



*Laboratorium Mekanika Tanah
Fakultas Teknik
Universitas Andalas
Padang*

Penuntun Praktikum

Mekanika Tanah

Nama :

No. BP :

Kata Pengantar

Diktat penuntun praktikum ini disusun sebagai pedoman dalam melaksanakan penelitian tanah di lapangan dan laboratorium Mekanika Tanah Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.

Dengan melaksanakan penelitian untuk mendapatkan propertis tanah, diharapkan para peneliti dapat memahami metoda untuk menentukan parameter-parameter tanah, dan juga dapat mengerti dan menggunakan hasil yang telah didapat.

Diktat ini disusun dengan tujuan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan, minat dan bakat mahasiswa terutama di bidang Geoteknik.

Terima kasih,

Penyusun

Tim Asisten Laboratorium
Mekanika Tanah Fakultas
Teknik Universitas Andalas

Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil – Universitas Andalas

Diktat penuntun Praktikum Mekanika Tanah di Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas ini disusun sebagai pegangan bagi mahasiswa untuk praktikum dan juga bagi dosen / mahasiswa - mahasiswa Tugas Akhir dalam melakukan penelitian.

Diktat ini telah mengalami beberapa perbaikan yang disesuaikan dengan standar ASTM dan AASHTO yang berlaku. Susunan isi dari diktat penuntun praktikum ini dibuat berdasarkan urutan pekerjaan yang biasa dilakukan didalam suatu pekerjaan *Soil Investigation*.

Tak lupa diucapkan terimakasih kepada para dosen dan asisten Laboratorium Mekanika Tanah serta pihak-pihak yang ikut membantu dalam penyusunan diktat ini.

Prof. Ir. Abdul Hakam, M.T.,Ph.D

NIP. 196812261992031002

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS
PERIODE 2023/2024

Kepala Labor : Prof. Ir. Abdul Hakam, M.T., Ph.D

Pembina : Prof. Yulman Munaf, MS (alm.)

Rina Yuliet, S.T., M.T

Dr. Andriani, S.T., M.T

Delfebriadi, S.T., M.T

Maulana Arif, S.T., M.T

Riko Zulhendra, S.T., M.T

Koordinator Asisten : Azwin, ST

Asisten : Mifta Afifa, ST

Muhammad Iqbal Jacky

Aulia Ariefsyah

Ikrar Fachriansyah, ST

Alfito, ST

Muhammad Saddam, ST

Nur Azizah

Callysta Fierna Elysia, ST

Kori Ahmad Azhari

Salsabila Zanuri Farin

Resty Gemala D.R.

Annisa Amanda Putri

Husni Zulkarnain A.

Dhani Fachri Ramadhan

M. Rifky Darmawan

M. Farhan Adriadhi

Ikhwanda Hariz

Virliana Yuniva Anwar

Muhammad Alfin

KELUARGA BESAR ASISTEN
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNAND
(1985-2021)

1. Ir. Subardi	Angkatan '86
2. Ir. Mitra Hadi	Angkatan '86
3. Arnel Wisendra	Angkatan '89
4. Zulfira Miharani, ST	Angkatan '89
5. Yossyafra, Ph.d	Angkatan '89
6. Trinov Ramdani, ST	Angkatan '89
7. Rahmat Zuhri, ST	Angkatan '89
8. Deni Irda Mazni, MT	Angkatan '90
9. Rohadi Hendarsan, ST	Angkatan '90
10. Edison, ST	Angkatan '90
11. Oscar Fitrah Nur, MT	Angkatan '92
12. Joni Wijaya, ST	Angkatan '92
13. Zulkarnaen, ST	Angkatan '93
14. Didik Asdianto, ST	Angkatan '93
15. Yuli Rusianti, ST	Angkatan '93
16. Ricky, ST	Angkatan '93
17. Afriandi Rahman, ST	Angkatan '94
18. Ahmed Renova, ST	Angkatan '94
19. Deddy Agus, ST	Angkatan '94
20. Najmul, ST.	Angkatan '94
21. Indra Ghandi, ST	Angkatan '94
22. Puja Budi Priyantama	Angkatan '94

23. Remon Wahyudi, ST	Angkatan '94
24. Novira, ST (Cum Laude)	Angkatan '95
25. Riza Surya Dharma ST	Angkatan '95
26. Andri Yosa Sabri, ST	Angkatan '95
27. Fitria Puspa Kusumah, ST	Angkatan '96
28. Dekky Fitra, ST	Angkatan '96
29. Hendra Fisko, ST	Angkatan '96
30. Julfithra, ST (Cum Laude)	Angkatan '97
31. Oyong Liza ,ST	Angkatan '97
32. Surya Putra, ST	Angkatan '97
33. Monita Putriyani Ansar, ST	Angkatan '97
34. Betty Hasanah, ST	Angkatan '97
35. Rama Yoedha Satria, ST	Angkatan '98
36. Syafrizal, ST	Angkatan '98
37. Rendra Surya, ST	Angkatan '99
38. Budi Kurniawan, ST	Angkatan '99
39. Fauzil Irawadi, ST	Angkatan '99
40. Adi Anugerah Yulius, ST	Angkatan '99
41. Koko Sebastian, ST	Angkatan '99
42. Wendy Oscar, ST	Angkatan '99
43. Dewi Arisanti, ST	Angkatan '00
44. Fatma Ira Auliawati, ST	Angkatan '00
45. Vivi Anggraini A, ST	Angkatan '00
46. Dona Herlinda Karisfa, ST	Angkatan '00
47. Harpito, ST	Angkatan '00
48. Afriandy, ST	Angkatan '01

49. Hendra Utama, ST	Angkatan '01
50. Zonni Anzwardi, ST	Angkatan '01
51. Detkomerdevi, ST	Angkatan '01
52. Daniel Irfan, ST	Angkatan '01
53. Nofrina Dewi Astuty, ST	Angkatan '02
54. Agnes Vidya, ST	Angkatan '02
55. Adrihadi, ST	Angkatan '02
56. Yulia Prihatin, ST	Angkatan '02
57. Dedi Iskandar, MT	Angkatan '02
58. Deddy Ashadi Erickson, ST	Angkatan '02
59. Boy Gustiawan, ST	Angkatan '03
60. Harnaldo, ST	Angkatan '03
61. Hardiansyah, ST	Angkatan '03
62. Destri Herlena, ST	Angkatan '03
63. Khusyaini Ahmad, ST	Angkatan '03
64. Inda Puspita Sari, ST	Angkatan '04
65. Alpa Paltini, ST	Angkatan '04
66. Ilham Barlian, ST	Angkatan '04
67. Firson Syukriadi, ST	Angkatan '04
68. Surya Wahyuningsih, ST	Angkatan '04
69. Andric Platona, ST	Angkatan '04
70. Budi Agus Kombino, ST	Angkatan '04
71. Dody Lastaruna, ST	Angkatan '05
72. Syabhannur, ST	Angkatan '05
73. Harly Handayani, ST	Angkatan '05
74. Yola Anda Rozza, ST	Angkatan '05

75. Agus Wahyudi, ST	Angkatan '05
76. Afrihjon Saragih, ST	Angkatan '05
77. Endang Distiana Harida, ST	Angkatan '06
78. Ryan Kurnia, ST	Angkatan '06
79. Febriano Vernanda, ST	Angkatan '06
80. Benny Saputra, ST	Angkatan '06
81. Fauzi Rohman, ST	Angkatan '06
82. Dwitrie Mey Nuratika, ST	Angkatan '06
83. Ivan Darma Sihite, ST	Angkatan '06
84. Eli Hermanto Gultom, ST	Angkatan '07
85. Irawin Sah Putra, ST	Angkatan '07
86. Afmelia Ulfa, ST	Angkatan '07
87. Wita Olvia, ST	Angkatan '07
88. Vio Yansisco, ST	Angkatan '08
89. Yolla Fransiska, ST	Angkatan '08
90. Hadiani Muhdinar P, ST	Angkatan '08
91. Wandu Ferdian, ST	Angkatan '08
92. Firhan, ST	Angkatan '08
93. Herdian Ricky Putra, ST	Angkatan '08
94. Erna Purnama Nengsih, ST	Angkatan '09
95. Yones Ramanugraha, ST	Angkatan '09
96. Adhitya Pratama Halim, ST	Angkatan '09
97. Syahidus Syuhada, ST	Angkatan '09
98. Nanda, ST	Angkatan '09
99. Ismail, ST	Angkatan '09
100. Amanda Octaviana, ST	Angkatan '09

101. Frisky M. Tambunan, ST	Angkatan '09
102. Oki Meisa, ST	Angkatan '10
103. Saut Pantas Siahaan, ST	Angkatan '10
104. Atikah Rahmi, ST	Angkatan '10
105. Alan Budi Amin, ST	Angkatan '10
106. Yorizal Putra, ST	Angkatan '10
107. Reni, ST	Angkatan '10
108. Sigit Suryadi, ST	Angkatan '11
109. Hari Kurnia, ST	Angkatan '11
110. Nurul Surya, ST	Angkatan '11
111. Riyadi Putra, ST	Angkatan '11
112. Faisal Rahman, ST	Angkatan '11
113. Kevvin Kenzy, ST	Angkatan '11
114. Suryadi Fajri, ST	Angkatan '11
115. Febi Andriani, ST	Angkatan '11
116. Abdul Hamid, ST	Angkatan '12
117. Alton S. Ardi, ST	Angkatan '12
118. Dieka Medilla Ananza, ST	Angkatan '12
119. Insanul Kamil, ST	Angkatan '12
120. Maria Fitriani, ST	Angkatan '13
121. Juridwan Noersandy, ST	Angkatan '13
122. Nia Sari Mesti, ST	Angkatan '13
123. M. Tengku Awang, ST	Angkatan '13
124. Febrizon, ST	Angkatan '13
125. Mutsanif Salim, ST	Angkatan '13
126. Ananda Harry Putra, ST	Angkatan '13

127. Egy Defaldo, ST	Angkatan '13
128. Cici Yuhendri, ST	Angkatan '15
129. Didi Yoriadi, ST	Angkatan '15
130. Diki Febriansyah, ST	Angkatan '15
131. Naufaldo Yosen, ST	Angkatan '15
132. Zaki Adriansyah, ST	Angkatan '15
133. Luckman Hakim, ST (Cum Laude)	Angkatan '15
134. Indah Fajria Muharani, ST	Angkatan '16
135. Lafie Fathya Safira, ST	Angkatan '16
136. Krismon Hidayat, ST	Angkatan '16
137. Rasyid Karami, ST	Angkatan '16
138. Suci Aulia Wirdana, ST	Angkatan '16
139. Rafino Zikri, ST	Angkatan '16
140. Mardhatillah, ST	Angkatan '16
141. Alfurqan, ST	Angkatan '16
142. Aidia Nurfitri Z, ST	Angkatan '16
143. Fiola Rahma Putri, ST	Angkatan '16
144. Rahmad Efendi, ST	Angkatan '17
145. Imran Nasyrh, ST	Angkatan '17
146. Fathin Jufrimal, ST	Angkatan '17
147. Muhammad Thariqjabbar Hape, ST	Angkatan '17
148. Diana Dwi Syafira, ST	Angkatan '17
149. Muhammad Arif, ST	Angkatan '17
150. Rayhan Maghensky, ST	Angkatan '17
151. Reinaldo Maulana, ST	Angkatan '17
152. Sefrina Putri Marel, ST	Angkatan '17

153. Jimmy Yonatan,ST	Angkatan '18
154. Diah Tasya Amelia, ST	Angkatan '18
155. Cessy Adriani, ST	Angkatan '18
156. Oktria Alviony, ST	Angkatan '18
157. Roy Sukma, ST	Angkatan '18
158. Rizki Satria Putra, ST	Angkatan '18
159. Annita Luthfia Silvy, ST	Angkatan '18
160. Fajrul Falakh Mutita, ST	Angkatan '18
161. Mittah Faridh, ST	Angkatan '18
162. Rifqi Luthfi Alfian, ST	Angkatan '18
163. Mifthahul Rizky, ST	Angkatan '18
164. Viola De Boyosa, ST	Angkatan '19
165. Geri Gushardi, ST	Angkatan '19
166. Ibbnul Hamdi, ST	Angkatan '19
167. Raihan Fadhlurahman, ST	Angkatan '19
168. Dini Puspitaningrum, ST	Angkatan '19
169. Ainul Mardhiah, ST	Angkatan '19
170. Ikhsan Maulana, ST	Angkatan '19
171. Jovan Aditya Pratama, ST	Angkatan '19
172. Dandi Wahyu Zamzami, ST	Angkatan '19
173. Azwin, ST	Angkatan '20
174. Mifta Afifa, ST (Cum Laude)	Angkatan '20
175. Muhammad Iqbal Jacky	Angkatan '20
176. Aulia Ariefsyah	Angkatan '20
177. Ikrar Fachriansyah, ST	Angkatan '20
178. Alfito, ST	Angkatan '20
179. Muhammad Saddam, ST	Angkatan '20
180. Nur Azizah	Angkatan '20

181. Callysta Fierna Elysia, ST
182. Kori Ahmad Azhari
183. Salsabila Zanuri Farin
184. Resty Gemala D.R
185. Annisa Amanda Putri
186. Husni Zulkarnain Abdullah
187. Dhani Fachri Ramadhan
188. M. Rifky Darmawan
189. M. Farhan Adriadhi
190. Ikhwanda Hariz
191. Virliana Yuniva Anwar
192. Muhammad Alfin

BAB I



Praktik Lapangan

192.1		Uji Sondir
	<i>(Cone Penetration Test)</i>	1-2
192.2		Uji
	Penetrasi Standart <i>(Standart Penetration Test)</i>	1-3
192.3		Uji Vane
	<i>Shear</i>	1-4
192.4		Pemeriksaan
	Kepadatan Tanah dengan <i>Sand Cone</i>	1-5
192.5		<i>Boring dan</i>
	<i>Sampling</i>	1-7

1.1 Uji Sondir (*Cone Penetration Test*) ASTM D 3441-86

A. Tujuan

- Untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus (**qc**) dan hambatan lekat (**qf**) pada setiap kedalaman tanah.
- Untuk menentukan letak kedalaman tanah keras.

B. Peralatan

- Sondir ringan (1,5 ton)
- Batang sondir
- Angkur
- Sirip pemutar, serta stang pemutar
- Baja kanal
- Manometer
- Bikonus
- Lapisan Pengendap (TBA)
- Kunci statis
- Kunci-kunci batang
- Alat-alat pembersih
- Minyak hidrolik (Oli SAE 10)

C. Prosedur Percobaan

- Bersihkan tanah tempat percobaan dari rumput, kayu dan material lain yang mengganggu lalu datarkan.
- Tanamkan kedua angkur ke dalam tanah secara kuat dengan jarak $\pm 1 - 1,5$ meter satu sama lain, di tempat yang akan diselidiki.
- Tegakkan mesin sondir dan atur kedudukannya sehingga vertikal terhadap tanah.
- Tahan posisi sondir menggunakan baja kanal, dan dikunci dengan kunci statis.
- Isikan oli SAE 10 ke tabung minyak hidrolik pada mesin sondir sampai penuh, sehingga bebas dari gelembung udara, pasang manometer dan baut penutup ke tabung yang sudah diberi lapisan pengendap (dapat digunakan TBA).
- Bikonus dipasang pada ujung batang sondir, kemudian dihubungkan dengan mesin sondir.
- Lakukan penetrasi sondir dengan memutar engkol pemutar sampai kedalaman 20 cm dan titik nol sondir harus diikat terhadap suatu titik tetap. Batang sondir terlebih dahulu ditandai setiap 20 cm.
- Dari titik tetap, engkol diputar dengan kecepatan penetrasi konstan. Pada saat ujung konus turun ke dalam tanah kira-kira 4 cm (diperkirakan dengan melihat batang dalam batang sondir turun kira-kira 4 cm) lakukan pembacaan manometer. Catat sebagai pembacaan penetrasi konus (**qc**).
- Penekanan selanjutnya akan menggerakkan konus beserta selubung sedalam 8 cm, bacalah manometer sebagai hasil dari jumlah perlawanan (**qt**).
- Turunkan batang sampai kedalaman berikutnya sesuai dengan yang telah ditandai pada batang sondir (biasanya dilakukan setiap kedalaman 20 cm). Lakukan pembacaan manometer seperti prosedur percobaan di atas.

- k. Percobaan dihentikan sampai ditemukannya lapisan tanah keras (nilai bacaan pada manometer (**qc**) $\geq 150 \text{ kg/cm}^2$).

D. Pengolahan Data

- Hambatan Lekat terkoreksi (**qftk**) dihitung dengan rumus:

$$qftk = (qt - qc) \times \frac{A}{B}$$

dimana:

qftk = Hambatan lekat terkoreksi (kg/cm²)

qc = Bacaan nilai perlawanan penetrasi konus (kg/cm²)

qt = Bacaan nilai perlawanan total (kg/cm²)

A = Tahap pembacaan (20 cm)

B = Faktor alat, atau
 $= \frac{\text{Luas Jacket}}{\text{Luas Torak}} = 14,5$

- Jumlah Hambatan Lekat

$\sum qf$ = Kumulatif dari hambatan lekat

- Rasio Gesekan (FR)

$$FR = \frac{qftk}{qc} \times \frac{1}{A} \times 100\%$$

- Buat grafik

- Perlawanan penetrasi konus (**qc**) terhadap kedalaman.
- Jumlah hambatan lekat terkoreksi ($\sum qftk$) terhadap kedalaman.
- Rasio gesekan (**FR**) terhadap kedalaman.

1.2 Uji Penetrasi Standart (*Standart Penetration Test*) ASTM D 1586-84

A. Tujuan

Menentukan kekuatan tanah berdasarkan nilai N_{SPT} .

B. Peralatan

- a. Batang/stang bor (*drill rod*)
- b. Tabung sampel belah (*split barrel*), dengan diameter luar 50 mm dan diameter dalam 38 mm, serta panjang 46 mm: 76 mm
- c. Penumbuk (*hammer*) dengan berat 63,5 1 kg
- d. Sistem Penumbuk (*drive rod guide assembly*) terdiri atas; batang peluncur dan landasan penumbuk (*anvil/drive head*), tinggi jatuh bebas 75 cm

- e. Tripod (kaki tiga), katrol, dan tambang tali.

C. Prosedur Pengujian & Pengambilan Contoh Tanah

- a. Lakukan pemboran sampai kedalaman yang dikehendaki, bersihkan dasar lubang bor, siapkan pengujian dengan tahapan sebagai berikut:
 - Pasang tabung sampel belah (*split barrel*) pada ujung batang dan turunkan pelan-pelan ke dasar lubang bor.
 - Letakkan penumbuk menempel pada landasan (*anvil*) yang sudah dipersiapkan/dilakukan sebelum menurunkan tabung contoh belah ke dasar lubang.
 - Masukkan tabung belah ke dasar lubang dengan tumbukan awal secukupnya (*seating blow*).
 - Tandai batang bor yang tersisa di atas permukaan tanah pada 3 (tiga) tempat dengan jarak masing-masing 0,15 m terhadap suatu referensi tetap, untuk memudahkan pengamatan pada saat penumbukan.
- b. Lakukan penumbukan menggunakan palu seberat 63,5 kg (1 kg) yang dijatuhkan bebas, catat jumlah tumbukan yang diperlukan untuk setiap kedalaman penetrasi 150 mm. Penumbukan dihentikan bila telah tercapai salah satu dari keadaan berikut ini:
 - Jumlah tumbukan telah mencapai 50 kali pada salah satu dari tiga kedalaman penetrasi 150 mm yang disyaratkan.
 - Total jumlah tumbukan telah mencapai 100 kali.
 - Tidak terdapat penurunan yang berarti untuk 10 tumbukan terakhir berturut-turut.
- c. Angkat tabung contoh ke permukaan tanah, buka dan ukur panjang contoh tanah yang didapat dinyatakan dalam %, lakukan deskripsi atas contoh tanah tersebut menyangkut warna, komposisi, dll, serta ambil sedikit tanah untuk keperluan kadar air asli.

**1.3 Uji Vane Shear
ASTM D 2573-67 T****A. Tujuan**

Percobaan ini untuk menentukan tahanan geser tanah (c_u) dalam kondisi *undrained*.

B. Peralatan

- a. Alat *Vane Shear Test*
- b. Stang Puntir

C. Prosedur Percobaan

- Benamkan alat *Vane* ke dalam lubang bor pada kedalaman tertentu. Apabila lubang lebih dalam dari panjang batang *Vane*, maka batang *Vane* dapat disambung dengan batang pengeboran.
- Pasang stang torsi pada ujung batang *Vane* yang berada di permukaan tanah.
- Kemudian berikan gaya putaran torsi pada ujung batang tersebut dengan memutar stang torsi secara konstan.
- Amati simpangan jarum yang ditunjukkan oleh dial torsi pada stang torsi.
- Tentukan harga maksimum (**T**), yaitu pada saat simpangan jarum berbalik.

D. Pengolahan Data

Dari percobaan diperoleh harga bacaan torsi (**T**).

Harga tahanan geser tanah dapat dihitung dengan persamaan:

$$C_u = \frac{T}{\frac{h}{d}}$$

$$\pi d^2 (2 + \phi)$$

Dimana :

C_u	=	Tahanan Geser <i>Undrained</i>	(kg/m ²)
T	=	Bacaan Torsi Maksimum	(kgm)
d	=	Diameter <i>Vane</i>	(m)
h	=	Tinggi <i>Vane</i>	(m)

1.4 Pemeriksaan Kepadatan Tanah dengan *Sand Cone* ASTM D 1556-64

A. Tujuan

- Menghitung nilai kepadatan (berat isi kering) tanah di lapangan.
- Menentukan nilai derajat kepadatan (**Rc**) tanah di lapangan.

B. Peralatan

- Botol transparan untuk tempat pasir dengan isi 4 liter
- Corong kalibrasi pasir diameter 16,51 cm
- Pelat untuk corong pasir ukuran 30,48 cm x 30,48 cm dengan lubang berdiameter 16,51 cm
- Peralatan lain seperti: sendok, kuas, sendok dempul, peralatan untuk menentukan kadar air, dan peralatan untuk menentukan berat isi pasir
- Neraca *O'hauss*
- Pasir bersih dan kering, tidak mengandung bahan pengikat dan lewat saringan no.20 dan tertahan pada saringan no.40

C. Prosedur percobaan

- a. Menentukan Berat Isi Tanah (Percobaan lapangan):
 - Bersihkan daerah di mana akan dilakukan percobaan *sand cone*.
 - Letakkan plat *sand cone* di atas tanah, gali lubang di tanah sekitar 5 cm sesuai dengan diameter plat.
 - Tanah dari lubang dimasukkan ke dalam wadah yang telah diketahui beratnya (W_1) lalu ditimbang (W_2). Kemudian masukkan sedikit sampel dari tanah tersebut ke dalam kontainer lalu ditimbang, untuk dicari kadar airnya.
 - Timbang alat/*sand cone* (botol + pasir + corong) (W_3) sebelum pengujian.
 - Letakkan *sand cone* yang telah diisi pasir di atas pelat tadi.
 - Buka kran *sand cone* sehingga pasir turun mengisi corong dan lubang galian.
 - Jika pasir sudah berhenti turun, kran ditutup.
 - Timbang alat/*sand cone* (botol + corong + sisa pasir) dalam botol (W_4) setelah pengujian.
- b. Menentukan Berat Isi Tanah (percobaan laboratorium):
 - Timbang alat/*sand cone* (botol + corong + pasir) sebelum pengujian (W_5).
 - Balikkan alat/*sand cone* ditempat yang datar.
 - Buka kran *sand cone* sehingga pasir turun.
 - Jika pasir sudah berhenti turun, kran ditutup.
 - Timbang alat/*sand cone* (botol + corong + sisa pasir) setelah pengujian. (W_6)
- c. Menentukan Berat Isi Pasir:
 - Timbang berat piston (W_{10}).
 - Ukur diameter dan tinggi piston.
 - Masukkan pasir ke dalam piston sampai penuh, kemudian ratakan.
 - Timbang berat pasir + piston (W_{11}).
 - Berat isi pasir dapat diperoleh dengan rumus: $(W_{11} - W_{10})/V_{\text{piston}}$

D. Pengolahan Data

Dari penimbangan diperoleh:

- Berat botol + corong + pasir (W_3), di lapangan.
- Berat botol + corong + sisa pasir (W_4), di lapangan
- Berat botol + corong + pasir (W_5), di laboratorium
- Berat botol + corong + sisa pasir (W_6), di laboratorium
- Berat kontainer (W_7)
- Berat kontainer + tanah basah (W_8)

- Berat kontainer + tanah kering (W9)
- Berat tanah galian (W2 – W1)
- Kadar air (ω)

$$\omega = [(W8 - W9)/(W9 - W7)] \times 100$$
- Volume tanah galian

$$V_{tg} = [(W3 - W4) - (W5 - W6)] / \gamma_{pasir}$$
- Berat Kering Tanah

$$W_{dry} = (W2 - W1) / (1 + \omega)$$
- Berat Isi Kering Tanah

$$\gamma_d = W_{dry} / V_{tg}$$
- Derajat kepadatan di lapangan (Rc).

$$Rc = (\gamma_d \text{ lap}) / (\gamma_d \text{ lab}) \times 100 \%$$

dimana harga Rc harus sama atau lebih besar dari 95 %.

1.5 Boring dan Sampling ASTM D 1452-65

A. Tujuan

- a. Untuk mengetahui keadaan lapisan tanah dan jenis tanah tiap kedalaman tertentu secara visual.
- b. Pengambilan contoh tanah tak terganggu (*undisturbed*) dan terganggu (*disturbed*) pada kedalaman tertentu untuk penyelidikan lebih lanjut di laboratorium.

B. Peralatan

- a. Mata bor *Iwan Auger* dan batang-batang bor dengan panjang satu meter yang dapat disambung satu sama lain
- b. Tabung silinder (*Shelby*) untuk pengambilan contoh / sampel dengan perlengkapannya (*Stick Apparatus*)
- c. Kunci Inggris, kunci batang dan kunci-kunci bantu lainnya
- d. *Hammer* dengan massa 5 kg
- e. Perlengkapan lain seperti:
 - *sticker* label
 - formulir profil bor
 - parafin/plastik
 - kantong sampel

C. Prosedur Percobaan

Boring

- a. Titik pengeboran harus dekat dengan lokasi penyondiran.
- b. Bersihkan lokasi dari rumput-rumputan dan drad-drad pada stang bor.
- c. Pasang mata bor pada batang (stang bor) dengan kuat.
- d. Letakan bor pada titik pengeboran yang telah ditentukan, dengan memutar stang pemutar sambil memberi pemberat agar mata bor masuk ke dalam tanah.
- e. Pengeboran dilakukan pada setiap kedalaman 20 cm atau kira-kira mata bor sudah penuh terisi tanah. Kemudian mata bor dikeluarkan dan tanah dikeluarkan untuk dideskripsikan secara visual.
- f. Ulangi pengeboran sampai tercapai kedalaman maksimum yang dikehendaki.
- g. Penentuan Muka Air Tanah (MAT)
 - Tanah pasir : ditentukan minimal 30 menit setelah *boring* selesai
 - Lanau : 24 jam setelah *boring* selesai
 - Lempung : 24 jam setelah *boring* selesai

Pengambilan Sampel Tanah

1. Sampel tidak terganggu (*undisturbed*)

- a. Ambil contoh tanah asli pada kedalaman yang telah ditetapkan dengan menggunakan tabung sampel yang telah disediakan, dengan cara ditumbuk dengan *hammer* sampai tabung penuh
- b. Tabung yang sudah terisi penuh dikeluarkan, kemudian pada kedua ujungnya dicongkel kira-kira 2 cm dan ditutup parafin untuk menjaga agar kelembaban sampel tidak berubah.
- c. Tabung kemudian diberi label yang dicantumkan lokasi, nomor *boring*, kedalaman dan sebagainya.

2. Sampel terganggu (*disturbed*)

- a. Ambil contoh tanah di lapangan secukupnya usahakan dekat dengan pengujian *sand cone* dengan menggunakan cangkul atau sekop.
- b. Sampel yang sudah diambil masukan ke dalam karung goni ± 50 kg.
- c. Kemudian diberi label dan bawa ke laboratorium.

D. Pengolahan Data

Deskripsi tanah hasil percobaan ini dijelaskan dalam format *Boring Log*.

BAB II



Praktik Laboratorium

2.1	Indeks Properties Tanah	2-10
2.1.1	Pemeriksaan Kadar Air (<i>Water Content Test</i>)	2-10
2.1.2	Pemeriksaan Berat Isi (<i>Unit Weight Test</i>)	2-11
2.1.3	Pemeriksaan Berat Jenis Butiran (<i>Specific Gravity Test</i>)	2-11
2.2	Analisa Butiran (<i>Grained Size Analysis</i>)	2-13
2.2.1	Analisa Saringan (<i>Sieve Analysis</i>)	2-13
2.2.2	Analisa Hidrometer (<i>Hydrometer Analysis</i>)	2-14
2.3	Batas-Batas Konsistensi Tanah (<i>Atterberg Limit</i>)	2-15
2.3.1	Pemeriksaan Batas Cair (<i>Liquid Limit Test</i>)	2-15
2.3.2	Pemeriksaan Batas Plastis (<i>Plastic Limit Test</i>)	2-17
2.3.3	Pemeriksaan Batas Susut (<i>Shrinkage Limit Test</i>)	2-18
2.4	Pemeriksaan Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	2-20
2.5	Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compressive Strength Test</i>)	2-22
2.6	Pemeriksaan Pemasatan (<i>Compaction Test</i>)	2-23
2.7	Pemeriksaan CBR (<i>CBR Test</i>)	2-25
2.8	Konsolidasi (<i>Consolidation Test</i>)	2-27
2.9	Uji Triaxial (<i>Triaxial Test</i>)	2-30
2.10	Uji Permeabilitas (<i>Permeability Test</i>)	2-32

2.1 Indeks Properties Tanah

2.1.1 Pemeriksaan Kadar Air (*Water Content Test*) ASTM D 2216 – 71

A. Tujuan

Percobaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air (ω) tanah.

B. Peralatan

- Oven* dengan pengatur suhu sampai $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$
- Neraca *O'hauss*/Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- Kontainer

C. Prosedur Percobaan

- Ambil contoh tanah asli (*Undisturbed Sample*) dan masukkan ke dalam tiga buah kontainer yang telah ditimbang sebelumnya dan diberi label (contoh: kadar air UDS)
- Masing-masing kontainer yang telah diisi contoh tanah, ditimbang dan dicatat.

Berat sampel minimum yang dioven : Ukuran maksimum partikel	Berat minimum sampel (untuk dioven)
No.40 (425- μ m)	10
No.4 (4.75-mm)	100
½ inch	300
1 inch	500
2 inch	1000

- Selanjutnya kontainer-kontainer tersebut dimasukkan ke dalam *oven* pada temperatur $110 \pm 5^\circ\text{C}$ atau sampai beratnya konstan.
- Setelah *dioven* selama 24 jam, kontainer + tanah tersebut ditimbang dan dicatat.

D. Pengolahan Data

- Kadar air tanah dapat dihitung sebagai berikut:

- Berat Kontainer + Tanah Basah = W_1 gram
- Berat Kontainer + Tanah Kering = W_2 gram
- Berat Kontainer = W_3 gram

- Ketiga data di atas diperoleh melalui percobaan.

- Maka kadar air dapat dihitung dengan: $\omega = [(W_1 - W_2)/(W_2 - W_3)] \times 100\%$

2.1.2 Pemeriksaan Berat Isi (*Unit Weight Test*) ASTM D 2937-83

A. Tujuan

Untuk mengetahui berat isi tanah (γ) dalam keadaan tidak terganggu (*undisturbed*).

B. Peralatan

- a. *Ring* silinder dengan berat dan volume tertentu
- b. Minyak pelumas
- c. Pisau perata
- d. Neraca *O'hauss*/Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

C. Prosedur Percobaan

- a. Ambil *ring* silinder dan bersihkan bagian dalamnya serta beri minyak pelumas.
- b. Dengan menggunakan ekstruder, tanah *undisturbed* dikeluarkan dari tabung sampeldan diisikan ke *ring*. Kedua permukaan tanah harus diratakan dengan pisau.
- c. *Ring* yang berisi tanah *undisturbed* tersebut ditimbang dan dicatat.
- d. Contoh tanah dikeluarkan, kemudian *ring* ditimbang.

D. Pengolahan Data.

- Berat tanah + *ring* diperoleh dari penimbangan ($W_t + W_r$)
- Berat *ring* diperoleh dari penimbangan (W_r)
- Berat tanah $W_t = (W_t + W_r) - W_r$
- Volume *ring* (V_r) = $1/4\pi d^2 t$
- Volume tanah (V) = Volume *ring*
- Berat isi tanah (γ) = W_t / V

2.1.3 Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity Test*) ASTM D 854 – 58

A. Tujuan

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis butiran tanah (G_s).

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir-butir tanah kering dengan berat air dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Biasanya diambil pada temperatur 27,5° C. Berdasarkan nilai G_s tersebut dapat diketahui apakah contoh tanah organik atau anorganik.

B. Peralatan

- a. Tabung piknometer sebanyak 3 buah
- b. Ayakan (*sieve*) no. 10

- c. Neraca *O'hauss* dengan ketelitian 0,1 gram
- d. Termometer
- e. *Oven*
- f. Air suling dengan gelas ukur

C. Prosedur percobaan.

- a. Contoh tanah yang sudah *dioven* selama 24 jam diayak dengan saringan no. 10 dan yang lolos saringan diambil minimal 10 gram untuk masing-masing piknometer.
- b. Piknometer dicuci dan dikeringkan. Kemudian timbang piknometer (W_1) ditimbang dengan ketelitian 0,1 gram.
- c. Tanah yang lolos ayakan tadi dimasukan ke dalam piknometer sekitar 1/3 piknometer, kemudian timbang piknometer + tanah (W_2).
- d. Kemudian ditambahkan air suling hingga 2/3 tinggi piknometer lalu diguncang-guncang supaya gelembung udara dalam tanah keluar.
- e. Piknometer beserta isinya direbus dalam air mendidih selama 10 menit kemudian dinginkan.
- f. Setelah dingin, tambahkan air sampai penuh, kemudian ditimbang beratnya, yaitu piknometer + tanah + air (W_3). Air dalam piknometer diukur suhunya dengan termometer ($^{\circ}C$).
- g. Keluarkan isi piknometer, bersihkan, kemudian isi air sampai penuh dan timbang kembali piknometer + air (W_4).

D. Pengolahan Data

Pengolahan data atau perhitungan untuk percobaan berat jenis ini dilakukan sesuai langkah-langkah berikut:

- a. Berat Jenis butir-butir pada suhu T° adalah:
 - Berat piknometer : W_1 (gram)
 - Berat piknometer + tanah : W_2 (gram)
 - Berat piknometer + tanah + air: W_3 (gram)
 - Berat piknometer + air : W_4 (gram)

$$G_s(T^{\circ}) = (W_2 - W_1) / [(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)]$$

- b. Berat jenis tanah pada temperatur $27,5^{\circ}C$ adalah:

$$G_s(27,5^{\circ}) = G_s(T) \frac{\text{Berat jenis air pada } T^{\circ}C}{\text{Berat jenis air pada } 27,5^{\circ}C}$$

2.2 Analisa Butiran (*Grained Size Analysis*) ASTM D 422 - 63

2.2.1 Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

A. Tujuan

- a. Untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu contoh tanah berbutir kasar (tertahan saringan no.200)
- b. Untuk mengklasifikasikan tanah
- c. Untuk mengetahui koefisien keseragaman (Cu) & koefisien gradasi (Cc)

B. Peralatan

- a. Satu set saringan no. 4, 10, 20, 40, 60, 100, 200, dan PAN.
- b. *Sieve Shaker*
- c. *Oven*
- d. Neraca *O'hauss*/timbangan
- e. Sikat dan kuas
- f. Palu karet
- g. Air suling

C. Prosedur Percobaan

- a. Ambil contoh tanah yang telah dikeringkan selama 24 jam sebanyak 300 gram.
- b. Tanah tersebut dicuci di atas saringan no.200 sampai air yang keluar dari saringan menjadi bening atau air yang masuk sama dengan air yang keluar.
- c. Setelah dicuci, butiran yang tertahan pada saringan no. 200 dikeringkan kembali dalam oven selama 24 jam.
- d. Setelah 24 jam, contoh tanah diayak dengan satu set saringan menggunakan *sieve shaker* selama 15 menit.
- e. Timbang butiran tanah yang tertahan pada masing-masing saringan.

D. Pengolahan Data

- Berat tertahan diperoleh dari hasil penimbangan tanah yang tertahan pada masing-masing saringan.
- Jumlah berat tertahan adalah kumulatif dari berat tertahan.
- Persen tertahan = (jumlah berat tertahan / berat tanah kering) x 100%.
- Persen lewat = 100% - % tertahan.
- Persen lewat terhadap seluruh contoh = persen lewat.
- Persentase kumulatif tanah yang tertinggal pada saringan ke-n adalah jumlah persentase tanah yang tertahan sampai saringan ke-n.
- Persentase finer = 100% - persentase kumulatif.

2.2.2 Analisa Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)

A. Tujuan

Untuk menentukan pembagian butiran tanah yang lolos saringan no. 200 dan lengkung gradasinya.

B. Peralatan

- a. Hidrometer
- b. Gelas ukur kapasitas 250 ml dan 1000 ml
- c. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- d. Alat penumbuk
- e. Na_2SO_4
- f. *Stopwatch*
- g. *Water Bath*
- h. Termometer 0-50⁰ dengan ketelitian 0,5⁰ C
- i. Saringan no.200 dan PAN
- j. Air suling

C. Prosedur Percobaan

- a. Ambil contoh tanah kering yang telah *dioven*, ditumbuk, dan diayak di atas saringan no. 200.
- b. Tanah yang lolos saringan no. 200 diambil sebanyak 60 gram.
- c. Siapkan gelas ukur dan masukkan tanah tersebut ke dalam gelas ukur 1000 ml dengan hati-hati.
- d. Gelas ukur yang telah berisi tanah tadi, ditambahkan dengan 115 cc air suling + 10 cc Na_2SO_4 secara perlahan-lahan.
- e. Goncang gelas ukur perlahan-lahan jangan sampai tanah dalam gelas ukur mengalami suspensi. Kemudian diamkan selama 24 jam.
- f. Setelah 24 jam, tambahkan lagi air suling hingga volumenya mencapai 1000 ml.
- g. Tutup mulut gelas ukur rapat-rapat dengan telapak tangan, lalu bolak-balik gelas ukur dengan hati-hati sampai campuran kelihatan merata, selama lebih kurang satu menit atau 60 kali bolak-balik.
- h. Setelah merata, gerakan tersebut dihentikan, gelas ukur letakkan di *waterbath*.
- i. Masukkan hidrometer ke dalam gelas ukur secara perlahan-lahan.
- j. Pengamatan dengan hidrometer dimulai setelah hidrometer tenang di dalam gelas ukur kira-kira selama 20-25 detik. Setelah tenang barulah dilakukan pencatatan data seperti tabel yang telah tersedia. Lakukan dengan hati-hati, jangan sampai menimbulkan guncangan.

- k. Lakukan pengambilan data pada waktu yang telah ditentukan, segera angkat hidrometer dan bersihkan dengan air.
- l. Ukur temperatur setelah 24 jam atau pembacaan terakhir.

D. Pengolahan Data

- Rh adalah bacaan pada Hidrometer
- Zr diperoleh dengan melihat tabel bergantung kepada nilai Rh
- Cari nilai K yang merupakan fungsi dari berat jenis dan kekentalan dan tergantung pada temperatur saat dilakukan pengujian
- D diperoleh dengan rumus: $D = K.[Zr/t]^{1/2}$
- Koreksi suhu (tm) diperoleh dari tabel yang tergantung pada temperatur pengujian.
- Tentukan faktor koreksi c terhadap berat jenis butiran dari tabel.
- Hitung harga Rh + tm.
- Hitung harga N, dengan rumus $N = [(Rh + tm) \times c \times 100\%] / W_s$.
- Hitung harga N' dengan rumus $N' = (N \times \% \text{ lolos saringan no.200})/100$.
- Gambarkan kurva gadasinya.

2.3 Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)

2.3.1 Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit Test*) ASTM D 423 - 66

A. Tujuan

Pemeriksaan batas cair ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu sampel tanah pada batas cair.

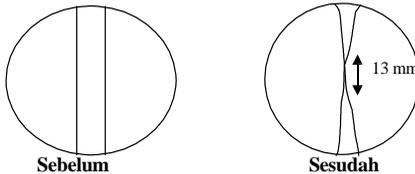
B. Peralatan

- a. Alat uji batas cair standar (*Casagrande*)
- b. Alat pembuat alur (*Grooving tool*)
- c. Kontainer
- d. Palu karet
- e. Pisau perata
- f. Saringan no. 40
- g. Pelat kaca
- h. Peralatan pengukuran kadar air
- i. Air suling dengan tabung airnya

C. Prosedur Percobaan

Cara Biasa

- Jenis-jenis tanah yang tidak mengandung batu dan hampir semua butirannya lebih halus dari saringan 0,42 mm (No. 40). Dalam hal ini benda uji tidak perlu dikeringkan dan tidak perlu disaring dengan saringan 0,42 mm (No.40). Sedangkan untuk jenis-jenis tanah yang mengandung batu, mengandung butiran yang lebih kasar dari saringan 0,42 mm (No. 40). Keringkan contoh di udara sampai bisa disaring.
- Letakan 100 gram benda uji yang sudah dipersiapkan ditumpuk di atas pelat kaca. Diberi air sedikit demi sedikit sehingga menjadi adonan atau pasta yang lembut.
- Adonan dimasukkan ke dalam mangkuk *Casagrande* dan ratakan permukaannya.
- Buat alur di tengah tanah yang telah diratakan tersebut dengan *grooving tool* maksimal 6 kali penggosoran.
- Putar *handle* mangkuk *casagrande* dengan kecepatan konstan (2 ketuk tiap detik) sambil menghitung jumlah ketukannya dan perhatikan gerakan adonan tanah pada mangkuk sampai merapat kira-kira 1/2 inci (13 mm).



- Jika jumlah ketukannya melebihi 40 kali, tambahkan air dan ulangi langkah kerja dari (c). Sebaliknya apabila jumlah ketukan kurang dari 40 kali, keringkan adonan atau aduk terus menerus di atas pelat kaca, kemudian ulangi dari langkah kerja. Pada percobaan ini, banyak ketukan yang diambil adalah 10, 20, 30 sampai 40.
- Dusahakan tidak menambah tanah kering pada tanah yang akan diuji.
- Waktu pencampuran tanah 5 – 20 menit.
- Apabila adonan merapat sekitar 13 mm sesuai dengan jumlah ketukan yang diinginkan, contoh tanah diambil dari adonan dimasukkan ke dalam kontainer.
- Tentukan kadar airnya.

Cara satu titik

- Tentukan atau cari satu keadaan pengujian yang memenuhi standar ketukan 20-30 ketukan.
- Tentukan kadar airnya (ω_n)

$$\omega_n = (\text{berat air/berat tanah kering}) \times 100\%$$

c. Tentukan nilai $(N/25)^{0.12}$ dari tabel $N =$ jumlah ketukan.

N	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$(N/25)^{0.12}$	0.979	0.985	0.990	0.995	1.000	1.005	1.009	1.014	1.018	1.022

$$LL = \omega_n \cdot (N/25)^{0.12}$$

D. Pengolahan Data

- Kadar air dihitung untuk masing-masing sampel seperti pada percobaan terdahulu (kadar air).
- Setelah kadar air diperoleh, diplot ke kertas grafik semilog dengan jumlah ketukan sebagai sumbu-X dan kadar air sebagai sumbu-Y.
- Buat garis regresi linearnya
- Kadar air pada ketukan yang ke-25 menunjukkan batas cair tanah yang diuji.

2.3.2 Batas Plastis (*Plastic Limit*).

ASTM D 424 – 59

A. Tujuan

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu tanah dalam keadaan batas plastis.

B. Peralatan

- a. Pelat kaca
- b. Palu karet
- c. Ayakan no. 40 (0,42 mm)
- d. Kontainer
- e. Rol atau alat pengukur
- f. Peralatan pengukur kadar air
- g. Air suling dengan tabung airnya
- h. Pisau perata

C. Prosedur Percobaan

- a. Jenis-jenis tanah yang tidak mengandung batu dan hampir semua butirannya lebih halus dari saringan 0,42 mm (No. 40). Dalam hal ini benda uji tidak perlu dikeringkan dan tidak perlu disaring dengan saringan 0,42 mm (No. 40). Sedangkan untuk jenis-jenis tanah yang mengandung batu, mengandung butiran yang lebih kasar dari saringan 0,42 mm (No. 40). Keringkan contoh di udara sampai bisa disaring.

- b. Benda uji kemudian diletakkan di atas pelat kaca, diberi air, diaduk sehingga membentuk seperti bola (8 gram).
- c. Setelah itu digulung dengan gulungan 80 – 90 gulungan per menit (1 gulungan = 1 kali gulungan ke depan + 1 kali gulungan ke belakang/ke posisi awal)
- d. Pada saat diameter gulungan sampai 1/8 inci potong-potong bagian gulungan menjadi 6 atau 8 bagian.
- e. Lalu bagian-bagian tadi disatukan dan dibentuk lagi menjadi bola (*elips*) dan kemudian digulung lagi.
- f. Proses penggulangan dapat dihentikan pada saat tanah mengalami retak-retak (bisa jadi sebelum sampai diameter 1/8 inci).
- g. Gulungan yang sudah tepat kadar airnya (retak) diambil dan dimasukkan ke dalam kontainer lalu ditimbang.
- h. Kemudian masukkan ke dalam *oven* selama 24 jam.
- i. Tentukan kadar airnya.

D. Pengolahan Data

Harga kadar air diperoleh dengan cara yang sama seperti percobaan kadar air, yaitu:

$$\text{Kadar air} = (\text{Berat air} / \text{Berat tanah kering}) \times 100\%$$

Catatan :

- Jika nilai LL atau PL tidak bisa didapatkan, laporkan harga PI sebagai NP (*Non Plastic*)
- Jika tanah mengandung banyak pasir maka dahulukan tes PL sebelum LL. Jika PL tidak dapat ditentukan, laporan LL dan PL sebagai NP.
- Jika nilai PL sama atau lebih besar dari LL laporkan PI sebagai NP

2.3.3 Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit Test*) ASTM D 427 - 61

A. Tujuan

Mencari kadar air tanah (ω), terhadap berat kering tanah setelah di oven, dimana pengurangan kadar air tidak akan menyebabkan pengurangan volume massa tanah, tetapi penambahan kadar air tanah akan menyebabkan penambahan volume massa tanah.

B. Peralatan.

- a. *Evaporating disk*, porselin
- b. Spatula
- c. *Shrinkage disk, datar*, dari porselin
- d. *Glass, cup*, permukaan rata
- e. Pelat kaca

- f. *Gaduate cylinder* 25 ml
- g. Timbangan dengan ketelitian 0,1 g
- h. Air raksa

Persiapkan tanah yang lolos saringan No.40 sebanyak 30 g

C. Prosedur Percobaan

- a. Letakkan contoh tanah dalam cawan dan campur dengan air suling secukupnya untuk mengisi seluruh pori-pori tanah sehingga menyerupai pasta, sehingga mudah diisikan ke dalam cawan penyusut tanpa membawa serta masuk gelembung udara. Banyaknya air yang dibutuhkan supaya tanah mudah diaduk dengan *consistency* yang diinginkan kira-kira sama atau sedikit lebih besar dari *liquid limit*. Banyaknya air yang dibutuhkan untuk memperoleh *plastic soil* dengan *consistency* yang diinginkan, mungkin lebih besar dari W_{LL} (kira-kira 10 % lebih besar dari W_{LL}). Bagian dalam dari cawan penyusut dilapisi tipis dengan *Vaseline* untuk mencegah melekatnya tanah pada cawan.
- b. Contoh tanah yang sudah dibasahi tadi, kira-kira 1/3 volume cawan diletakkan ditengah-tengah cawan, dan tanah dibuat mengalir kepinggir dengan cara mengetuk- ngetuk cawan penyusut diatas permukaan yang kokoh diberi bantalan beberapa lembar kertas. Kemudian setelah tanah yang diketuk tadi menjadi padat dan semua udara yang terdapat di dalamnya terbawa ke permukaan, tambahkan lagi 1/3 tanah ke dalam cawan penyusut dan lakukan hal yang sama sampai cawan penyusut penuh.
- c. Setelah diratakan dan dibersihkan, ditimbang dengan segera
 Cawan penyusut + Tanah basah = A gram.
 Pasta tanah dibiarkan mengering sehingga warna pasta tanah berubah dari tua menjadi muda. Lalu dimasukkan ke dalam oven sampai kering. Setelah kering lalu timbang
 Berat cawan + Tanah kering = B gram.
 Berat cawan kosong, bersih dan kering = C gram
- d. Volume cawan = volume tanah basah, diukur dengan mengisi penuh cawan penyusut dengan air raksa sampai meluap, buang kelebihan air raksa dengan menekan kaca kuat-kuat diatas cawan. Kemudian ukur dengan menggunakan gelas ukur banyaknya air raksa yang tinggal dalam cawan penyusut sehingga didapatkan isi tanah basah = V

Volume tanah kering diukur dengan mengeluarkan tanah kering dari cawan penyusut lalu dicelupkan ke dalam cawan gelas yang penuh dengan air raksa.

Caranya sebagai berikut:

- Cawan gelas diisi penuh dengan air raksa dan kelebihan air raksa dibuang dengan menekan pelat kaca di atas cawan gelas.
- Air raksa yang melekat di luar cawan gelas dibersihkan dengan benar.
- Letakkan cawan gelas yang berisi air raksa itu kedalam cawan gelas yang lebih besar.
- Letakkan tanah kering diatas air raksa pada cawan gelas.
- Tekan dengan hati-hati tanah kering itu kedalam air raksa dengan menggunakan pelat kaca, sampai pelat kaca rata dengan bibir cawan. Perhatikan jangan sampai ada udara yang terbawa masuk kedalam air raksa.
- Air raksa yang tumpah, diukur volumenya dengan gelas ukur, sehingga didapat
Volume tanah kering = V_s

D. Pengolahan Data.

a. Kadar Air

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Dimana : $W_w = (A-B)$ gram

$W_s = (B-C)$ gram

b. *Shrinkage Limit* = $W_{sl} = W - \left(\frac{V-V_s}{W_s}\right) \times 100\%$

Catt: untuk hasil yang lebih meyakinkan percobaan ini sebaiknya dilakukan 3 kali

2.4 Kekuatan Geser Langsung (*Direct Shear*) ASTM D 3080 - 82

A. Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kohesi (c) dan sudut geser tanah (ϕ).

B. Peralatan

- a. Alat geser langsung terdiri dari:
- Stang penekan dan pemberi beban
 - Alat penggeser lengkap dengan cincin penguji (*prooving ring*) dan dua buah arloji geser (ekstensiometer)
 - Cincin pemeriksaan yang terbagi dua dengan penguncinya, terletak dalam kotak
 - Beban-beban

- Dua buah batu pori
- Dua buah kain pori
- b. Ekstruder dan alat perata
- c. Cincin cetak benda uji
- d. Neraca dengan ketelitian 0, 1 gram

Benda uji

Benda uji tanah asli dari tabung contoh. Contoh tanah asli dari dalam tabung ujungnya diratakan dan cincin cetak benda uji ditekan pada ujung tanah tersebut, tanah dikeluarkan secukupnya untuk tiga benda uji. Pakailah bagian yang rata sebagai alas dan ratakan bagian atasnya.

C. Prosedur Percobaan

- a. Ambil sampel yang telah disiapkan.
- b. Masukkan benda uji ke dalam cincin pemeriksaan yang telah terkunci menjadi satu dan pasanglah batu pori dan kain pori pada bagian atas dan bawah benda uji di dalam kotaknya. Kotak yang berisi benda uji tersebut diletakkan pada alat *Direct Shear*. Masukkan air dan jenuhkan selama 15 menit.
- c. Stang penekan dipasang pada arah vertikal untuk memberikan beban normal pada benda uji.
- d. Penggeser benda uji dipasang pada arah mendatar untuk memberikan beban mendatar pada bagian atas cincin pemeriksaan. Atur pembacaan arloji geser sehingga menunjukkan angka nol.
- e. Dengan beban normal seberat 3320 gram, pembebanan geser diberi dengan cara memutar *handle* pada alat secara konstan.
- f. Lakukan pembacaan dial pada regangan tertentu (kelipatan 1%) sampai terjadi keruntuhan, dimana jarumnya sudah membalik.
- g. Lakukan hal yang sama pada benda uji kedua sebesar 2x beban normal yang pertama dan lakukan juga untuk benda uji ketiga dengan beban tiga kali beban normal yang pertama.
- h. Hentikan bacaan jika jarum pada dial beban membalik atau 3x bacaan yang sama.

D. Pengolahan Data

- Hitung gaya geser P dengan jalan mengalikan pembacaan arloji dengan angka kalibrasi cincin penguji, hitunglah tegangan geser maksimum yaitu gaya geser maksimum dibagi luas bidang geser.

$$\sigma = P_{\max} / A$$

σ : tegangan geser maksimum (kg/cm²)

P_{\max} : gaya geser maksimum (kg)

A : luas bidang geser benda uji (cm²)

- Buatlah grafik hubungan antara tekanan normal dengan tegangan geser maksimum, sesuai dengan persamaan:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

2.5 Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength Test*)

ASTM D 2166-66

A. Tujuan

- a. Pemeriksaan ini dimaksud untuk menentukan kekuatan tekan bebas (tanpa ada tekanan horizontal-tekanan samping), q_u dalam keadaan asli maupun buatan (*remoulded*).
- b. Menentukan derajat kepekaan tanah atau *sensitivity*, (**ST**).

B. Peralatan

- a. Pesawat tekan bebas (*Unconfined Compression Machine*)
- b. Ekstruder
- c. Alat pencetak sampel berbentuk silinder, dengan tinggi dua kali diameter
- d. Pisau perata

C. Prosedur Percobaan

Persiapan Percobaan :

- a. Contoh tanah asli diambil dengan alat pencetak sampel.
- b. Kedua ujung contoh diratakan, kemudian didorong keluar dengan memakai piston.

Pelaksanaan Percobaan :

- a. Siapkan pesawat tekan bebas (*Unconfined Compression Machine*).
- b. Contoh tanah diletakkan pada pesawat *UCST* lalu jalankan.
- c. Setiap pembacaan arloji dimulai dengan 0,35 mm dan dilanjutkan dengan pembacaan 0,70 mm dan kelipatannya, lalu dilakukan pembacaan pada dial beban.
- d. Percobaan dilakukan sampai terjadi keruntuhan pada sampel. Selanjutnya sampel yang telah hancur tersebut dicetak lagi untuk percobaan *remoulded*, dengan syarat massa dan berat tanah sama seperti di atas.
- e. Percobaan a sampai d diulangi lagi untuk sampel yang *remoulded* (buatan).

D. Pengolahan Data

- Besarnya regangan aksial dihitung dengan rumus:

$$\varepsilon = L / L_0$$

Di mana : ε : Regangan aksial (%)

L : Perubahan panjang benda uji

L : Panjang benda uji semula (cm)

- Luas penampang benda uji rata-rata:

$$A = A_0 / (1 - \varepsilon)$$

Di mana, A_0 : Luas Penampang benda uji semula (cm²)

- Tegangan normal dihitung dari:

$$\sigma = P / A$$

$$P = n \cdot X$$

X = angka kalibrasi dari cincin penguji (*prooving ring*)

- Buat kurva harga tekanan bebas, q_u (kg/cm²) terhadap regangan untuk kondisi *undisturbed* dan *remoulded*
- Hitung sensitifitas tanah: $ST = q_u \text{ asli} / q_u \text{ remoulded}$

2.6 Pemeriksaan Pematatan (*Compaction Test*) ASTM D 698 - 70

A. Tujuan

Untuk menentukan harga berat volume kering maksimum (γ_{drymax}) dan harga kadar air optimum (ω_{opt}) dari contoh tanah dengan energi tertentu.

B. Peralatan

1. *Mould* dan alat pengikat (*mould compaction*)
2. Saringan No.4
3. Sendok perata, palu karet, kertas, kantong plastik, dan talam
4. Oven, kontainer
5. Penumbuk standard (*standard proctor*)
6. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
7. Minyak Pelumas

C. Prosedur Percobaan

Persiapan

- a. Sediakan contoh tanah 50 kg yang diambil dari lapangan (bersih dari akar dan kotoran lain).
- b. Tanah dijemur sampai kering permukaan (*Saturated Surface Dry*).

- c. Ayak dengan saringan No.4, timbang masing – masing 2 kg untuk 7 buah sampel.
- d. Estimasi kadar air optimum (OMC) dengan menggunakan grafik yang berdasarkan nilai LL dan PL (OMC Estimasi), untuk variasi kadar air dilakukan penambahan 3-5%. contohnya penambahan kadar air 3%:

OMC -9 %	OMC -6 %	OMC -3 %	OMC estimasi	OMC +3 %	OMC +6 %	OMC + 9%
$\omega_{r,1}$	$\omega_{r,2}$	$\omega_{r,3}$	$\omega_{r,4}$	$\omega_{r,5}$	$\omega_{r,6}$	$\omega_{r,7}$

- e. Hitung kadar air awal sampel. Buat contoh sampel dengan kadar air seperti di atas (kadar air rencana = ω_r)
- f. Penambahan kadar air dapat dilakukan sebagai berikut:
 Jika: Berat tanah = 2000 g (2 kg)

$$\text{Kadar air awal} = \omega_0 (\%)$$

$$\text{Kadar air rencana} = \omega_r$$

$$\Delta\omega = 2000 \text{ gram} \times \frac{(\omega_r - \omega_0)}{1 + \omega_0}$$

$$\Delta\omega = \dots\dots\dots \text{ gram} = \dots\dots\dots \text{cc}$$

- g. Lakukan penambahan kadar air untuk ke 7 benda uji.
- h. Masukkan ke 7 benda uji ke dalam kantong plastik tertutup.
- i. Siapkan alat percobaan.

Pelaksanaan Pemadatan

- a. Ambil contoh tanah yang telah dipersiapkan.
- b. Ukur diameter dan tinggi *mould*.
- c. Timbang berat *mould*.
- d. Olesi *mould* dengan oli. Masukkan contoh tanah pertama. Kemudian contoh tanah diatur sampai tiga lapisan, masing-masing ditumbuk 25 kali merata di atas tiap-tiap lapisan dengan penumbuk standar (berat 5,5 lbs) dan tinggi jatuhnya 1 ft di dalam *mould* 4 inci yang telah dipasang. Dan dasar *mould* harus dilapisi kertas yang telah diolesi oli agar tanah tidak melekat ketika membuka *mould*.
- e. Setelah contoh tanah dalam *mould* padat, pengikat dibuka dan permukaannya diratakan dengan mistar perata.
- f. Timbang *mould* beserta isinya diperoleh W tanah + W *mould*.
- g. Ambil sedikit contoh tanah bagian atas, tengah dan bawah *mould* kemudian dimasukkan ke dalam kontainer, untuk diperiksa kadar airnya, sehingga ada 7 x 3 contoh.
- h. Timbang contoh tanah + kontainer dengan neraca kemudian dimasukkan ke dalam

oven selama 24 jam.

- i. Setelah 24 jam kontainer ditimbang lagi sehingga diperoleh kadar airnya.
- j. Lakukan urutan di atas untuk keenam contoh lainnya dan pengamatan dan perhitungan dibuat secara tabelaris.

D. Pengolahan Data

- W (tanah basah) = W (*mould* + tanah basah) - W_{mould}
- $W_{dry} = (W_{\text{tanah basah}} \times 100) / (100 + \omega)$
- $\gamma_d = (W_{dry} / V_{mould}) \text{ gram/cm}^3$
- Plot grafik antara d vs w di mana akan didapat d maksimum dan w optimum, yang artinya di mana tercapai kepadatan maksimum dengan kadar air optimum.
- Untuk mendapatkan “zero air void line” dipakai rumus:

$$\gamma_{ZAVL} = G_s \cdot \gamma_w / (1 + \omega \cdot G_s)$$

dimana: γ_d : Berat isi kering

G_s : *Specific Gravity* (Berat Jenis)

γ_w : Berat isi air

ω : Kadar air

2.7 Pemeriksaan CBR Laboratorium ASTM D 1883-67

A. Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan CBR tanah dasar dan campuran agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu.

B. Peralatan

- a. *CBR Test Set* berkapasitas sekurang-kurangnya 5 ton.
- b. Cetakan logam berbentuk silinder dengan diameter dalam 152,4 0,6609 mm (6” 0,0026”) dengan tinggi 177,8 0,13 mm (7” 0,005”) cetakan harus dilengkapi dengan leher sambungan dengan tinggi 50,8 (2,0”) dan keping lubang tidak lebih dari 1,59 mm (1/16”).
- c. Piringan pemisah dari logam (*spacer disk*) dengan diameter 150,8 (5,937”) dan tebal 61,4 (2,416”).
- d. Alat penumbuk sesuai dengan Cara Pemeriksaan Pemasatan.
- e. Keping beban dengan berat 5 kg @ 1,25 Kg sebanyak 4 keping, diameter 194,2 mm (5,875”) dengan lubang tengah diameter 54,0 mm (2,125”).
- f. Torak penetrasi dari logam berdiameter 49,5 mm (1,95”), luas 1924,4218 mm² (3”) dan panjang tidak kurang dari 101,6 mm (4”).

- g. Satu buah arloji pengukur penetrasi.
- h. Peralatan lain seperti: talam, alat perata.
- i. Alat timbang.
- j. *Stopwatch*.

Benda uji

Benda uji harus dipersiapkan menurut cara pemeriksaan kepadatan standar, yaitu:

- a. Ambil contoh kira-kira 5 kg, untuk 1 buah sampel.
- b. Kemudian campur bahan tersebut dengan kadar air optimum yang diperoleh dari pemeriksaan kepadatan.
- c. Pasang cetakan pada keping alas dan timbang, masukkan piringan pemisah (*spacer disk*) di atas keping alas dan pasang kertas di atasnya.
- d. Cetakan diolesi dengan oli secara merata agar tanah tidak lengket ke cetakan ketika dibuka.
- e. Masukkan bahan ke dalam cetakan/*mould*, perkirakan cetakan dibagi atas tiga lapisan.
- f. Padatkan benda uji tersebut di dalam cetakan dengan 56 tumbukan untuk tiap lapisan dengan penumbuk standar.
- g. Buka leher sambungan dan ratakan tanah dengan mistar perata.
- h. Timbang tanah dan cetakan. Keluarkan piringan pemisah, balikkan dan letakkan pada mesin uji CBR.

C. Pelaksanaan

- a. Letakkan keping pemberat di atas permukaan benda uji minimal seberat 5 kg @ 1,25 Kg sebanyak 4 buah.
- b. Kemudian atur torak penetrasi pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 5 kg. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara torak dengan permukaan benda uji, kemudian arloji penunjuk beban dan arloji pengukur penetrasi dinolkan.
- c. Berikan pembebanan dengan teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm permenit.
- d. Catat pembacaan pembebanan pada penetrasinya 0,312 mm; 0,62 mm; 1,25 mm; 0,187 mm; 2,5 mm; 3,75 mm; 5 mm; 7,5 mm; 10 mm; 12,5 mm.
- e. Catat pembebanan maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasinya 12,5 m.
- f. Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas, tengah

dan bawah benda uji, kemudian rata-ratakan.

D. Pengolahan Data

Hitung pembebanan dalam (MPa) dan gambarkan grafik terhadap beban penetrasi. Pada beberapa keadaan permulaan dari kurva beban cekung akibat dari ketidakrataan permukaan atau sebab lain. Dalam keadaan ini titik nolnya harus dikoreksi dengan cara penggeseran.

Konversi bacaan Unit ke MPa = $(FK \cdot 9,8 \cdot x) / 1924,4128$

Dimana nilai x sama dengan nilai bacaan Unit.

CBR pada penurunan 0.1" (2.54mm) = $\frac{\text{Bacaan beban pada grafik}}{6,9 \text{ Mpa}} \times 100\%$

CBR pada penurunan 0.2" (5.08 mm) = $\frac{\text{Bacaan beban pada grafik}}{10,3 \text{ Mpa}} \times 100\%$

2.8 Konsolidasi ASTM D 2435-70

A. Tujuan

- a. Tujuan percobaan adalah untuk mengetahui kecepatan konsolidasi dan besarnya penurunan tanah apabila tanah mendapatkan beban, keadaan tanah di samping tertahan dan diberi beban drainase arah vertikal.
- b. Menentukan nilai OCR.

B. Peralatan

- a. Konsolidometer yang terdiri dari:
 - Tempat tanah
 - Batu pori atas dan bawah
 - Arloji pengukur perubahan tebal tanah.
- b. Perlengkapan pembebanan
- c. Alat perata dan ekstruder
- d. Perlengkapan untuk pemeriksaan kadar air dan perlengkapan umum lainnya
- e. *Stopwatch*
- f. Tabung air dan air suling

C. Prosedur Percobaan

- a. Dengan menggunakan ekstruder dorong contoh tanah *undisturbed* keluar dari tabung contoh tanah masuk ke cincin cetak. Kemudian potong rata, tanah bagian atas dan bawah cincin.
- b. Kemudian keluarkan contoh tanah tersebut dari cincin cetak dengan hati-hati dan

- hindarkan dari gangguan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan kepadatan tanah (berat isi kering).
- c. Tempatkan benda uji tersebut dalam konsolidometer. Bagian atas dan bawah benda uji diletakkan batu berpori dengan terlebih dahulu melapisinya dengan kain.
 - d. Tempatkan sel konsolidasi yang telah berisi benda uji pada tempatnya pada rangkaian pembebanan.
 - e. Isilah sel konsolidometer dengan air suling untuk penjujukan selama 24 jam. Jagalah agar selama percobaan benda uji selalu terendam air dengan muka air sama tinggi dengan permukaan atas benda uji.
 - f. Aturilah dengan sekrup pengatur penahan lengan beban sehingga lengan terangkat ke atas, tetapi bagian atas jangan sampai mati untuk memberikan kesempatan seandainya tanah itu masih mengembang.
 - g. Atur alat penekan beban di atas benda uji dan aturlah arloji pengukur penurunan.
 - h. Pasang beban sehingga tekanan pada benda uji sebesar 1 kg/cm^2 .
 - i. Turunkan sekrup pengatur lengan beban sehingga beban mulai bekerja.
 - j. Jalankan *stopwatch* dan baca arloji pengukur penurunan pada waktu-waktu (angka yang dapat ditarik akarnya) sbb:
0 menit ; 0,25 menit ; 1 menit ; 2,25 menit ; 4 menit ; 6,25 menit ; 9 menit ; 12,25 menit ; 16 menit ; 25 menit ; 36 menit ; 49 menit ; 64 menit ; 81 menit dan 100 menit, terakhir 24 jam.
 - k. Setelah pembacaan 24 jam tambahkan beban sehingga tekanan pada tanah menjadi 2 kg/cm^2 . Amati penurunan arloji pengukur pada waktu-waktu diatas. Biarkan beban ini bekerja selama 24 jam.
 - l. Lanjutkan setiap kali penambahan beban sehingga tekanan pada tanah berturut-turut menjadi 4 kg/cm^2 selang waktu 24 jam.
 - m. Untuk pengembangan kurangi bebannya lakukan juga pembacaan arlojinya. Pada percobaan ini, beban yang ditinggalkan hanya 3320 gram dengan tekanan pada tanah menjadi 1 kg/cm^2
 - n. Untuk menghindari penggoncangan, maka pada setiap penambahan beban putarlah sekrup penahan lengan sampai menyentuh lengan yang dapat dilihat pada Bergeraknya arloji ukur.

D. Pengolahan Data

a. Diketahui

- Berat jenis tanah (G_s)
- Kadar air tanah (ω_0)
- Diameter cincin
- Luas cincin
- Tinggi cincin
- Volume cincin

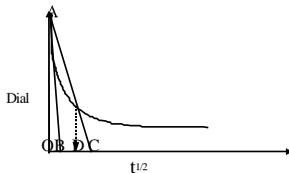
Ditimbang:

- Berat cincin
- Berat cincin + tanah basah

Pengolahan data dibuat secara tabelaris.

b. Untuk mendapatkan harga P (tekanan) adalah beban dibagi dengan luas ring dalam satuan kg/cm^2 .

c. Menghitung koefesien konsolidasi C_v :



Gambarkan grafik antara pembacaan arloji/angka penurunan (sebagai ordinat) dan akar waktu dalam menit (sebagai absis) untuk setiap/semua tahap beban.

d. Cari titik t_{90} (waktu konsolidasi 90%) dengan cara:

- Tarik/perpanjang bagian lurus awal grafik sampai memotong sumbu horizontal di B.
 - Plot titik C pada jarak 1,15 kali OB.
 - Hubungkan titik A dan C, Garis AC akan memotong grafik di D.
 - Titik D adalah nilai t_{90} .
- Hitung C_v dengan : $C_v = 0,848 d^2 / t_{90}$.

Dimana d adalah setengah tinggi contoh tanah rata-rata untuk tahap beban tersebut (cm).

e. Gambar grafik antara *pressure* (kg/cm^2) vs *void ratio* (e) dan antara *pressure* (kg/cm^2) vs C_v .

f. Untuk menghitung OCR:

- Setelah digambar tekanan P vs angka pori e pada kertas semi log, tentukan titik a

dimana kurva/gafik mempunyai jari-jari kelengkungan yang minimum.

- Gambar garis datar AB.
- Gambar garis AD yang merupakan garis bagi BAC.
- Perpanjang bagian akhir kurva yang merupakan garis lurus hingga memotong AD di titik f.
- Absis untuk titik f adalah besarnya tekanan pra konsolidasi (P_c).
- Hitung OCR dengan rumus: $OCR = P_c / P_o$

Dimana P_o adalah tekanan efektif tanah

2.9 Triaxial Test ASTM D 2850-70

A. Tujuan

Percobaan ini dimaksudkan untuk menentukan parameter-parameter tanah, yaitu sudut geser (ϕ) dan kohesi (c). Dengan sistem percobaan *Unconsolidated Undrained (UU test)*.

B. Peralatan

- a. Pesawat Triaxial
- b. Penghisap Udara
- c. Kompresor
- d. Pengukur tegangan air pori

C. Persiapan Percobaan

- a. Reservoir harus terisi penuh.
- b. Semua keran harus ditutup, begitu pula manometer.
- c. Sambungan-sambungan diperiksa, jangan sampai ada kebocoran atau kotoran.
- d. Sampel dikeluarkan dari tabung sesuai dengan besarnya contoh waktu *sampling*.
- e. Masukkan ke dalam *cutter soil* yang sebelumnya telah dilumuri dengan oli supaya licin, sehingga tidak terjadi loncatan, kemudian ujungnya diratakan. Ukuran untuk sampel dapat ditentukan sebagai berikut:
 - Diameter minimal 33 mm, partikel terbesar 1/10 D
 - Untuk \varnothing 71 mm atau lebih, partikel terbesar 1/6 D
 - Bila setelah tes ditemukan partikel yang ukurannya melebihi persyaratan, catat laporannya

D. Prosedur Percobaan.

- a. Sediakan 2 sampel.
- b. Letakkan sampel pada piring dari *chamber* dialasi dengan kertas pori
- c. Membran karet dimasukkan ke dalam tabung yang mempunyai saluran penyedot

- udara.
- d. Udara dikeluarkan dengan *vacuum* sampai membran karet melewati tepi tabung.
 - e. Masukkan sampel kedalam tabung tersebut, setelah itu ambil tabung hingga sampel akhirnya terselubungi oleh membran karet.
 - f. Setelah *chamber* dipasang, air diisi kedalam hingga penuh menggunakan kompresor.
 - g. *Chamber* ditutup agar tidak terjadi kebocoran.
 - h. Tegangan sel untuk sampel 1 dibuat sama dengan keadaan lapangan, yaitu tekanan tanah setinggi h. Ini dapat dibaca pada diapressure.
 - i. Untuk tes ke-2, tegangan axial = h + 0,5.
 - j. Pada waktu-waktu tertentu, baca gaya axial pada *prooving ring*.
 - k. Usahakan agar tekanan *axial*nya bekerja secara teratur, pada waktu tertentu (t) dengan kecepatan 2% dari contoh tanah (#3” per menit).
 - l. Baca tegangan air pori.
 - m. Percobaan dihentikan bila pembacaan pada *prooving ring* dial telah turun atau mencapai 20% strain.
 - n. Tes 2 dan tes 3 dilakukan sama dengan tes 1, dan *chamber pressure* yang berbeda.

E. Pengolahan Data

- Beban (P) = *Dial Reading x calibration*.
- $qu = \frac{\text{beban}}{\text{luas}} = \frac{P}{A}$
- Sf = derajat kepekaan = $\frac{qu \text{ undisturb}}{qu \text{ remoulded}}$

$$\text{Axial Stress } (\sigma) : \frac{\text{beban} \times (1-\varepsilon)}{A}$$

$$\varepsilon = \text{deformasi} \quad A = \text{luas}$$

Dengan cara yang sama, lakukan perhitungan untuk sampel 2.

2.10 Uji Permeabilitas (*Permeability Test*) ASTM D 2434 – 68

A. Tujuan.

Untuk menentukan koefisien permeabilitas (K) dari suatu contoh tanah berbutir halus seperti pasir halus, lanau dan lempung

B. Peralatan.

- a. Alat permeabilitas
- b. Batu pori
- c. *Buret* atau tabung gelas ukur lengkap dengan pemegangnya
- d. *Stopwatch*
- e. Termometer

f. Kertas saring

C. Prosedur Kerja

- a. Ukur dan catat diameter dalam dari *buret* dan permeameter.
- b. Timbang berat permeameter ditambah batu pori dan kertas saring sampai ketelitian 0,1 g.
- c. Masukkan contoh tanah ke dalam permeameter dengan terlebih dahulu menempatkan batu pori dibagian atas dan bawah dari permeameter, sehingga benda uji yang sudah dilapis kertas saring terapat oleh kedua batu pori.
- d. Timbang permeameter yang telah berisi contoh tanah, batu pori dan kertas saring.
- e. Celah antara contoh tanah dan permeameter diberi lem kayu agar air tidak dapat lewat melalui celah-celahnya.
- f. Letakkan permeameter yang telah berisi benda uji pada posisinya kemudian ditutup dan dihubungkan dengan *buret*.
- g. Tutup kran pada *buret* dan isi *buret* dengan air.
- h. Jenuhkan contoh tanah dengan cara membuka kran pada *buret* dan membiarkan airmengalir melalui contoh tanah sehingga air keluar dari bawah permeameter.
- i. Isi kembali *buret* dengan air sehingga suatu ketinggian dan ukur tinggi muka air tersebut dari ujung bawah contoh tanah untuk mendapatkan h_1
- j. Alirkan air dan tekanlah *stopwatch*.
 - Biarkan air mengalir melalui contoh tanah hingga air dalam *buret* hampir kosong atau hingga ketinggian tertentu.
 - Stop aliran air dan tekanlah *stopwatch*, baca tinggi muka air pada *buret* untuk mendapatkan nilai h_2 .
- k. Ukur dan catat suhu air dalam *buret*.
- l. *Buret* diisi kembali dengan air dan percobaan diulangi 2 kali lagi.
 - Catat suhu air dalam *buret* untuk setiap percobaan.

D. Perhitungan.

- Hitung koefisien permeabilitas pada temperature percobaan (k_t) dari rumus:

$$k_T = 2.3 \times \frac{u_e}{A t} \times \log \frac{h_1}{h_2} \text{ cm/det}$$

Di mana :

- a = luas permukaan *buret* (cm²)
- L = panjang contoh tanah yang dilewati air (cm)
- A = luas contoh tanah dalam permeameter (cm²)
- T = waktu pembacaan antara h_1 dan h_2 (detik)

- h_1 = tinggi muka air pada awal percobaan ($t = 0$)
 h_2 = tinggi muka air pada akhir percobaan ($t = t_{\text{test}}$)
 - Hitung koefisien permeabilitas pada temperatur 20^0 C (k_{20}) dari rumus

$$k_{20} = k_T \eta_T / \eta_{20}$$

dimana :

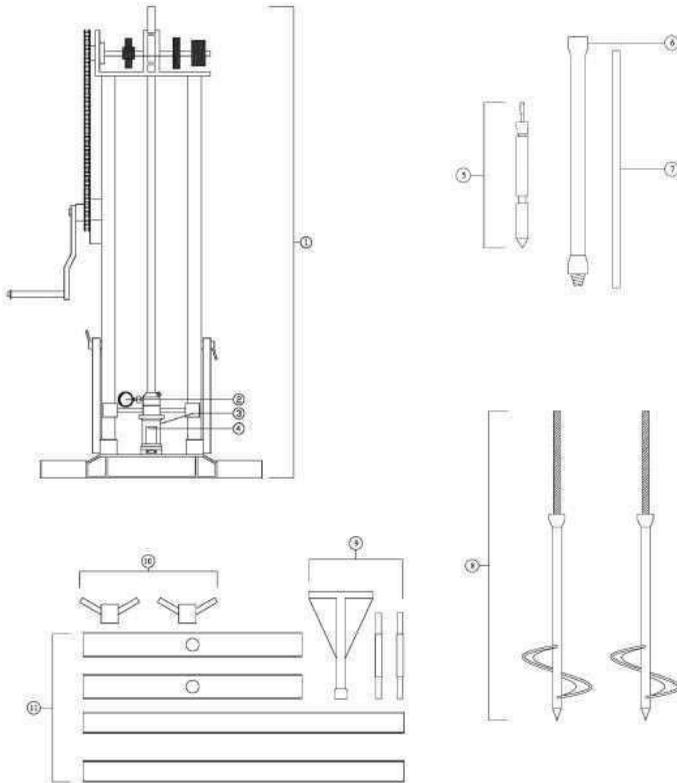
η_T = Viskositas air pada temperature T

η_{20} = Viskositas air pada temperature 20^0

- η_T / η_{20} tercantum dalam table koreksi viskositas.

LAMPIRAN

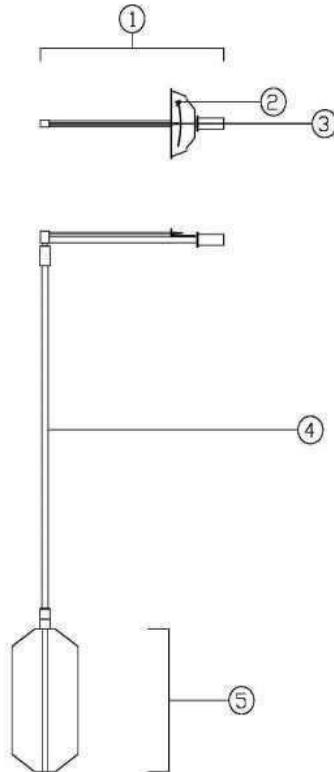
**Sondir
Ringan
1.5 Ton**



Keterangan Gambar :

1. Mesin Sondir
2. Manometer
3. Jaket
4. Torak
5. *Bikonus*
6. Batang Sondir
7. Batang Dalam
8. Angkur
9. Sirip Pemutar
10. Kunci Statis
11. Baja Kanal

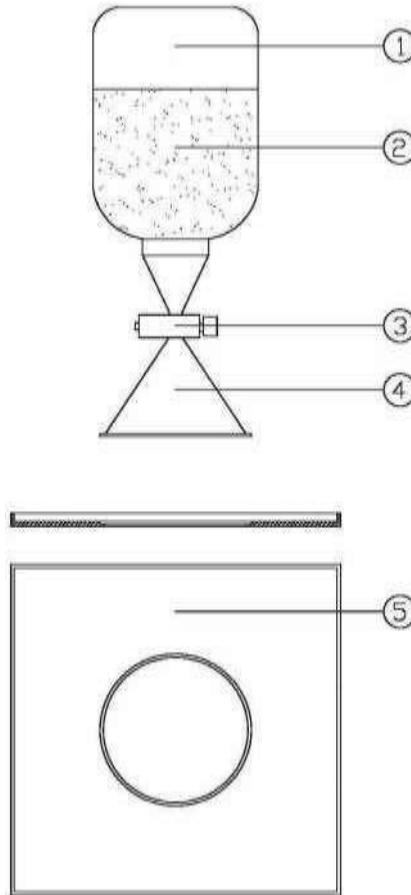
Vane Shear



Keterangan Gambar :

1. Puntir Pemutar
2. Bacaan Torsi
3. Stang Pemutar
4. Batang Penghantar
5. *Vane*

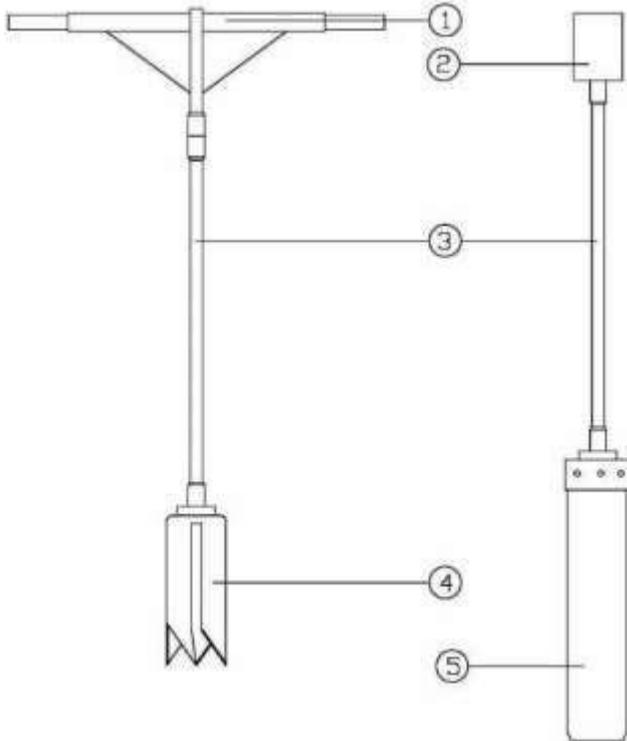
Sand Cone



Keterangan Gambar :

1. Tabung Sand Cone
2. Pasir
3. Sekrup Pengunci
4. Kerucut
5. Base Plate

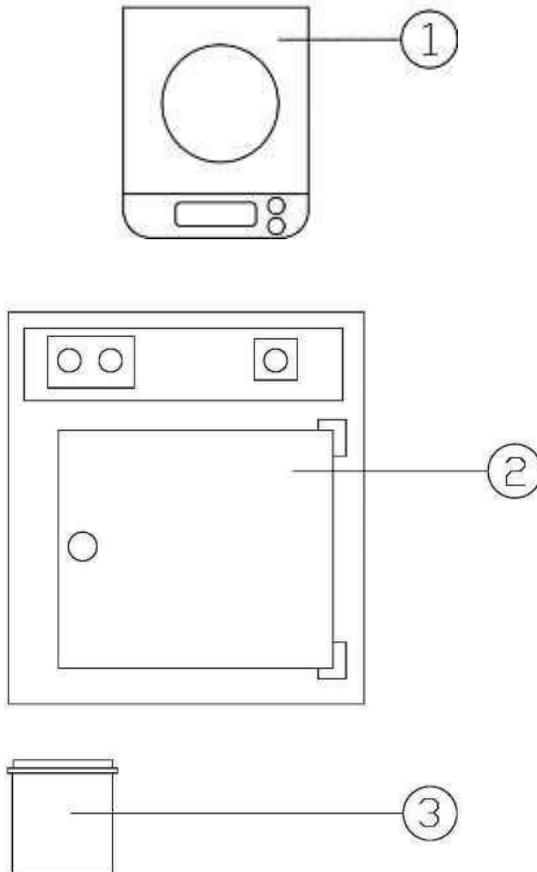
Boring dan Sampling



Keterangan Gambar:

1. Stang Engkol Pemutar
2. Kepala Penumbuk
3. Batang Bor
4. *Iwan Auger*
5. Tabung Sampling (*shelby*)

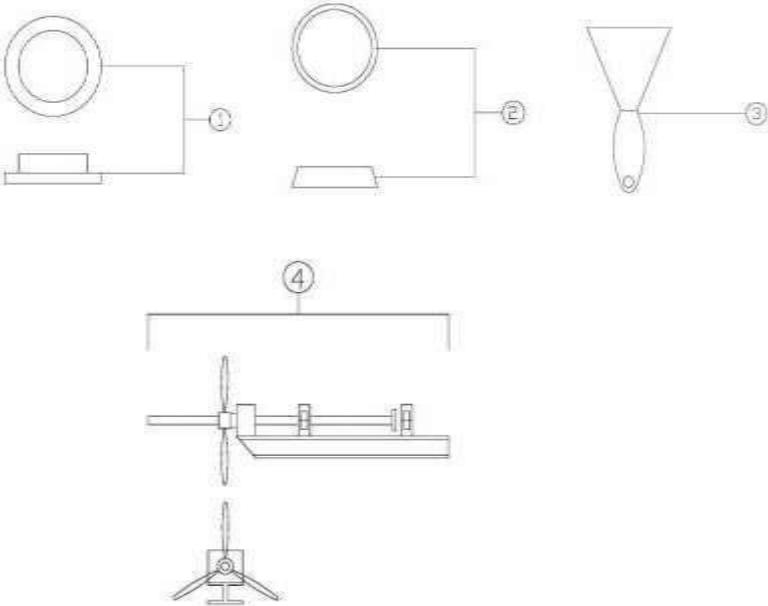
Kadar Air



Keterangan Gambar :

1. Timbangan Digital
2. *Oven*
3. Kontainer

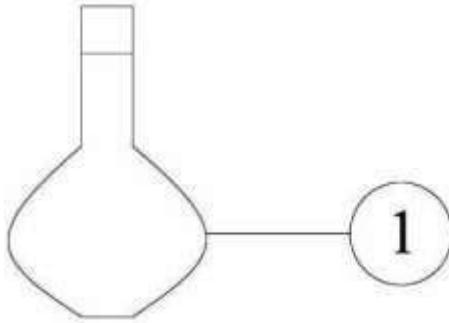
Berat Volume



Keterangan Gambar :

1. Ekstruder cetakan
2. Cincin Sampel
3. Sendok Dempul
4. Ekstruder

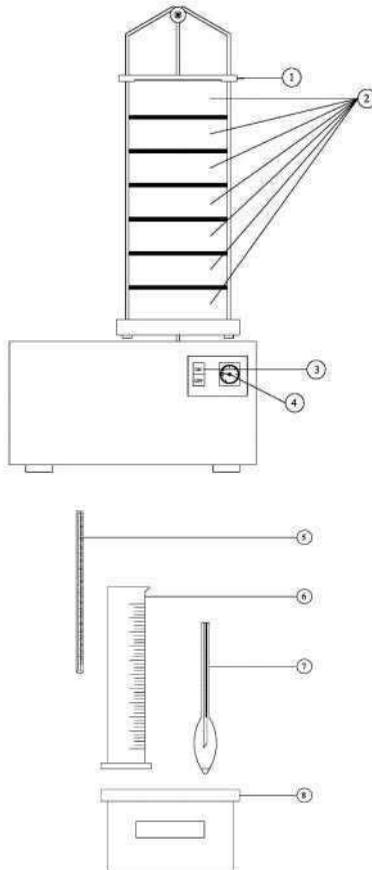
Berat Spesifik



Keterangan Gambar :

1. Piknometer

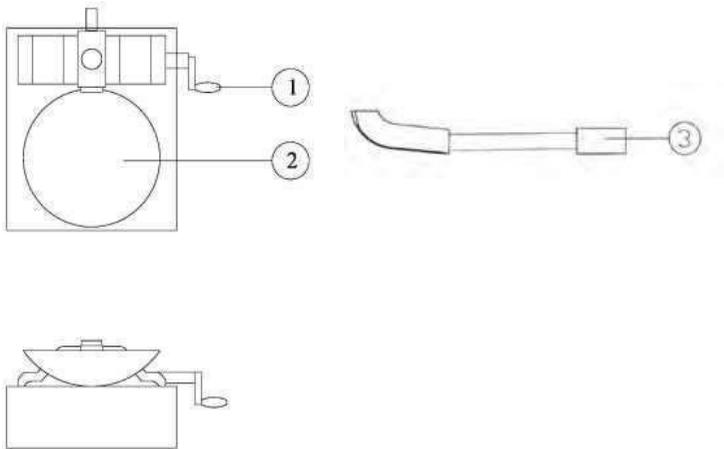
Analisa Butiran



Keterangan Gambar :

1. Plat Pengunci
2. Saringan
3. Tombol Power
4. Timer Control
5. Termometer
6. Gelas Ukur
7. Hidrometer
8. Water Bath

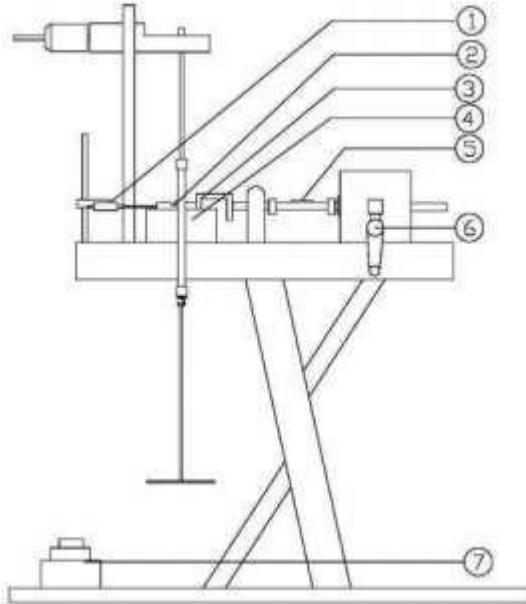
Atterberg Limit



Keterangan Gambar :

1. Handel Pemutar
2. Bak Casagrande
3. Grooving tool

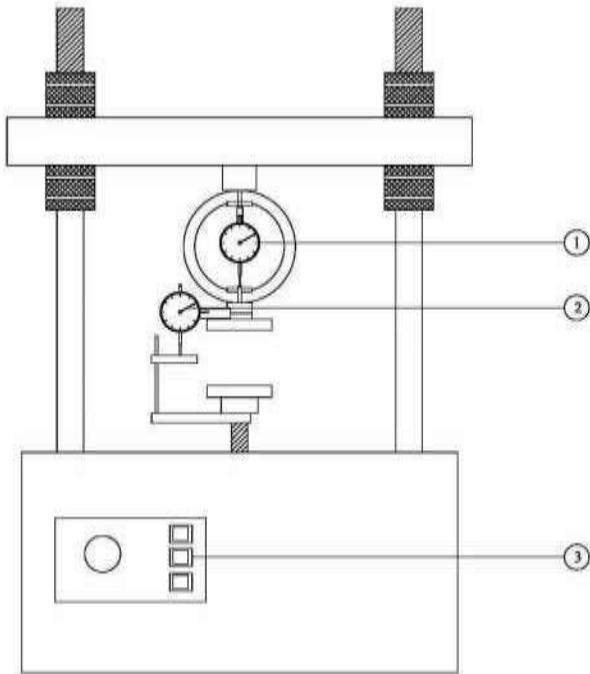
Direct Shear



Keterangan Gambar :

1. Dial Regangan
2. Bola Baja
3. Penyalur Beban Geser
4. Bak Benda Uji
5. Dial Beban
6. Handel Penggerak
7. Beban

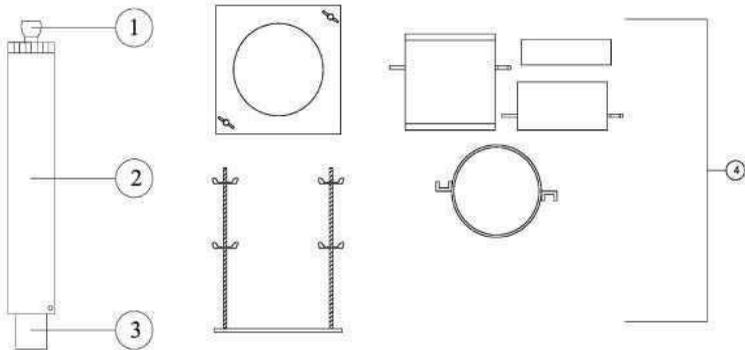
UCST



Keterangan Gambar :

1. Dial Beban
2. Dial Regangan
3. *Panel Kontrol*

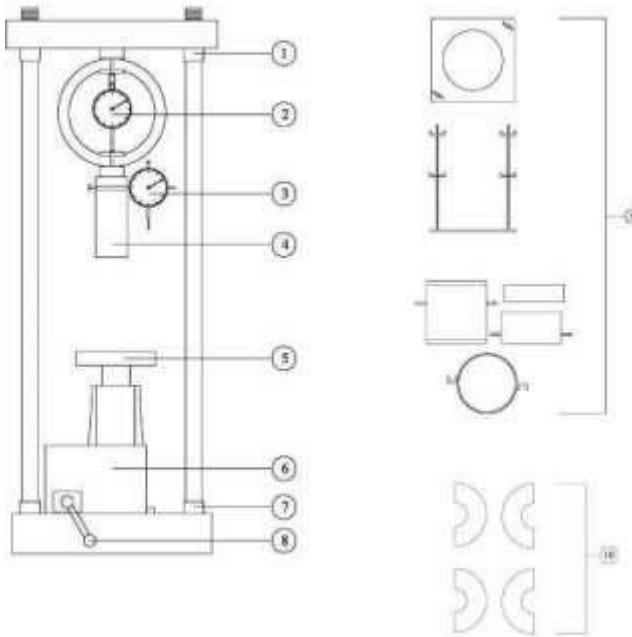
Pemadatan



Keterangan Gambar :

1. Handel Proctor
2. Selubung Proctor
3. Beban Proctor
4. Mould

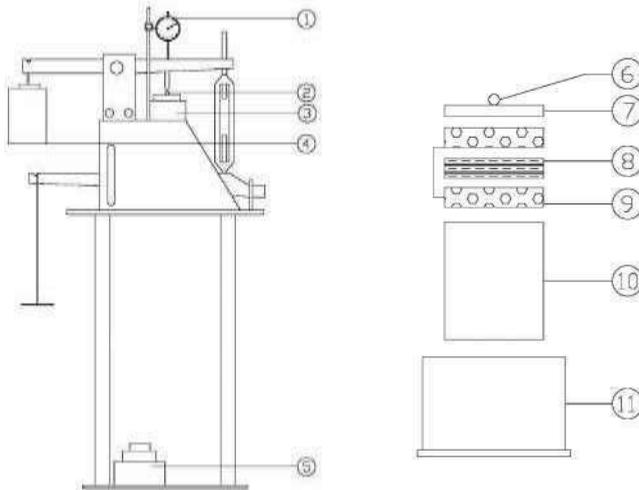
CBR Test



Keterangan Gambar :

1. Pengunci CBR *apparatus*
2. Dial Beban
3. Dial Regangan
4. Torak
5. Landasan Sampel
6. Bak Pemutar
7. Mur pengunci
8. Handel Pemutar
9. *Mould*
10. Beban

Konsolidasi



Keterangan Gambar :

1. Dial
2. Bola Baja
3. Sel Konsolidometer
4. Beban Keseimbangan
5. Beban
6. Bola Baja
7. Plat Baja
8. Sampel
9. Batu Pori
10. Cincin Kosnolidometer
11. Sel Konsolidometer

Catatan:

