. Kemudian beban yang telah dihitung dibuka dan dilakukan setting 5 menit serta dilakukan pembacaan dial.
6. Sel konsolidasi diisi dengan air dan dijaga jangan sampai berkurang atau kering.
7. Kemudian dibaca pengembangannya sesuai waktu yang telah ditentukan, yaitu 6, 12, 30 detik, 1, 2, 4, 8, 15, 30 menit, 1, 2, 4, 8, 24, 48, 72 jam dan seterusnya sampai pengembangan maksimal tercapai. Hal ini untuk mengetahui pengujian tekanan mengembangnya.

8. Setelah dial berhenti, maka untuk mengembalikannya ditambah beban sebesar minimal 2x beban *overbuden* dengan interval selama 24 jam, ini dilakukan sampai pembacaan kembali ke tempat semula.
9. Perhitungan Overbuden adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\text{Jumlah tumbukan} \times \text{Jumlah lapisan} \times \text{berat penumbuk} \times \text{tinggi jatuh penumbuk}}{\text{Volume cetakan}}$$

Dari tabel dan rumus diatas di dapat nilai energi sebagai berikut:

$$E = \frac{25 \times 3 \times 2.5 \text{ kg} \times 30.48 \text{ cm}}{943.9 \text{ cm}^3} = 6.054 \text{ kg/cm}^2$$

Nilai energi diatas dipakai dalam penghitungan tekanan(*pressure*) awal pada tekanan mengembang tanah.

10. Setelah tahap pembebanan dan pembacaan selesai, ring dan sampel diukur besar pengembangannya dengan jangka sorong dan ditimbang berat sampel uji.
11. sampel uji dikeringkan dalam oven selama 24 jam dan kemudian ditimbang beratnya untuk kontrol kadar air.