

PETUNJUK PRAKTIKUM MEKANIKA TANAH



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. RAYA RUNGKUT MADYA GUNUNG ANYAR
TELP. 031-8708369
SURABAYA - 60294**



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan Karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyusun kembali Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil.

Buku petunjuk praktikum ini mempunyai maksud untuk mempermudah pengenalan maupun pemahaman operasional alat, kami lengkapi dengan gambar, cara kerja, perawatan alat dan formulir-formulir untuk pengisian data dari masing-masing alat.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan buku ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat kami harapkan.

Akhir kata kami ucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu tersusunnya buku ini.

Surabaya, Januari 2019

PENYUSUN



Sondir (Dutch Cone Penetrometer)

Referensi : SNI 03-2827-1992 dan SNI 2827:2008

MAKSUD

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perlawanan tanah terhadap tekanan ujung konus (q_c) hambatan pelekat (L_f), Jumlah hambatan lekat (JHL) yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas, serta perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya per satuan panjang dan *Friction Ratio* pada setiap kedalaman tanah dan juga untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras.

PERALATAN

- | | |
|------------------|-------------------------|
| 1. Mesin Sondir. | 5. Jangkar Spiral. |
| 2. Stang Sondir. | 6. Ambang Penekan. |
| 3. Mantle Cone. | 7. Peralatan Penunjang. |
| 4. Friction Cone | |

PROSEDUR PENYELIDIKAN

1. Bersihkan lokasi percobaan lalu pasanglah dua atau empat jangkar spiral sesuai kondisi tanah dengan jarak tertentu agar cocok dengan kaki sondir.
2. Jepitlah rangka sondir dengan ambang pada jangkar tersebut, lalu atur posisi sondir agar tegak lurus dengan cara mengendurkan kunci tiang samping lalu gunakan waterpass untuk mengontrolnya.
3. Bukalah baut penutup lubang pengisian oli dan buka kedua kran manometer, lalu pasang kunci piston pada ujung piston.
4. Tekan berkali-kali kunci piston keatas sampai oli keluar semua.
5. Setelah oli yang lama habis, baut penutup tetap terbuka. Isilah oli dari lubang pengisian sampai penuh, gerakkan kunci piston naik turun secara perlahan untuk menghilangkan gelembung udaranya. Setelah tidak ada gelembung udara, tutup kembali lubang pengisian tadi.
6. Tutup salah satu kran Manometer, tekan kunci piston pada alas rangka. Perhatikan kenaikan jarum Manometer, hentikan penekanan dan tahan (kunci) stang pemutar



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

apabila jarum akan mencapai 25% ke maksimal Manometer. Bila terjadi penurunan pada jarum manometer berarti ada kebocoran antara lain pada sambungan-sambungan nepel, baut penutup oli atau pada seal piston. Lakukan hal ini untuk manometer lainnya.

7. Pasang friction cone/mantle cone pada draat stang sondir berikut stang dalamnya. Tempatkan stang sondir tersebut pada lubang pemusat pada rangka sondir tepat dibawah ruang oli. Pasang kop penekan.
8. Dorong treker pada posisi lubang terpotong lalu putarlah engkol pemutar sampai menyentuh ujung atas stang sondir. Percobaan dan pengukuran sudah siap dilakukan.
9. Tiang sondir diberi tanda setiap 20 cm dengan memakai spidol, gunanya untuk mengetahui saat dilakukan pembacaan manometer.
10. Engkol pemutar kembali diputar sehingga patent friction cone/mantle cone masuk kedalam tanah. Setelah mencapai batas 20 cm (tanda spidol), engkol pemutar diputar sedikit dengan arah berlawanan. Streker ditarik kedepan dalam posisi lobang bulat.
11. Buka kran yang menuju manometer 60 kg/cm^2 .
12. Enkol pemutar diputar kembali sehingga stang dalam tertekan kedalam tanah dengan kecepatan 2 cm/detik. Stang dalam akan menekan piston lalu akan menekan oli didalamnya, tekanan yang terjadi akan terbaca pada manometer. Mantle cone hanya akan mengukur tahan ujung konus (q_c) sedangkan friction cone akan mengukur tahanan ujung konus dan gesekan dinding terhadap tanah.
13. Tekan stang, catat angka penunjukan pertama pada jarum manometer. Teruskan penekanan sampai jarum manometer bergerak yang kedua kalinya.
14. Lakukan penekanan dengan hati-hati dan amati selalu jarum manometer. Bila diperkirakan tekanan akan melebihi kapasitas manometer, tutup kran manometer tersebut dan buka kran manometer satunya. Stang sondir jangan menyentuh piston karena dapat menyebabkan kelebihan tekanan secara drastis dan merusak manometer.
15. Putar kembali engkol berlawanan arah lalu posisi terker dipindahkan kembali keposisi lubang terpotong. Lakukan penekanan kembali sejarak 20 cm berikutnya dan ulangi prosedur 12 s/d 14.



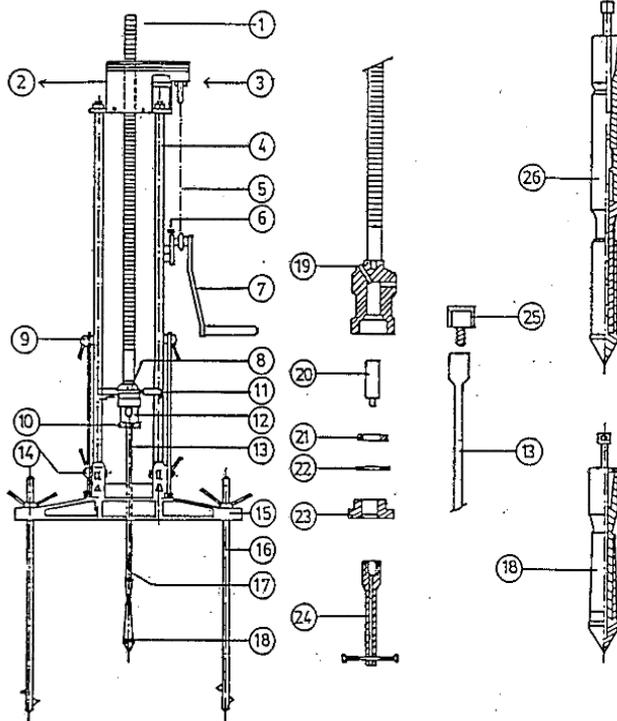
16. Setelah mencapai kedalaman 1 m, stang sondir perlu ditambah. Caranya terlebih dahulu naikan piston penekan supaya stang sondir dapat disambung. Gunakan kunci pipa untuk mengencangkannya. Ulangi prosedur 8 s/d 15.
17. Setelah mencapai kedalaman tanah keras (tahanan konus 150 kg/cm^2). Penyelidikan dihentikan.
18. Cara pengambilan stang sondir yang sudah tertanam :
 - Putar engkol pemutar agar piston penekan terangkat.
 - Tarik treker pada posisi lubang penuh.
 - Pasang kop penarik berulir.
 - Turunkan / putar engkol pemutar kebawah sedikit.
 - Tarik treker pada posisi lubang separuh.
 - Putar engkol pemutar keatas sehingga stang sondir berikutnya terlihat.
 - Tahan stang sondir dengan kunci pipa agar rangkaiannya dibawahnya tidak jatuh.
 - Lepaskan stang sondir atasnya dengan kunci pipa yang lainnya.
 - Ulangi prosedur penarikan stang sondir ini hingga semua terangkat.
19. Percobaan uji sondir telah selesai diselesaikan.

PERAWATAN

1. Stang sondir yang telah digunakan praktikum harus **dibersihkan kembali** **dari kotoran/tanah yang melekat.** Setelah itu dikeringkan lalu dilumuri dengan oli agar tidak berkarat.
2. **Friction cone/mantle cone juga harus dibersihkan.** Setelah setelah bersih digerak-gerakkan, apakah masih ada kemacetan. Apabila masih terjadi kemacetan, buka rangkaian tersebut rendam dalam minyak tanah lalu disikat dengan hati-hati. **Lumuri dengan oli yang masih baru simpan pada ruang tertutup.**
3. Tambahkan grease (stempet) pada gigi-gigi alat sondir.
4. Lumasi dengan oli seluruh bagian bergerak secara berkala.
5. Apabila terjadi kebocoran oli, buka ruang oli dan periksa oli didalamnya. Bila oli seal tersebut sobek ganti yang baru.
6. Setiap regu praktikum apabila telah melakukan praktikum wajib melakukan perawatan ini.

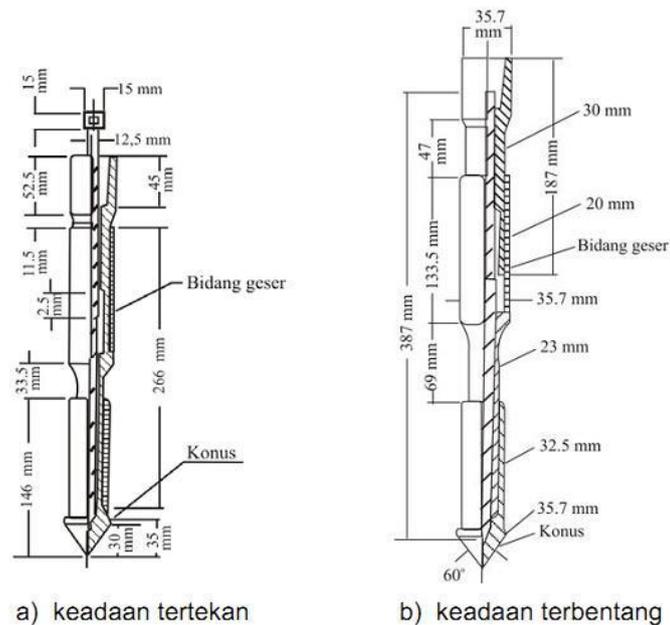


Gambar 1. Alat Sondir dan Perlengkapannya



1. Gigi penekan
2. Gigi cepat
3. Gigi lambat
4. Tiang pelurus
5. Rantai
6. Stelan rantai
7. Engkol pemutar
8. Ruang oli
9. Kunci tiang
10. Treker
11. Manometer
12. Kaki ruang oli
13. Stang sondir
14. Kunci tiang
15. Kaki sondir
16. Jangkar spiral
17. Stang dalam
18. Patent konus
19. Lubang pengisian oli
20. Piston
21. Oli seal
22. Ring penahan seal
23. Mur penjepit seal
24. Kunci piston
25. Kop penarik
26. Bikonus

Gambar
Alat Sondir Dan Perlengkapannya



Gambar
Cara kerja Friction Cone

- Posisi A :** Stang sondir menekan bikonus sampai kedalaman tertentu, stang dalam (plunger) belum ditekan (belum ada pengukuran).
- Posisi B :** Stang dalam ditekan masuk sedalam 4 cm, ujung bikonus menembus lapisan tanah. Tahan konus diukur oleh manometer.
- Posisi C :** Stang dalam ditekan terus, ujung bikonus dan dinding gesek bergerak bersama-sama menembus lapisan tanah. Jumlah tahanan konus dan hambatan pekat diukur oleh manometer.
- Posisi D :** Stang sondir ditekan kembali, ujung bikonus dan dinding geser bergabung lagi. Bikonus siap melakukan penetrasi untuk melakukan pengukuran pada kedalaman selanjutnya.

Perhitungan untuk mengisi formulir dan grafik.

➤ **Data**

1. Dimensi alat bikonus
 - Diameter ujung bikonus (D_c) cm.
 - Diameter selimut geser (D_g) cm.
 - Tinggi selimut geser (h_g) cm.



2. Hasil pengukuran

- Tekanan konus (q_c) kg/cm^2 Kolom 2
- Jumlah hambatan (JH) kg/cm^2 Kolom 3

➤ **Perhitungan**

1. Luas potongan melintang bikonus (A_c) = $\frac{1}{4} \pi D_c^2$

$$\begin{aligned} \text{Gaya geser yang bekerja (P)} &= A_c (JH - q_c) \\ &= A_c (\text{kolom 3} - \text{kolom 2}) \\ &= A_c (\text{kolom 4}) \end{aligned}$$

2. Luas selimut geser (A_g) = $\pi D_g \cdot h_g$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Hambatan pelekat (HP)} &= 20 \cdot \frac{P}{A_g} \\ &= \frac{5D_c \cdot (JH - q_c)}{h_g} \end{aligned}$$

20 \longrightarrow Faktor pembacaan (Pembacaan penurunan 20 cm)

Untuk harga $\longrightarrow D_c = D_g = D$

$$H_g = 13.3 \text{ cm}$$

Maka, $H_p = D/H_g ((JH - q_c))$ Kolom 5

4. Jumlah hambatan pelekat (JHP) = ΣH_p Kolom 6

$$\begin{aligned} 5. \text{ Hambatan setempat (HS)} &= \frac{P}{A_g} \\ &= \frac{A_c}{A_g} \cdot (JH - q_c) \\ &= \frac{D_c \cdot (JH - q_c)}{4 \cdot h_g} \end{aligned}$$

Untuk harga $D_c = D_g = D$

$$h_g = 13,3 \text{ cm}$$

maka, $HS = \frac{D}{53,2} \cdot (JH - q_c)$ Kolom 7



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

DUTCH CONE PENETRATION TEST

Project : _____ Date : _____
 Location : _____ Tested by : _____

1		2	3	4	5	6	7
Kedalaman	qc	Jumlah Perlawanan	Perlawanan Gesek (3)--(2)	Hambatan Pelekat	JHP	Hambatan Pelekat	
				(5Dc/hg).(4)	Σ (5)	(D/4hg).(4)	
(cm)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm		Kg/cm	Kg/cm	
1	0						
	0.2						
	0.4						
	0.6						
	0.8						
2	0						
	0.2						
	0.4						
	0.6						
	0.8						
3	0						
	0.2						
	0.4						
	0.6						
	0.8						
4	0						
	0.2						
	0.4						
	0.6						
	0.8						
5	0						
	0.2						
	0.4						
	0.6						
	0.8						

- a. Diameter Konus (Dc) : 3,56 cm
 b. Diameter Selimut Geser (Dg) : 3,56 cm
 c. Panjang Selimut Geser (Hg) : 13,3 cm



HAND BOR dan SAMPLING
Referensi : ASTM D 1452 – 80

MAKSUD

Pekerjaan pengeboran dilakukan untuk mengambil contoh tanah dari berbagai kedalaman. Biasanya dilakukan disamping lubang sondir agar didapatkan korelasi antara kekuatan tanah dan jenis tanah yang dikandungnya. Dalam pengambilan contoh tanah dapat dilakukan secara mekanis (*hand boring*) dan hidraulik (*machine boring*). Cara pengambilan contoh tanah dapat dilakukan dengan kondisi terganggu (*disturbed sample*) dan kondisi tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*). Tujuan dari pengambilan contoh tanah dengan bor tangan adalah :

- a. Mendapatkan keterangan mengenai struktur (profil) secara visual
- b. Memperoleh indikasi variasi kadar air tanah asli menurut kedalaman
- c. Mendapatkan kealaman permukaan tanah
- d. Pengambilan contoh tanah *disturb* dan contoh tanah *undisturb*

PERALATAN

- | | |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1. Iwan Auger | 7. Palu besar |
| 2. Stang Bor | 8. Kaleng (untuk penyimpanan sampel) |
| 3. Pemutar Stang Bor | 9. Parapin (lilin) |
| 4. Tabung Contoh | 10. Kompas |
| 5. Stick aparat | 11. Pan |
| 6. Kunci pipa | 12. Spoon |

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Bersihkan daerah sekitar yang akan dibor.
2. Pasang auger pada stang bor, lalu pasang pemutarnya.
3. Tekan auger kedalam tanah sambil diputar, setelah contoh tanah mengisi auger sampai penuh (20 cm) auger diangkat dengan hati hati.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

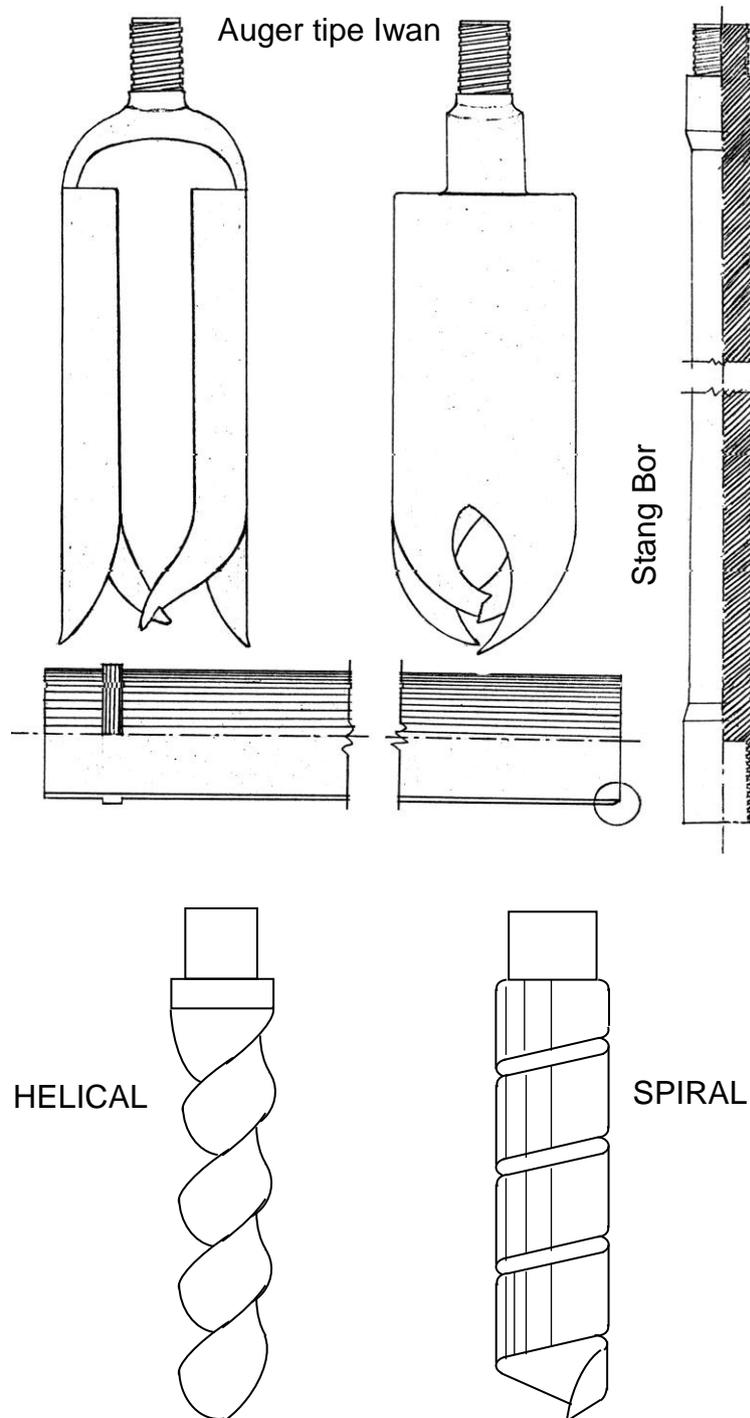
4. Keluarkan tanah pada auger untuk dibuat diskripsinya jenis tanah dan bahan bahan yang dikandungnya. Simpan dalam kaleng/ kantung plastik beri nomor titik bor, kedalaman dan tanggal pengeboran.
5. Ulangi prosedur 3 dan 4 sampai pada kedalaman yang diinginkan. Contoh tanah yang di dapat adalah **contoh tanah yang tidak asli (disturbed sample)** dan hanya digunakan untuk keperluan kasifikasi tanah dan diskripsinya.
6. Setelah mencapai kedalaman tertentu yang diinginkan. Contoh tanah yang didapat adalah **contoh tanah yang asli (undistrubed sample)** maka auger yang dipasang diganti dengan tabung contoh yang sudah disambung dengan stick aparat. Bila tanahnya lunak cukup ditekan saja, sampai tabung contoh penuh (40 cm) kemudian diputar untuk melepaskan contoh pada dasar tabung, untuk diangkat. Bila tanahnya keras maka digunakan palu pemukulnya perlahan lahan sampai tabung contoh penuh.
7. Setelah contoh tanah didapat dalam tabung, lepas stick aparat, dinding luar dibersihkan. Potonglah kedua ujung setebal 1 cm kemudian tutup dengan parafin/lilin. Lakukan satu persatu waktu penutupnya untuk mendapatkan keaslian contoh tanah.
8. Tulis label yang berisi nomor titik bor, kedalaman, bagian atas bawah, tanggal pengambilan contoh dan lainnya dibagian luar tabung.
9. Contoh tanah asli sebaiknya dimasukkan kedalam peti pelindung terutama bila tempat pemeriksaan/laboratorium cukup jauh. Dan secepatnya dilakukan analisa laboratorium agar didapat diskripsi tanah yang cukup akurat.

PERAWATAN

1. Bersihkan mata bor dan stangnya setiap kali selesai digunakan dengan oli secukupnya menghindari karat.
2. Sebelum dipakai tabung contoh harus keadaan bersih bagian dalamnya dan diberi pelumas sehingga tanah bisa masuk dan keluar dengan mudah.

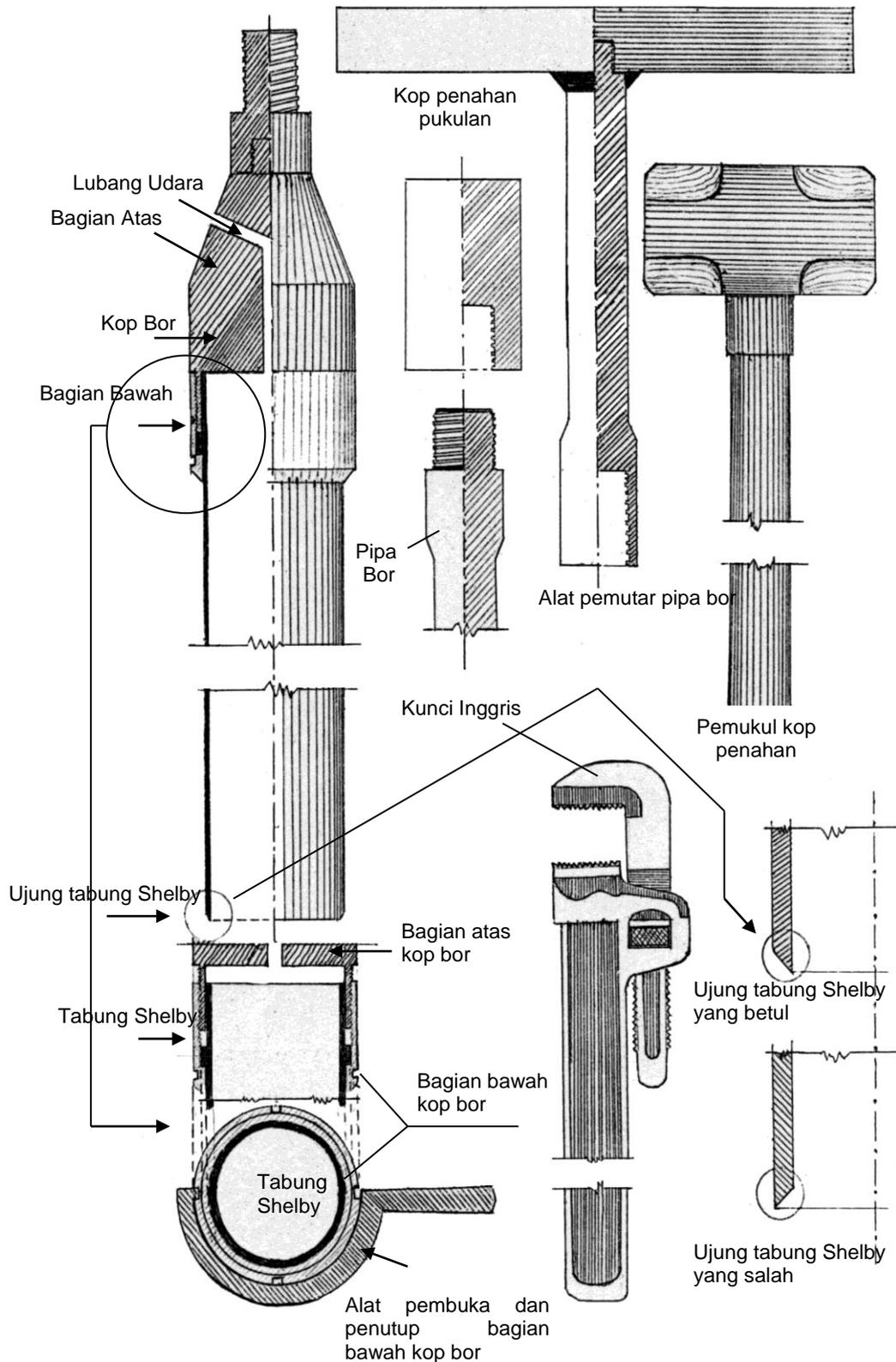


Gambar Peralatan Hand Bor



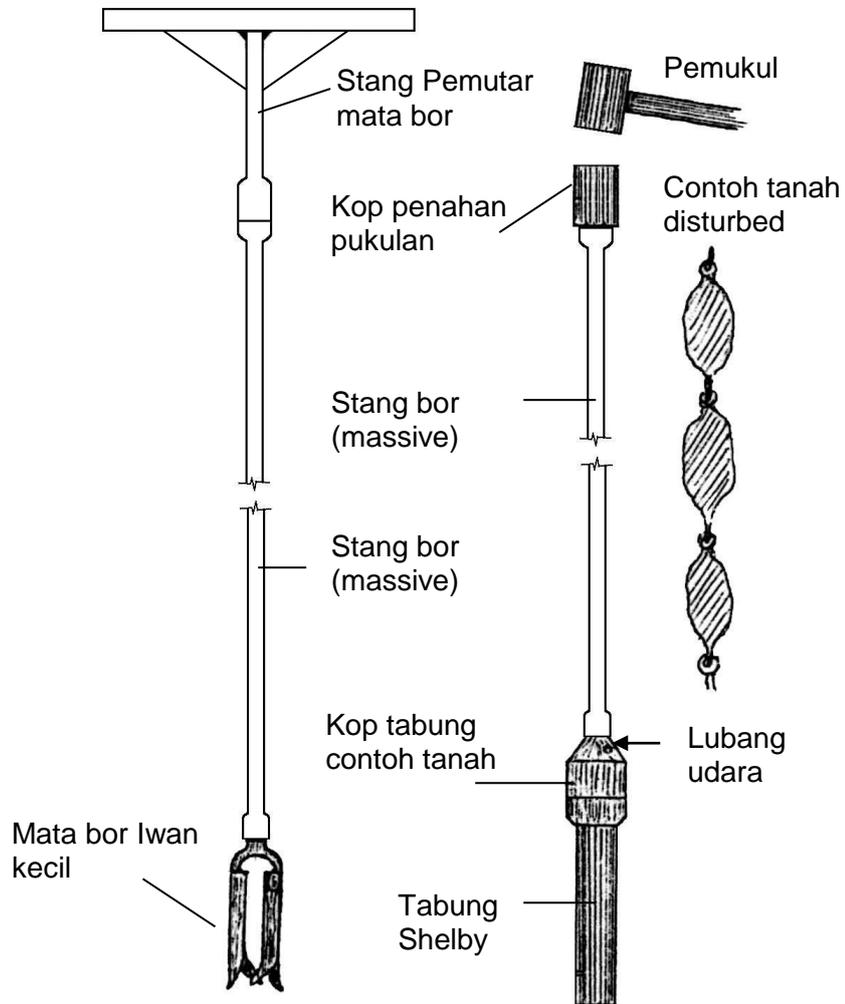


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294





DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)

Referensi : ASTM D6951/D6951M – 09

MAKSUD

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) *sub grade, sub base atau base coarse* suatu sistem perkerasan, dilakukan secara cepat dan praktis sebagai pekerjaan Quality Control kebutuhan peningkatan jalan pada kedalaman $\pm 1\text{m}$.

PERALATAN

1. Alat DCP
2. Kantong alat
3. Konus

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Letakkan alat pada posisi titik pengujian secara vertical 90^0 , bila terjadi penyimpangan sedikit saja akan menyebabkan kesalahan pengukuran yang relative besar.
2. Baca posisi awal penunjukan mistar ukur (X_0) dalam satuan mm. penunjukan X_0 ini tidak perlu tepat pada angka nol, karena nilai X_0 ini akan diperhitungkan pada nilai penetrasi. Masukkan nilai X_0 ini pada format data pada kolom ke 2 (pembacaan mistar mm), untuk tumbukan $N=0$ kolom ke1.
3. Angkat palu penumbuk sampai menyentuh pemegang, lalu lepaskan sehingga menumbuk landasan penumbuk. Tumbukan ini menyebabkan konus menembus lapisan material uji.
4. Baca posisi penunjukan mistar ukur (X_1) setelah terjadi penetrasi. Masukkan nilai X_1 ini pada kolom 2 baris ke2 (pembacaan mistar mm), untuk tumbukan $N=1$ masukkan pada kolom 1 baris ke 2.
5. Ulangi prosedur 3 dan 4 berulang kali sampai batas kedalaman yang akan diperiksa, masukkan data $X_2 - X_3 - X_4 - \dots - X_n$, pada kolom ke2 pada format data sesuai dengan kolom ke 1 $N = 2 - N = 3 - N = 4 - \dots - N = n$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

6. Isilah data kolom ke3 (penetrasi mm) pada format data yaitu selisih antara nilai X_1 dengan X_0
7. Isilah kolom ke4 (tumbukan per 25 mm) dengan rumus :

$$\frac{25}{X_1 - X_0} \times N$$

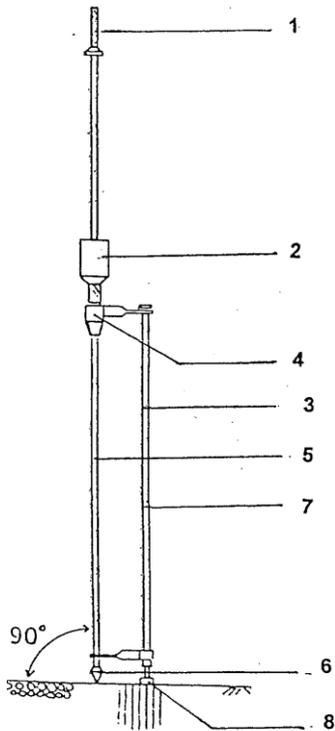
8. Dengan menggunakan grafik, tentukan nilai CBR yang bersangkutan dengan cara sebagai berikut :
 - Angka pada kolom ke 4 dimasukkan pada skala mendatar.
 - Tarik garis vertical ke atas sampai memotong grafik.
 - Dari titik perpotongan tersebut, tarik garis horizontal kekiri sampai memotong skala vertical.
 - Titik perpotongan tersebut menunjukkan nilai CBR, masukkan pada kolom ke6 sebagai nilai CBR rata-rata.

CATATAN :

Dimeter konus	= 20 mm.
Sudut kemiringan konus	= 60°.
Berat penumbuk	= 8 kg.
Tinggi jatuh	= 575 mm.
Mistar penetrasi	= 100 cm.
Diameter stang penetrasi	= 16 mm.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294



Keterangan gambar :

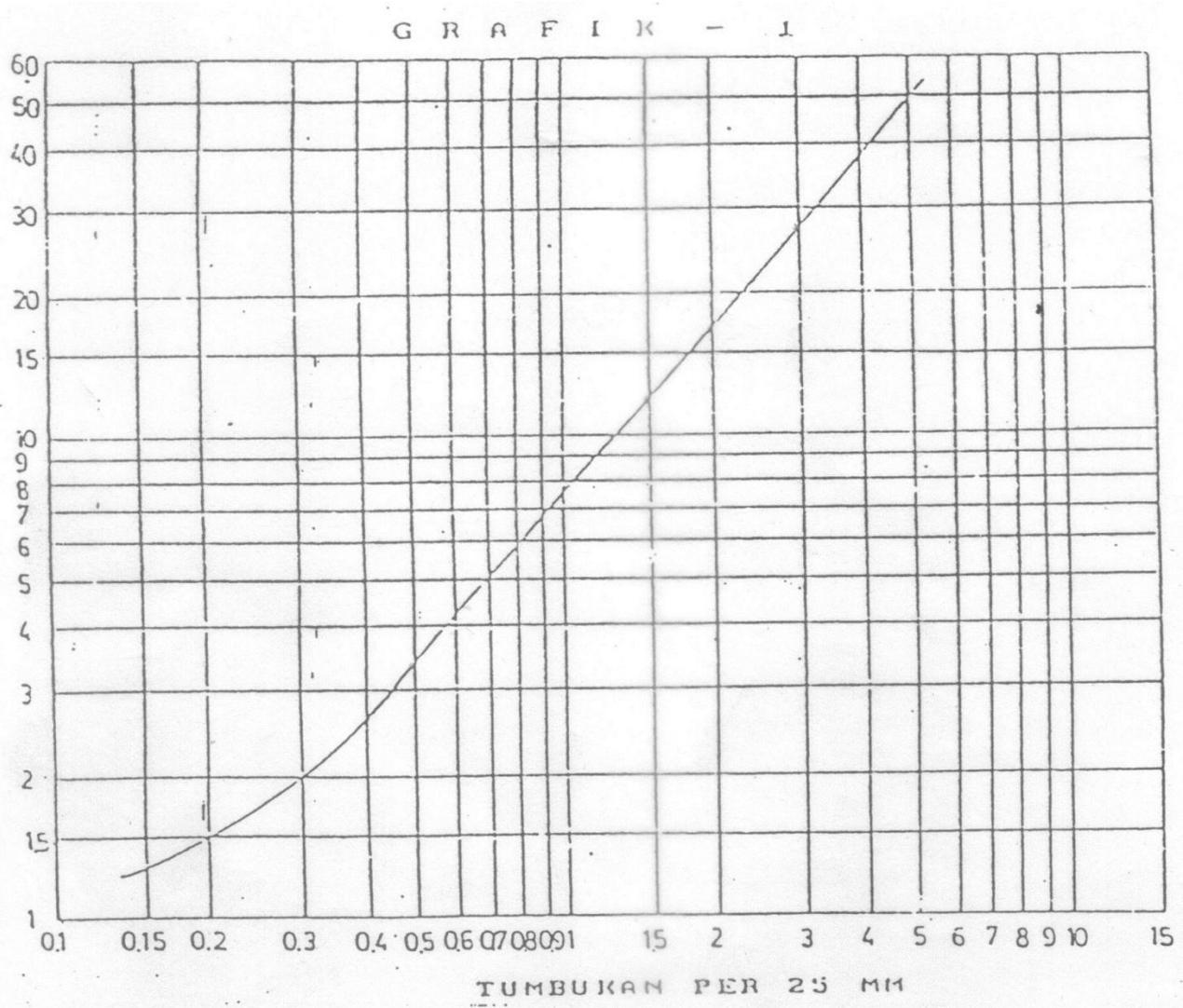
1. Pemegang.
2. Penumbuk.
3. Stang penghantar.
4. Kepala penumbuk.
5. Stang penetrasi.
6. Konus.
7. Mistar penetrasi.
8. Mur pengatur skala mistar.

Daimeter Konus	: 20 mm
Sudut Kemiringan	: 60°
Berat Penumbuk	: 8 kg
Tinggi jatuh Penumbuk	: 575 mm
Mistar Penetrasi	: 100 cm
Diameter Stang Penetrasi	: 16 mm

Gambar. Alat DCP



Grafik CBR %



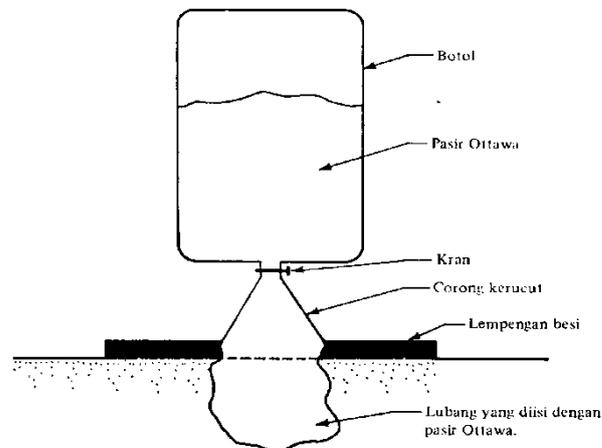


PENGUJIAN KERUCUT PASIR (SAND CONE)

Referensi : ASTM D1556-64

MAKSUD

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kepadatan lapisan tanah atau perkerasan yang telah dipadatkan dengan cara pengukuran volume secara langsung dan mengetahui kepadatan tanah, pasir, atau batu yang diizinkan untuk suatu pemadatan tanah atau untuk jalan raya, tanggul, irigasi dan timbunan. Hasil dari pengujian Sand Cone harus dibandingkan dengan hasil Compaction Test di laboratorium, jika diperoleh hasil yang meragukan atau tidak memenuhi syarat maka tanah di lokasi pengujian harus dipadatkan sampai batas yang diinginkan.



PERALATAN

1. Botol standar dan corong Sand Cone
2. Plat Sand Cone 30,48x30,48 cm D: 16,5 cm
3. Pasir standar ASTM
4. Timbangan 20 kg
5. Saringan dengan diameter 4,75 mm
6. Paku panjang dan palu besi 1 kg
7. Kuas halus lebar 5 cm
8. Kantong plastik
9. Sendok tanah



BAHAN YANG DIGUNAKAN

Pasir bersih yang kering (pasir Ottawa atau pasir Kuarsa lokal yang bersih, seragam dan bulat butirannya), yang lolos saringan No.20, tetapi tertahan di saringan No.30.

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Persiapan Percobaan

Sebelum pelaksanaan pengujian yang perlu diketahui :

- Berat volume pasir (γ pasir) dalam gr/cm^3
- Keran kerucut ditutup.

2. Pelaksanaan Percobaan

- Istilah botol dengan pasir secukupnya. Timbanglah berat botol bersama pasir = W_1 gram.
- Siapkan permukaan tanah yang akan diuji, sehingga diperoleh bidang rata dan datar. Letakkan plat dasar diatas tanah, buat tanda lubang plat pada tanah.
- Buat/gali lubang pada tanah di dalam tanda batas yang telah dibuat, dengan kedalaman ± 10 cm berbentuk cekungan. Kerjakan hati-hati dan hindarkan terganggunya tanah sekitar dinding dasar lubang. Perlu sangat hati-hati untuk tanah yang mudah longsor (tanah non kohesif).
- Kumpulkan/masukkan tanah hasil galian (jangan sampai ada yang tercecer) dalam cawan yang telah diketahui berat = W_3 (berat cawan kosong = W_2 gram).
- Dengan plat dasar di atas tanah, letakkan botol pasir dengan menghadap ke bawah di tengah plat dasar. Buka kran dan tunggu pasir yang masih dalam botol mengalir mengisi lubang dan corong, kemudian tutup kran.
- Tutup botol bersama corong dengan pasir yang masih ada dalam botol kemudian ditimbang = W_4 gram.
- Ambil sebagian tanah dalam cawan dan periksa kadar airnya, misal didapat kadar airnya = w (%).



PERHITUNGAN

1. Volume Lubang :

$$\frac{(\text{Br}t \text{ Pasir} + \text{Corong} + \text{Botol}) - (\text{Br}t \text{ pasir dlm lubang}) - (\text{Br}t \text{ sisa pasir dlm botol})}{\text{Berat Isi Pasir}(\text{Hasil Kalibrasi})}$$

2. Berat isi tanah : $\frac{\text{Berat Sampel dalam Lubang}}{\text{Volume Lubang}}$

3. $\alpha = \frac{\text{Berat sampel lolos ayakan No.4}}{\text{Berat sampel dalam lubang}}$

4. $\beta = \frac{(\text{Berat isi tanah}) \times \alpha}{G_s}$

5. Koreksi: $\frac{(\text{Berat Pasir} + \text{Corong} + \text{Botol}) - \alpha}{(\text{Berat Pasir} + \text{Corong} + \text{Botol}) - \beta}$

6. Berat Isi Tanah yang dikoreksi : Berat Isi Tanah x Koreksi

7. Berat Isi Kering Material : $\frac{\text{Berat Isi Tanah yang dikoreksi}}{1 + \text{Kadar Air Asli}}$

8. Berat Isi Kering : $\frac{\text{Berat Isi Tanah yang dikoreksi}}{1 + \text{Kadar Air Optimum}}$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

PENGUJIAN SAND CONE
ASTM D-1556

No.	Keterangan	Satuan	Nilai
1	Berat pasir+corong+botol	gr	
2	Berat Isi pasir (hasil Kalibrasi)	gr/cm ³	
3	Berat Pasir dalam corong	gr	
4	Berat sisa pasir dalam botol	gr	
5	Volume lubang $[(1)-(3)-(4)]/(2)$	cm ³	
6	Berat sample dalam lubang	gr	
7	Berat Isi tanah $(6)/(5)$	gr/cm ³	
8	Berat sample lolos ayakan No.40	gr	
9	A $(8)/(6)$		
10	B $[(7) \times \alpha]/G_s$		
11	Koreksi		
12	Berat isi tanah yang dikoreksi	gr/cm ³	
13	Kadar air asli	%	
14	Berat isi kering material	gr/cm ³	
15	Kadar air optimum (laboratorium)	%	
16	Berat isi kering	gr/cm ³	



BERAT JENIS TANAH (*SPECIFIC GRAVITY*) **ASTM D 854-83**

MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 4 dengan menggunakan labu ukur.

PERALATAN

1. Labu ukur 100ml
2. Thermometer 50 °C
3. Air suling (aquadest)
4. Cawang perendam
5. Botol air suling
6. Saringan No. 4
7. Timbangan dengan ketelitian 0,01
8. Desicator
9. Pompa vacum
10. Hot plate
11. Oven (110 ± 5) °C

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Siapkan benda uji secukupnya oven dengan temperature 60 °C sampai dapat digemburkan atau pengeringan dengan sinar matahari.
2. Dinginkan dalam desicator, bila menggumpal tumbuk dengan mortar & paste, saringan dengan saringan No. 4.
3. Cuci labu ukur dengan air suling lalu bilas dengan alkohol dan eather kemudian biarkan mongering dalam ruangan terbuka atau gunakan blower.
4. Timbang labu ukur yang sudah dikeringkan dalam keadaan kosong.
5. Ambil sample tanah sekitar 15 – 25 gram.
6. Masukkan sample kedalam labu ukur kemudian tambahkan air suling secukupnya.
7. Keluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkat didalamnya menggunakan pompa vacuum/*hot plate*.
8. Tambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur, ulangi berkali-kali sampai tidak terjadi penurunan air pada garis batas labu ukur tersebut.
9. Keringkan bagian luar labu ukur gunakan kapas dan *eather* lalu timbang dengan ketelitian 0,01 gram, lalu ukur dan catat suhu air tersebut.



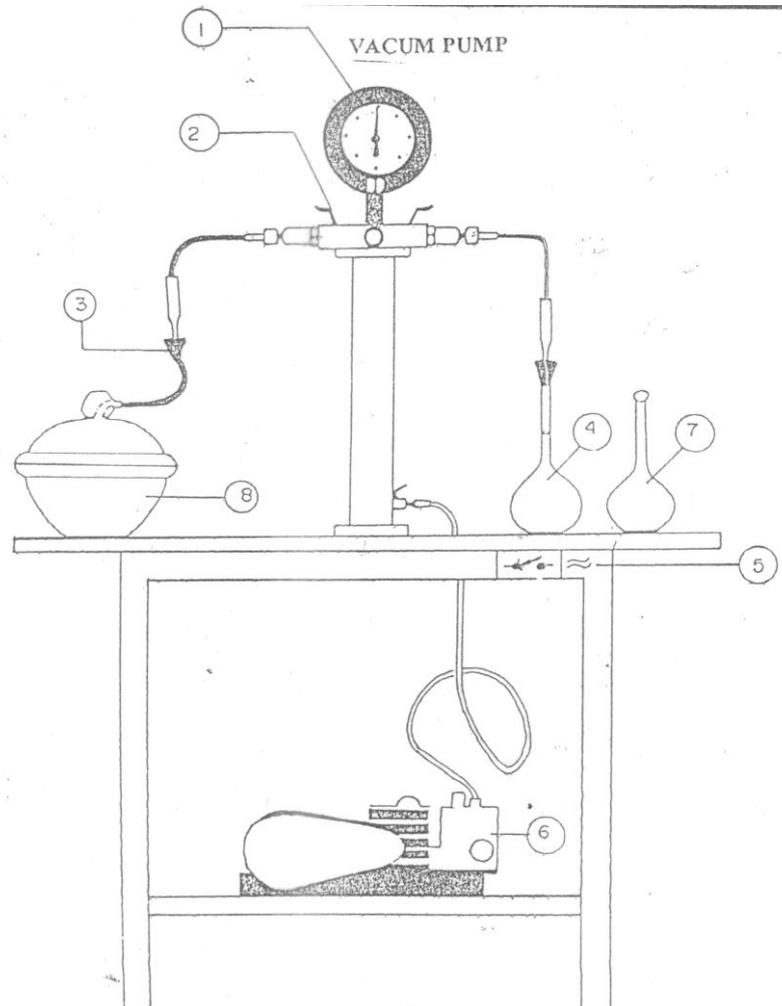
10. Bersihkan dan timbang PAN kosong lalu tuangkan labu ukur tersebut sampai benar-benar bersih (tidak ada yang tersisa).
11. Masukkan PAN berisi larutan tanah tersebut dalam oven, pada temperature 100°C sampai kering (beratnya tetap).
12. Ulangi lagi prosedur 5 s/d 11 sebagai perbandingan dan hitung nilai berat jenis (GS) nya masing-masing.

KALIBRASI LABU UKUR

1. Timbang labu ukur dalam keadaan kosong.
2. Masukkan air suling pada labu ukur sampai batas skala kemudian keluarkan gelembung udara didalamnya dengan vacuum pump. Tambahkan air suling bila masih kurang atau hisap kelebihanya dengan pipet.
3. Keringkan bagian luar labu ukur gunakan kapas dan eather lalu timbang dengan ketelitian 0,01 gram, catat beratnya dan temperaturnya (temperature ruang).
4. Dinginkan air suling dalam labu labu ukur (sampai $\pm 5^{\circ}\text{C}$ dibawah suhu ruang) dengan cara merendamnya dalam air es.
5. Tambahkan air sampai garis batas pada labu ukur yang terjadi penyusutan volume.
6. Keringkan bagian luar labu ukur gunakan kapas dan eather lalu timbang dengan ketelitian 0,01 gram, ukur dan catat suhunya.
7. Panaskan air dalam labu ukur (sampai $\pm 5^{\circ}\text{C}$ diatas suhu ruang).
8. Hisap dengan pipet kelebihan air yang terjadi karena pertambahan volume hingga tepat pada garis batas labu ukur dan catat suhunya.
9. Isikan data-data tadi dalam formulir lalu buat grafik hubungan antara temperature dan berat labu ukur + air.

PERAWATAN

Bersihkan labu ukur segera setelah selesai melakukan percobaan untuk menghindari kotoran yang melekat.



Gambar.
Peralatan berat jenis test

Ketengan gambar :

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1 Monometer | 5. Saklar On - off |
| 2 Kran keseimbangan udara | 6. Vacuum pump |
| 3 Selang kebotol | 7. Labu ukur |
| 4 Botol | 8. Cawan perendam |



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

Tabel Perhitungan Berat Jenis (Specific Gravity)

Kedalaman Contoh	Nomor Contoh					
Nomor Piknometer						
Berat Piknometer + Tanah (W1) gr						
Berat Piknometer (W2) gr						
Berat Tanah (WT=W1 – W2) gr						
Temperatur °C						
Berat Piknometer + Air + Tanah (W3) gr						
Piknometer + Air Pada °C (W4) gr						
Berat piknometer + air + tanah (W5) gr						
Isi Tanah (W5 – W3) gr						
Koreksi temperatur K						
Specific Gravity WT/(W5 – W3) gr/cm ³						
Specific Gravity rata-rata						



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

TABLE A-2 SPECIFIC GRAVITY OF WATER

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.9999	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9999	0.9998
10	0.9997	0.9996	0.9995	0.9994	0.9993	0.9991	0.9990	0.9988	0.9986	0.9984
20	0.9982	0.9980	0.9978	0.9976	0.9973	0.9971	0.9968	0.9965	0.9963	0.9960
30	0.9957	0.9954	0.9951	0.9947	0.9944	0.9941	0.9937	0.9934	0.9930	0.9926
40	0.9922	0.9919	0.9915	0.9911	0.9907	0.9902	0.9898	0.9894	0.9890	0.9885
50	0.9881	0.9876	0.9872	0.9867	0.9862	0.9857	0.9852	0.9840	0.9842	0.9838
60	0.9832	0.9827	0.9822	0.9817	0.9811	0.9806	0.9800	0.9795	0.9789	0.9784
70	0.9778	0.9772	0.9767	0.9761	0.9755	0.9749	0.9743	0.9737	0.9731	0.9724
80	0.9718	0.9712	0.9706	0.9699	0.9693	0.9686	0.9680	0.9673	0.9667	0.9660
90	0.9653	0.9647	0.9640	0.9633	0.9626	0.9619	0.9612	0.9605	0.9598	0.9591

TABLE A-3 VISCOSITY OF WATER

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	17.94	17.32	16.74	16.19	15.68	15.19	14.73	14.29	13.87	13.48
10	13.10	12.74	12.39	12.06	11.75	11.45	11.16	10.88	10.60	10.34
20	10.09	9.84	9.61	9.38	9.16	8.95	8.75	8.55	8.36	8.18
30	8.00	7.83	7.67	7.51	7.36	7.31	7.06	6.92	6.79	6.66
40	6.54	6.42	6.30	6.18	6.08	5.97	5.87	5.77	5.68	5.58
50	5.29	5.40	5.32	5.24	5.15	5.07	4.99	4.92	4.84	4.77
60	4.70	4.63	4.56	4.50	4.43	4.37	4.31	4.24	4.19	4.13
70	4.07	4.02	3.96	3.91	3.86	3.81	3.76	3.71	3.66	3.62
80	3.57	3.53	3.48	3.44	3.40	3.36	3.32	3.28	3.24	3.20
90	3.17	3.13	3.10	3.06	3.03	2.99	2.96	2.93	2.90	2.87
100	2.84	2.82	2.79	2.76	2.73	2.70	2.67	2.64	2.61	2.95



KADAR AIR (*MOISTURE CONTENT*) **ASTM D 2216**

MAKSUD

Test ini digunakan untuk menentukan kadar air sample tanah yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut.

Peralatan :

1. Cawan kadar air
2. Timbangan dengan ketelitian 0.01 gram
3. Oven
4. Desicator

Prosedur Percobaan :

1. Timbang tin box yang akan dipakai berikut tutupnya, lalu diberi nomor / tanda.
2. Masukkan benda uji yang akan diperiksa kedalam tin box lalu tutup kemudian timbang.
3. Lalu di oven yang suhunya telah diatur 110 °C selama 24 jam sehingga beratnya konstan (Tutup Tin Box dibuka)
4. Setelah dikeringkan, dinginkan dalam decicator, setelah dingin timbang kembali tin box.

Catatan :

1. Berat benda uji dan neraca yang dipakai harus disesuaikan dengan butiran tanah maksimum agar didapatkan hasil yang teliti.

Ukuran butir maksimum	Berat benda uji minimum	Ketelitian
-3/4	1000 gr	1 gr
-#10	100 gr	0.1 gr
-#10	10 gr	0.01 gr

2. Jika tidak tersedia oven pengering, maka pengeringan dapat dilakukan dengan cara:
 - Digoreng diatas kompor



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

- Dibakar langsung setelah disiram dengan spiritus (khusus untuk tanah yang tidak mengandung bahan yang mudah terbakar)
- 3. Masing-masing tin box dan tutupnya harus diberi tanda yang jelas agar tidak tertukar
- 4. Pada waktu menimbang tutup tin box selalu terpasang.
- 5. Untuk mendapatkan hasil yang dapat dipercaya, sample tanah diuji sebanyak 5 kali.

PERAWATAN :

1. Bersihkan tin box kedap air segera setiap kali selesai digunakan.
2. Jemur silica gel dalam desicator secara berkala untuk menghilangkan air yang diserapnya.

TABEL KADAR AIR
(Moisture Content)

NOMOR CONTOH DAN KEDALAMAN				
A	NOMOR TIN BOX			
B	BERAT TIN BOX (gr)			
C	BERAT TIN BOX + TANAH BASAH (gr)			
D	BERAT TIN BOX + TANAH KERING (gr)			
E	BERAT AIR = C – D (gr)			
F	BERAT CONTOH KERING = D – B (gr)			
G	KADAR AIR (W) = E/F x 100% %			
H	KADAR AIR RATA - RATA (W) %			



BERAT ISI (*DENSITY TEST*) **ASTM D 2937**

MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berat isi, angka pori, derajat kejenuhan suatu sample tanah.

PERALATAN

1. Ring berat isi
2. Jangka sorong
3. Timbangan dengan ketelitian 0.01
4. Oven (110 ± 5) °C
5. Decicator
6. Pan

PROSEDUR PERCOBAAN :

1. Bersihkan ring isi yang akan dipakai.
2. Ukur diameter dalam dan tingginya dengan jangka sorong, hitung volumenya.
3. Timbang ring berat isi dengan ketelitian 0.01 gram.
4. Masukkan sample tanah dalam ring langsung dari tabung contoh menggunakan ekstruder.
5. Ratakan permukaan tanah di kedua mukanya dan bersihkan bagian luarnya, timbang kembali berikut pan.
6. Masukkan ring berat isi yang berisi sample tanah tadi yang sudah ditimbang kedalam oven dengan suhu 110 °C selama 24 jam.
7. Setelah kering masukkan desicator sampai dingin lalu timbang kembali



TABEL BERAT ISI
(Density Test)

A	NOMOR RING / NOMOR CAWAN		
B	NOMOR CONTOH / TABUNG		
C	KEDALAMAN TANAH	cm	
D	BERAT RING	gr	
E	BERAT CAWAN	gr	
F	BERAT RING + CAWAN + TANAH BASAH	gr	
G	BERAT TANAH BASAH = (F) - (D) - (E)	gr	
H	VOLUME RING (VOLUME TANAH BASAH)	cm ³	
I	BERAT ISI TANAH BASAH = (G) / (H)	gr/cm ³	
J	BERAT RING + CAWAN + TANAH KERING	gr	
K	BERAT TANAH KERING = (J) - (D) - (E)	gr	
L	BERAT AIR = (G) - (K)	gr	
M	KADAR AIR = [(L) / (K)] X 100%	%	
N	BERAT TANAH KERING = (K) / (H)	gr/cm ³	
O	BERAT JENIS / GS		
P	VOLUME TANAH KERING = (K) / (O)	cm ³	
Q	ISI PORI = (H) - (P)		
R	DERAJAT KEJENUHAN (SR) = [(L) / (Q)] x 100%	%	
S	POROSITAS = [(Q) / (H)] x 100%	%	

KETERANGAN :

Diameter Ring = cm.

Tinggi Ring = cm.

Volume Ring = Luas alas x tinggi

$$= 1/4 \pi d^2 \cdot t$$

=

$$= \text{cm}^3.$$



PENGUJIAN BATAS CAIR DENGAN ALAT CASSAGRANDE

LIQUID LIMIT

ASTM D – 4318 - 84

MAKSUD

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air tanah pada batas cair dengan cara cassagrande yang akan digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah ukur.

PERALATAN

1. Alat batas cair standart (*Atter berg*)
2. Alat pembuat alur :
 - Graving tool (ASTM) untuk tanah kepasiran
 - Graving tool (*Cassagrande*) untuk tanah kohesif
3. Botol air Suling (botol semprot)
4. Timbangan dengan ketelitian 0.01 gr
5. Plat kaca
6. Tin Box
7. Spatula
8. Desicator
9. Oven (110 ± 5) °C

BENDA UJI

- Untuk jenis tanah butiran lebih halus dari saringan No. 40 (0.42 mm) langsung digunakan tanpa pengeringan dan penyaringan dahulu.
- Untuk jenis tanah butiran lebih kasar dari saringan N0. 40 (0.42 mm) terlebih dahulu dikeringkan diudara terbuka, kemudian disaring dengan saringan No. 40.

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Siapkan mangkok batas cair, bersihkan dari kotoran yang menempel
2. Atur ketinggian jatuh mangkok, dengan cara sebagai berikut :



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

- Kedurkan kedua baut penjepit, lalu putar handle/tuas pemutar sampai posisi mangkok mencapai tinggi jatuh setinggi 10 mm.
 - Untuk menentukan tinggi jatuh mangkok, kendurkan baut belakang, angkat mangkok masukkan bagian ujung tungkai pemutar alur ASTM tepat masuk diantara dasar mangkok dan alasnya, kencangkan kembali baut bagian belakang.
3. Ambil sample tanah \pm 100 gram lolos saringan No. 40, taruh diatas kaca plat pengaduk.
 4. Tambahkan air suling sedikit demi sedikit, aduk sample tanah tersebut hingga rata dengan menggunakan spatula.
 5. Setelah campuran homogen, ambil sample tanah tersebut, masukkan kedalam mangkok batas cair. Ratakan permukaannya sehingga sejajar dengan dudukan alat. Bagian yang paling tebal \pm 1 cm.
 6. Buatlah alur dengan membagi dua benda uji dalam mangkok tersebut. Gunakan alat pembuat alur (Grooving tool) melalui garis tengah mangkok secara simetris dengan posisi tegak lurus permukaan mangkok.
 7. Putar tuas/handle pemutar dengan kecepatan 2 putaran per detik (dalam 1 detik mangkok jatuh 2 kali) sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang $\frac{1}{2}$ " (12.5mm)
 8. Ambil sebagian benda uji dari mangkok tersebut dengan menggunakan spatula, masukkan kedalam tin box (cawan), tentukan kadar air tanah. Sisa benda uji diletakkan kembali di atas plat kaca.
 9. Ulangi prosedur mulai dari No. 4 s/d No. 7 dengan variasi penambahan air suling yang berbeda.

CATATAN :

1. Proses bersinggungannya kedua sisi tanah harus terjadi karena aliran dan bukan karena geseran antara tanah dan mangkok.
2. Selama berlangsungnya percobaan, kadar air harus dijaga konstan (pecampuran dilakukan dari kadar air terendah kemudian berurutan menuju yang lebih tinggi).
3. untuk memperoleh hasil yang lebih teliti, jumlah pululan diambil antara 10 – 20, 20 – 30 dan 30 – 40 , dengan 4 kali pengujian.



4. Alat pembuat alur Cassagrande digunakan untuk tanah berbutir halus (lempung) sedangkan tipe ASTM untuk tanah lempung kepasiran.

PERHITUNGAN

Untuk menentukan batas cair dilakukan langkah langkah sebagai berikut :

1. Gambarkan dalam bentuk grafik hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut berupa nilai kadar air dan jumlah pukulan. Nilai kadar air sebagai sumbu vertical dan jumlah pukulan merupakan skala horizontal dengan skala logaritma
2. Buat garis lurus melalui titik-titik tersebut, tentukan nilai batas cair benda uji tersebut berdasarkan nilai kadar air pada jumlah pukulan/ketikan ke 25

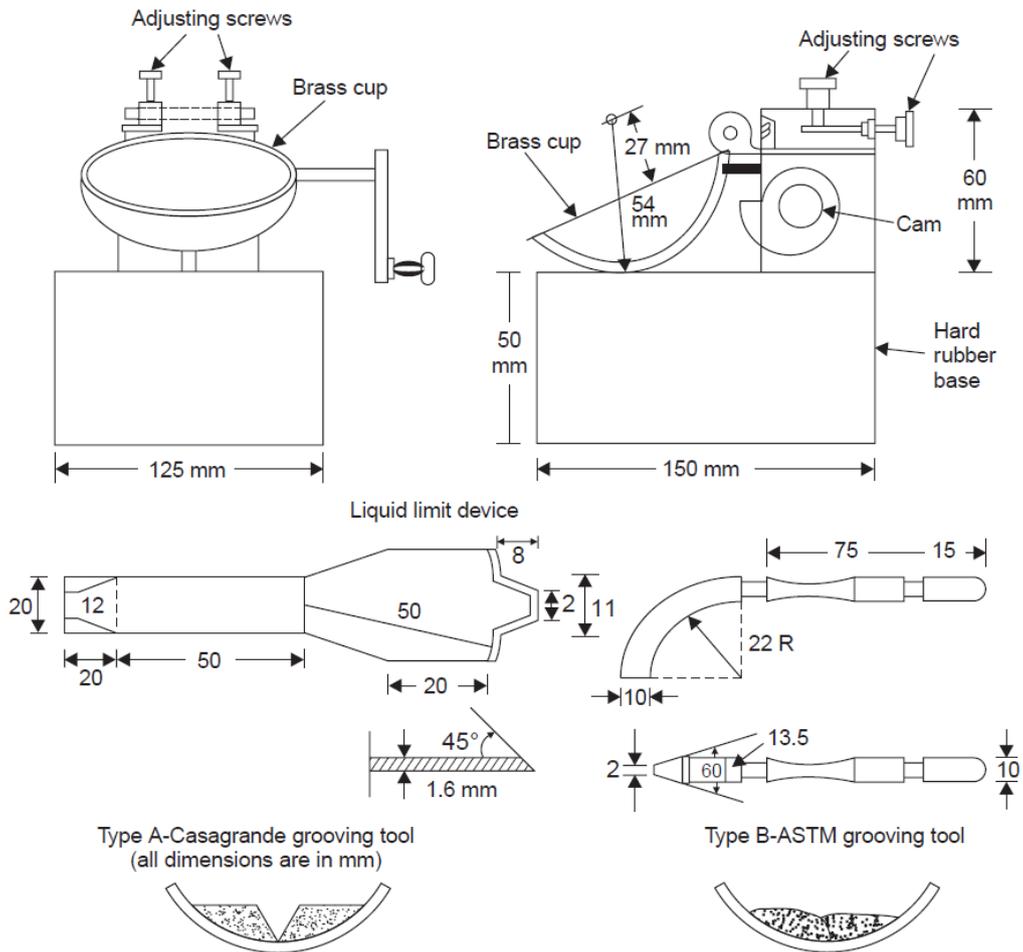
Apabila titik titik yang diperoleh tidak satu garis lurus, maka buatlah garis yang melalui titik-titik berat dari titik titik tersebut.

LAPORAN

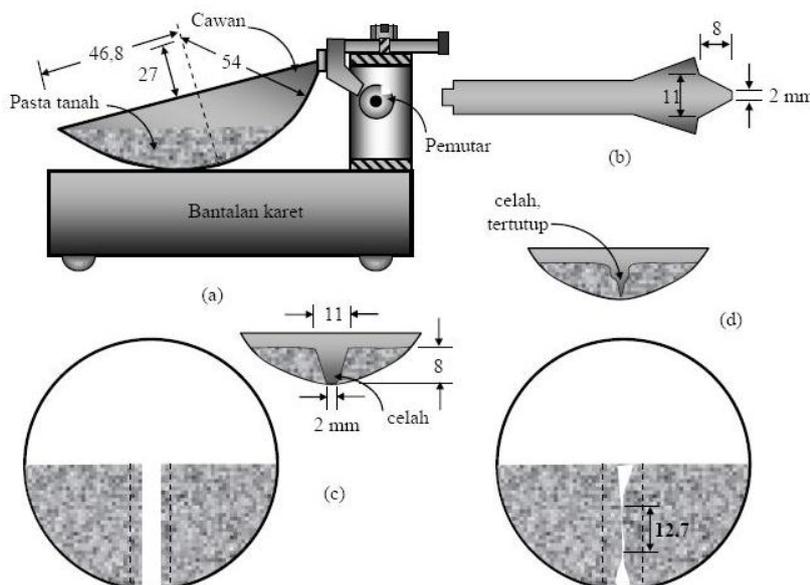
1. Catatlah hasil yang diperoleh pada formulir yang tersedia dan dilengkapi dengan kondisi tanah yang diuji didalam keadaan asli, kering udara, disaring atau tidak.

PERAWATAN

1. Bersihkan peralatan segera setelah percobaan selesai.
2. Lumasi pen penggantung mangkok supaya bias bergerak dengan bebas.
3. Kencangkan baut penjepit sentrik agar bias berputar sesuai dengan kecepatan putaran tuas (tidak slip).



Gambar.
Peralatan Pengujian Batas Cair dengan Alat Cassagrande



- Skema uji batas cair :**

 - a. Susunan alat uji batas cair
 - b. Grooving tool
 - c. Pasta tanah sebelum pengujian
 - d. Pasta tanah sesudah pengujian



PENGUJIAN BATAS PLASTIS (PLASTIS LIMIT)

SK SNI – 06 – 1989 – F

ASTM D - 4318

MAKSUD

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air tanah pada batas keadaan plastis dan keadaan semi padat (batas plastis) yang akan digunakan untuk menentukan jenis, sifat, dan klasifikasi tanah .

PERALATAN

1. Plat kaca
2. Batang pembanding dengan diameter 3 mm
3. Spatula
4. Botol (berisi air suling)
5. Mangkok pengaduk
6. Tin Box (cawan)
7. Oven

BENDA UJI

Siapkan benda uji yang lolos saringan No. 40

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Ambil benda uji yang lolos saringan No 40 sebanyak 20 gram.
2. Letakkan pada mangkok pengaduk atau palt kaca, lakukan pengadukan dengan menambah air suling sedikit demi sedikit, atau aduk sehingga kadar air merata (homogen).
3. Setelah didapat campuran yang homogen, buatlah bola-bola tanah seberat ± 8 gram, kemudian bola-bola tanah tersebut digeleng geleng di atas plat kaca dengan ujung jari tengah dengan kecepatan penggelengan 80-90 giling/menit, sampai retak-retak pada diameter 3 mm dan bandingkan dengan batang pembanding. Apabila sebelum mencapai diameter 3 mm benda uji sudah retak, satukan kembali, kemudian tambahkan air sedikit demi sedikit dan aduk hingga homogen. Bila penggelengan



sudah mencapai diameter lebih kecil dari 3 mm tanpa menunjukkan keretakan, maka benda uji dibiarkan beberapa saat diudara.

4. Ambil benda uji yang telah mencapai keretakan pada diameter 3 mm, masukkan ke dalam tin box (cawan), tentukan kadar airnya dengan menggunakan metoda pengujian kadar air.

PERHITUNGAN

1. Batas plastis benda uji ditentukan berdasarkan nilai kadar air benda uji tersebut.
2. Contoh tanah dinyatakan Non Plastis (NP) apabila nilai bats cair dan batas plastis tidak dapat dipadatkan
3. Dari hasil nilai batas cair dan batas plastis dapat dihitung nilai indeks plastisitas dengan menggunakan rumus sbg berikut :

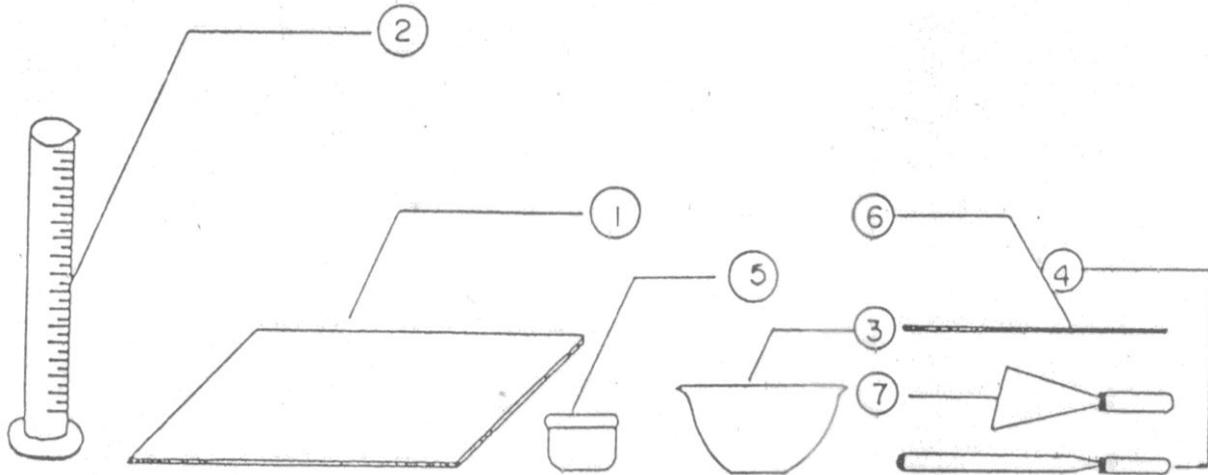
$$I_p = W_i - W_p$$

Dimana :

I_p = Indeks plastisitas

W_i = Batas cair

W_p = Batas plastis



Gambar
Peralatan batas plastis

Keterangan gambar :

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1. Plat kaca | 5. Tin box |
| 2. Gelas ukur | 6. Batang Pembanding |
| 3. Cawan porselin | 7. Sendok Pengaduk |
| 4. Spatula | |



BATAS UJI SUSUT (SHRINKAGE LIMIT) **ASTM D – 4318**

MAKSUD

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air pada batas semi padat ke keadaan padat yang disebut batas susut dan digunakan untuk menentukan sifat-sifat tanah.

PERALATAN

1. Prong plate
 - Cawan Porselin
 - Monel dish
 - Cristalizing dish :
 - Dish (diameter 5 cm)
 - Overflow dish (diameter 9 cm)
2. Plat Kaca
 - Plat kaca tanpa jarum
 - Plat kaca yang punya 3 buah jarum/kaki (prong plate)
3. Gelas ukur
4. Timbangan
5. Air raksa
6. Oven
7. Spatula

BENDA UJI

Siapkan benda uji yang lolos saringan No. 40 sebanyak 30 gram.

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Letakkan tanah tersebut dalam porselin dish, tambahkan air suling sedikit demi sedikit untuk mengisi seluruh pori-pori tanah.
Jumlah air yang diperlukan untuk mencapai konsistensi agar mudah diaduk kira-kira sedikit lebih tinggi diatas penambahan air untuk pengujian batas cair.



2. Olesi bagian dalam monel dish dengan Vaseline/grease secara merata untuk mencegah lekatan benda uji dengan monel dish.
3. Isi 1/3 bagian monel dish dengan pasta tanah yang telah dipersiapkan lalu pinggir monel dish diketuk-ketuk ringan sehingga pasta tanah mengisi rongga monel dish secara merata dan memadat.

Lakukan hal yang sama untuk lapisan berikutnya sehingga pasta tanah mengisi monel dish sampai penuh dan padat dan tidak ada gelembung-gelembung udara yang terperangkap.

4. Ratakan permukaan benda uji yang mengisi monel dish dengan spatula.
5. Timbang monel dish dan benda uji basah, keringkan di udara pada temperatur ruang hingga nampak perubahan warna dari warna gelap ke warna terang. Kemudian masukkan ke dalam oven dengan temperatur constant yaitu $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ} \text{F}$) selama 24 jam.

6. Tentukan Volume benda uji kering dengan cara sebagai berikut :

- a. Tentukan berat monel dish kosong.
- b. Letakkan monel dish di atas cristalizing dish, isi monel dish dengan air raksa sampai meluap, tekan permukaan monel dish dengan plat kaca agar air raksa dapat mengisi seluruh volume monel dish.
- c. Tentukan volume monel dish dengan menentukan berat air raksa yang terdapat pada monel dish. Volume monel dish merupakan volume benda uji basah (V).

7. Tentukan volume benda uji kering dengan cara sebagai berikut :

- a. Tentukan berat cristalizing dish dalam keadaan kosong.
- b. Ulangi langkah 6.a, buang air raksa yang melimpah pada cristalizing dish.
- c. Masukkan benda yang sudah kering ke dalam monel dish yang berisi air raksa, tekan dengan menggunakan prong plate sampai benda uji tenggelam dan nampak benda uji tertutup seluruhnya oleh air raksa.
- d. Catat berat air raksa yang melimpah pada cristalizing dish. Berat ini menunjukkan volume benda uji basah (V_0).



PERHITUNGAN

1. Tentukan kadar air benda uji dengan menggunakan metoda pengujian kadar air.
2. Tentukan volume benda uji basah maupun kering dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Volume benda uji} = \frac{\text{Berat air raksa}}{\text{B. J air raksa}}$$

3. Penentuan nilai batas susut dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$SL = W - \left(\frac{V - V_0}{W_0} \times 100\% \right)$$

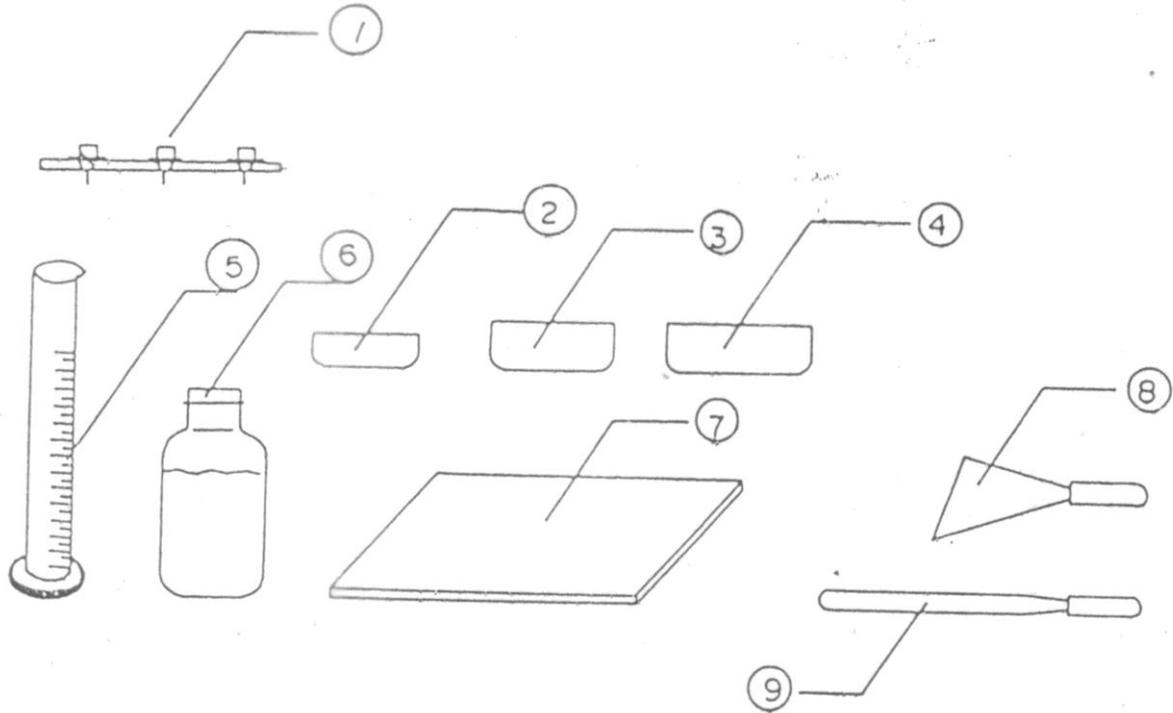
Dimana :

SL = Batas susut V = Volume benda uji basah

W = Kadar air benda uji V₀ = Volume benda uji kering

W₀ = Berat benda uji

V = Volume benda uji



Gambar
Peralatan Batas Susut

Keterangan gambar :

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. Prong plate | 6. Mercury (Air Raksa). |
| 2. Monel dish | 7. Plat kaca |
| 3. Cristalizing dish | 8. Spatula |
| 4. Cawan Petry | 9. Sendok pengaduk. |
| 5. Gelas ukur | |

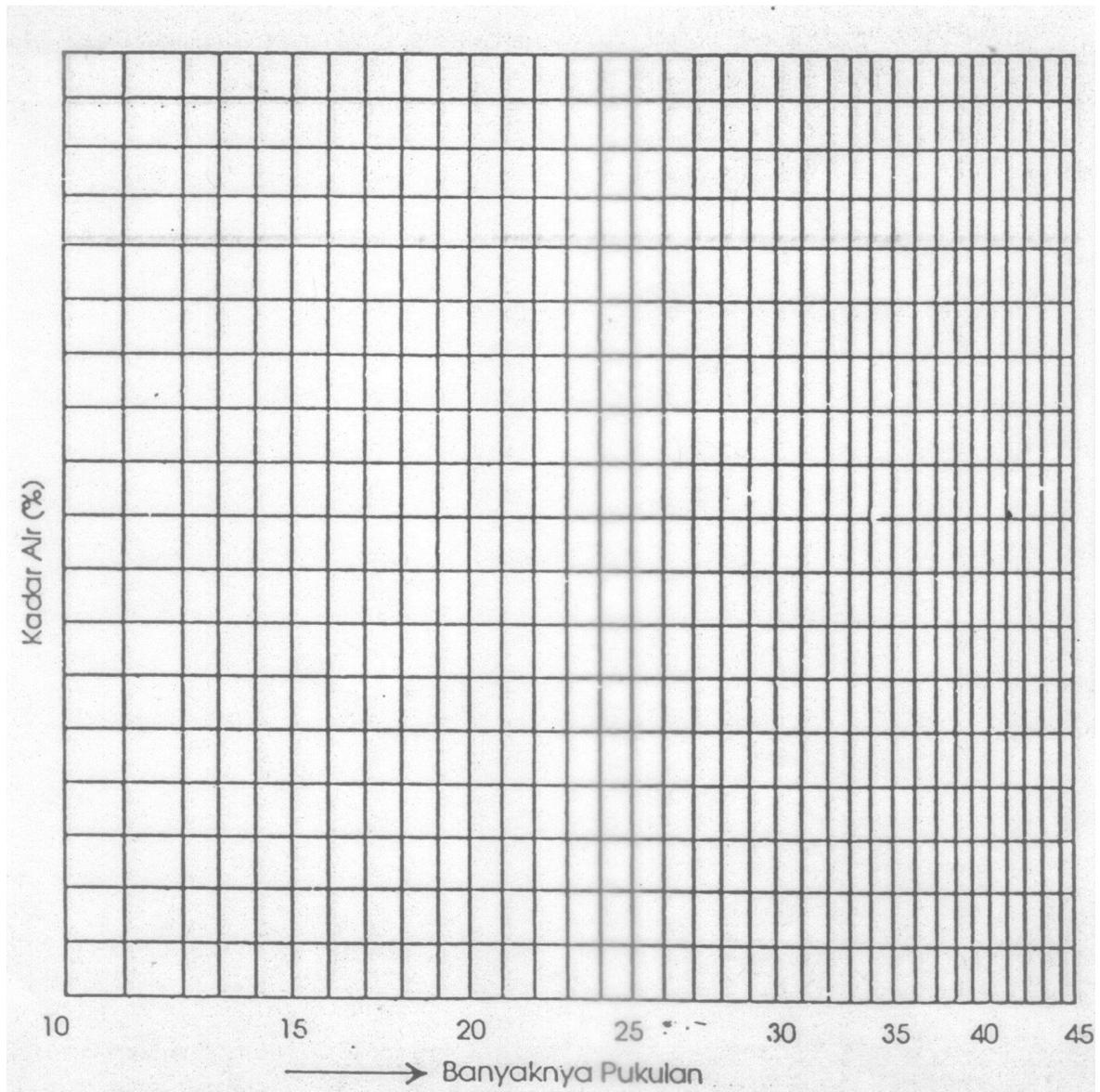


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

PEMERIKSAAN BATAS-BATAS ATTERBERG

(ASTM D-423-66, SK SNI M-07-1989F)

No.	BANYAKNYA PUKULAN NOMOR CAWAN	BATAS CAIR				BATAS PLASTIS	
I	BERAT CAWAN						
A	BERAT CAWAN + CONTOH BASAH (A) gr						
B	BERAT CAWAN + CONTOH KERING (B) gr						
C	BERAT AIR (A – B) gr						
D	BERAT CONTOH KERING (B – I) gr						
E	KADAR AIR = C / D x 100% %						





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

Batas Uji Susut (S.L)		
No. Cawan		
Berat Cawan		
Berat Cawan + Contoh Tanah Basah		
Berat Cawan + Contoh Tanah Kering		
Berat Air		
Berat Contoh Kering	(W _o)	
Kadar Air (W)	(W)	
Isi Contoh Basah	(V)	
Isi Contoh Kering	(V _o)	
$S.L = W - \left[\frac{V - V_o}{W_o} \right] \times 100\%$		
Rata-rata		

LL %	PL %	PI %	SL %	CATATAN :
				Contoh dalam keadaan : - Asli/kering. Udara - Disaring/tidak



ANALISA SARINGAN (SIEVE ANALYSIS)

ASTM D - 421

MAKSUD

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi) tanah yang tertahan saringan No 200 dan menentukan distribusi butiran sutau contoh tanah (pasir dan kerikil) sebagai dasar untuk mengklarifikasikan macam-macam tanah.

PERALATAN

1. Mesin pengguncang saringan (Sieve Shaker)
2. Saringan (Sieve)
3. Timbangan dengan ketelitian 0.01
4. Talam

PROSEDUR PERCOBAAN

Cara Kering (A):

1. Bersihkan masing-masing saringan dan pan yang akan digunakan, kemudian timbang masing-masing saringan tersebut dan susun sesuai standart yang dipakai
2. Letakkan susunan saringan tersebut diatas alat pengguncang.
3. Keringkan benda muji dalam oven dengan temperatur 60° sampai dapat digemburkan, atau dengan panas matahari, kemudian tumbuk dengan palu karet agar butirannya tidak hancur.
4. Masukkan benda uji ke dalam susunan saringan kemudian di tutup.
5. Kencangkan susunan penjepit saringan.
6. Hidupkan motor penggerak mesin pengguncang selama 10-15 menit
7. Setelah dilakukan pengguncangan selama 10-15 menit, mesin pengguncang dimatikan. Biarkan selama 5 menit untuk memberi kesempatan debu-debu agar mengendap.
8. Timbang berat masing-masing saringsn berseta benda uji yang tertahan didalamnya, demikian pula dengan pan.

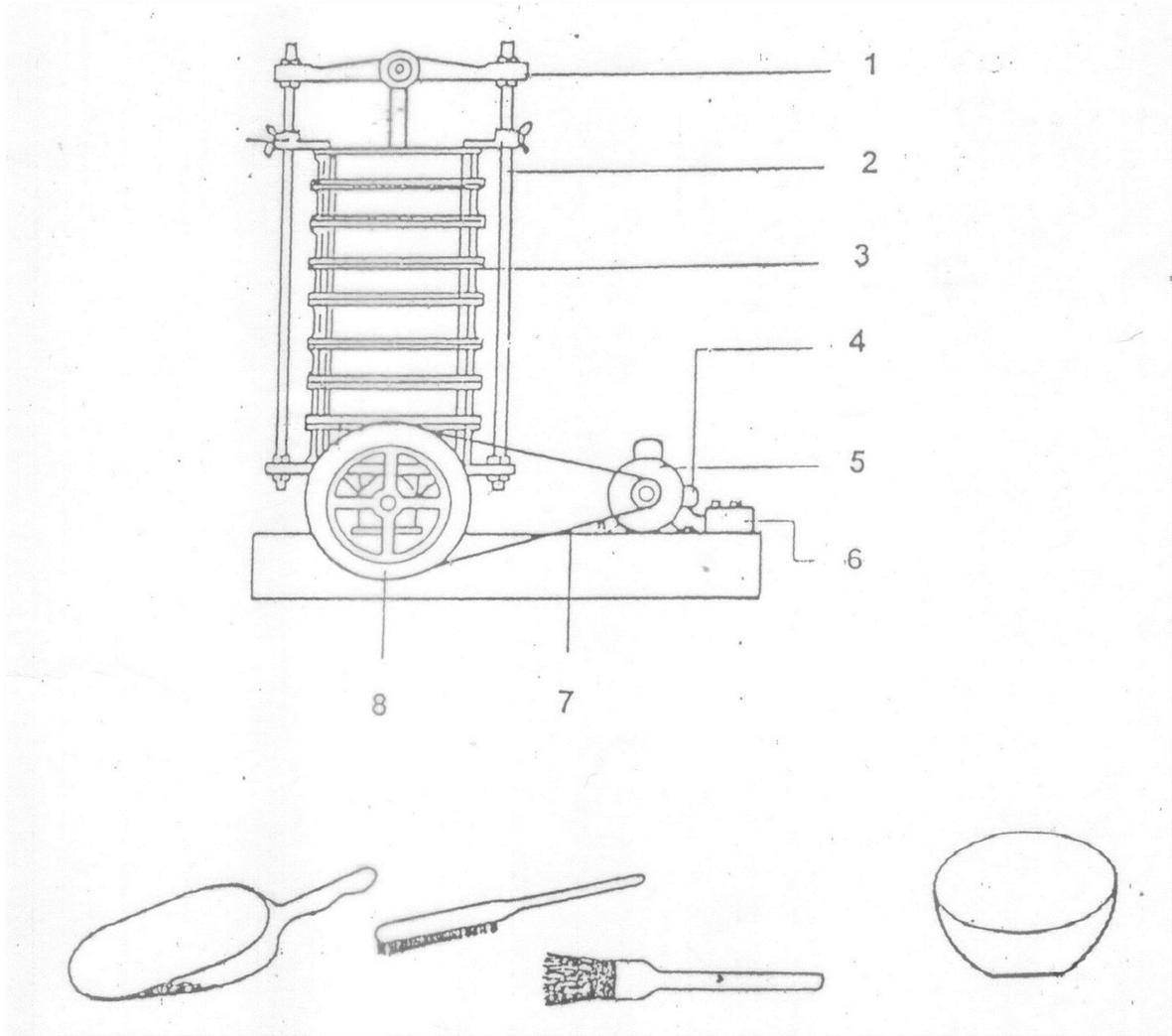


Cara Basah (B):

1. Contoh tanah dari lapangan dikeringkan (dijemur) atau menggunakan alat pemanas lain dengan suhu tidak lebih dari 60°C . Tumbuk gumpalan-gumpalan tanah dengan menggunakan palu karet agar butiran-butirannya lepas. Agar benda uji dapat mewakili, maka dilakukan cara seperempat atau dengan memasukkan ke dalam sample splitter.
2. Timbang sample sebanyak 500gram, masukkan ke dalam saringan No 200 kemudian cuci sampai air sampai kelihatan bersih. Keringkan sample tertahan saringan No 200 tersebut didalam oven selama 24 jam dengan suhu 110°C .
3. Susun satu set saringan sesuai dengan standart yang digunakan.
4. Timbang masing-masing saringan tersebut dan sebelumnya bersihkan dengan sikat/kuas
5. Masukkan sample yang tertahan saringan No 200 kedalam saringan yang telah disusun, guncangkan dengan menggunakan Sieve Shaker (Alat Pengguncang) selama 10-15 menit, diamkan selama 5 menit agar sample mengendap.
6. Timbang sample yang tertahan pada masing-masing saringan.
7. Hitung hasil keseluruhan.

PERAWATAN

1. Setelah selesai dipakai, segera dibersihkan saringan tersebut dengan menggunakan sikat halus, dan ditiup dengan kompresor.
2. Lumasi dengan oli bagian-bagian yang bergerak secara berkala.
3. Kencangkan semua baut yang kendur
4. Apabila goyangan terlalu keras dan berisik, putar sedikit tiang penggantung agar posisinya segaris dengan sentrik. Atur ruang kosong antara sentrik dengan coakan alas pengguncang agar tidak terlalu rapat, lalu oleskan stempet secukupnya



Gambar
Peralatan Analisa Saringan

Keterangan gambar:

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1. Palang Penggantung | 5. Motor Penggerak |
| 2. Penggantung Saringan | 6. Saklar |
| 3. Saringan | 7. Sabuk Pemutar |
| 4. Kondensor | 8. Puli |



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

TABEL ANALISA SARINGAN TANAH

BERAT TANAH KERING : gr						
Nomor Saringan	Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Tertahan (gr)	Berat Tertahan (gr)	Σ Berat Tertahan (gr)	Presentase	
					Tertahan %	Lolos %
1 1/2 " (38.1 mm)						
1" (25.4 mm)						
3/4" (19.1 mm)						
1/4" (9.52 mm)						
No. 4 (4.75 mm)						
No. 8 (2.36 mm)						
No. 16 (1.18 mm)						
No. 30 (0.60 mm)						
No. 50 (0.30 mm)						
No. 100 (0.15 mm)						
No. 200 (0.075 mm)						
PAN						

KETERANGAN :

Loyang = gr

Loyang + tanah = gr

Tanah kering = gr



ANALISIS UKURAN BUTIR (GRAIN SIZE ANALYSIS)

ANALISIS HIDROMETER (HIDROMETER ANALYSIS)

- ASTM D421-58 & D422-63
- SNI 03-3423-1994

MAKSUD

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan persentase kadar lumpur dalam tanah dan menentukan distribusi butiran suatu contoh tanah (lanau atau lempung). Menentukan distribusi butiran tanah serta menentukan klasifikasi jenis tanah dan membandingkan persentase butiran lanau dan lempung. Alat hidrometer yang digunakan makin lama makin turun kebawah jika lumpur makin mengendap, sehingga alat hidrometer pada waktu tertentu menunjukkan angka nol dan hal ini berarti bahwa lumpur sudah mengendap. Percobaan ini didasarkan pada hubungan antara kecepatan jatuh dari suatu butiran didalam suatu larutan, diameter butiran, berat jenis butiran, berat jenis larutan dan kepekaan larutan. Adapun maksud dari pengujian hidrometer adalah menentukan ukuran dan susunan butiran (gradasi) tanah yang lolos saringan No. 200.

PERALATAN YANG DIGUNAKAN

1. Hidrometer tipe B 151 H atau A 152 H
2. Gelas ukur kapasitas 1000 ml
3. Termometer
4. Mechanical Stirer
5. Batang Pengaduk
6. Stop Watch
7. Botol Air Suling
8. Bak Kaca
9. Water Heater



PEMBUATAN LARUTAN DISPERSI

1. Masukkan water glass secukupnya ke dalam beaker glass lalu tambahkan air suling, aduk sampai homogen.
2. Bersihkan gelas ukur 1000 ml lalu keringkan. Masukkan larutan tadi ke dalam gelas ukur kemudian tambahkan air suling sedemikian rupa sehingga didapat larutan dengan berat jenis 37,5 (pada skala hidrometer A) atau 1,023 (skala hidrometer B). Larutan ini harus diperbarui sebulan sekali.

PEMBUATAN LARUTAN STANDART

3. Bersihkan hidrometer jar 1000 ml yang lain kemudian masukkan larutan disperse tadi sebanyak 200 ml. Tambahkan air suling sampai skala 1000 ml (larutan standart).
4. Masukkan larutan standart ini ke dalam bak perendam pada temperatur ruangan setempat lalu sesuaikan dengan temperature pada water heater agar temeperatur stabil.

KALIBRASI HIDROMETER

1. Masukkan hidrometer ke dalam larutan standart, biarkan beberapa saat sampai suhu hidrometer sama dengan sushu larutan standart. Catat penunjukan skala hidrometer pada ujung meniskusnya (r_w)
2. Ukur diameter dalam hidrometer jar dengan menggunakan jangka sorong lalu hitung luas permukaannya (A_j).
3. Siapkan gelas ukur 1000 ml lalu isi dengan air sampai skala 800 ml, kemudian masukkan hidrometer ke dalam. Hitung volume hidrometer yang terendam yaitu selisih antara pembacaan kedua dan pembacaan pertama (V_h).
4. Tentukan titik tengah bagian hidrometer yang menggelembung, beri tanda dengan spidol.
5. Ukur jarak antara titik tersebut dengan skala hidrometer paling atas (Z_{ra}), demikian pula dengan skala paling bawah (Z_{rb}).
6. Buat grafik hubungan antara Z_r (sebagai ordinat) dan $R = 1000(r-1)$ sebagai absis. Grafik ini disebut sebagai grafik A.



7. Buat grafik B dengan jarak vertical $V_h/2.A_j$ di bawah grafik A. Grafik ini memasukkan factor koreksi perubahan tinggi air akibat perendaman hidrometer .
8. Masukkan hidrometer ke dalam larutan standart dalam bak perendam. Selama tidak dipergunakan, hidrometer harus selalu berada dalam larutan standart ini.

CARA ANALISTIS

9. Ambil seluruh sampel tanah yang terapung dalam pan (lolos saringan no. 200) dari hasil percobaan analisa saringan. Bila sampel tersebut terlalu banyak, ambil sebagian saja (sekitar 50 gram).
10. Masukkan sampel tanah ke dalam beaker glass lalu tambahkan larutan dispersi sebanyak 200 ml, diamkan minimal 12 jam.
11. Masukkan larutan tanah tersebut ke dalam dispersion cup lalu aduk dengan menggunakan stirrer selama 5 menit.
12. Masukkan larutan tanah tadi ke dalam hydrometer jar 1000 ml yang sudah bersih lalu bilas dispersion cup berulang kali engan air suling sampai bersih.
13. Tambahkan air suling ke dala hydrometer jar sampai temperaturnya sama dengan temperature air pada bak perendam, siapkan stop watch dan formulir percobaan.
14. Angkat hydrometer jar dari balik bak perendam lalu tutup bagian atasnya dengan telapak tangan. Balikkan hydrometer jar berulang kali selama 30 detik, jangan sampai ada tanah yang masih menempel pada dasar hydrometer jar tersebut. Masukkan kembali hydrometer jar ke dalam bak perendam.
15. Segera masukkan hydrometer ke dalam larutan tanah, lakukan pembacaan (r) pada detik ke 15, 30, 60, 120.
16. Pindahkan hydrometer ke dalam hydrometer jar larutan standart kemudian ulangi prosedur 18 dan 19 sampai didapat pembacaan yang sama secara berpasangan.
17. Setelah selesai pembacaan menit ke 2 dan mendapatkan harga yang sama (stop watch jalan terus) hydrometer dipindahkan ke dalam larutan standart lalu baca penunjukan skala hydrometer tersebut dalam larutan standart (rw).

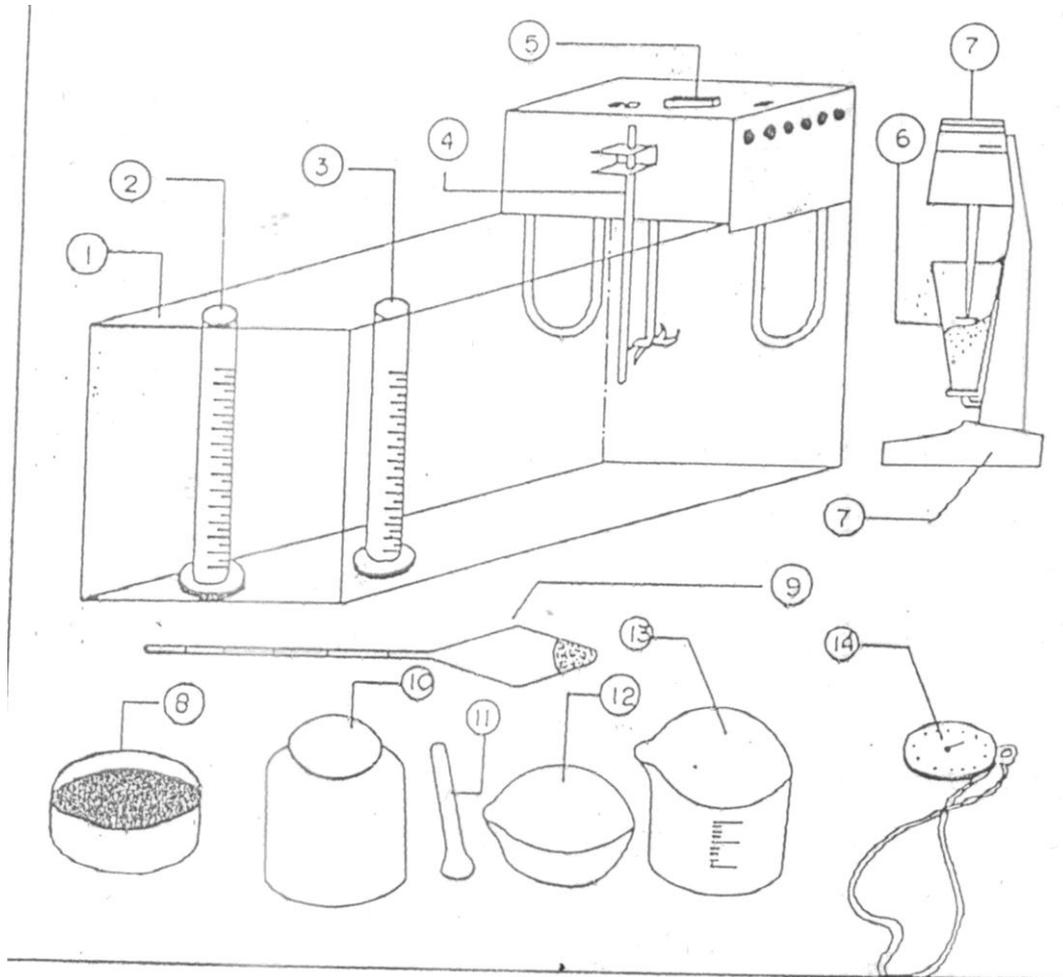


18. Catat pukul berapa percobaan ini dilakukan lalu susun waktu pembacaan selanjutnya .
tutuplah hydrometer jar dengan kertas lembab untuk menghindari penguapan selama percobaan berlangsung.
19. Lakukan pemcabaan hydrometer dalam larutan tanah dan larutan standart pada menit ke 5, 15, 30 kemudian pada jam ke 1, 4 dan 24. Catat pula suhu larutan pada masing-masing pembacaan.
20. Bersihkan dan timbang dish kosong.
21. Masukkan larutan tanah ke dalam dish sampai benar-benar bersih, lalu masukkan ke dalam oven selama 24 jam pada suhu 110°C.
22. Timbang berat dish + tanah kering lalu hitung berat tanah keringnya.
23. Bersihkan gelas ukur dan hydrometer jar setelah selesai percobaan.

PERAWATAN

1. Bersihkan gelas ukur setelah percobaan selesai. Bila terlalu lama biarkan, timbul kerak yang sulit dibersihkan.
2. Cuci mengkok pengaduk dengan air sampai bersih lalu keringkan dan gosok bagian dalamnya untuk menghilangkan sisa-sisa larutan disperse.
3. Bila mechanical stirrer tidak bekerja dengan baik, buka plat penutup atasnya. Periksa kabel dan kool elektromotornya ganti bila perlu.
4. Bersihkan hydrometer yang telah selesai dipakai dengan air suling, keringkan dengan sangat hati-hati karena mudah patah.
5. Bila pemanas air tidak bekerja, buka boxnya dan periksa apakah kedua elemen tersebut masih baik, bila perlu ganti.
6. Ganti thermostat bila sushu air dalam bak perendam tidak bisa diatur lagi.

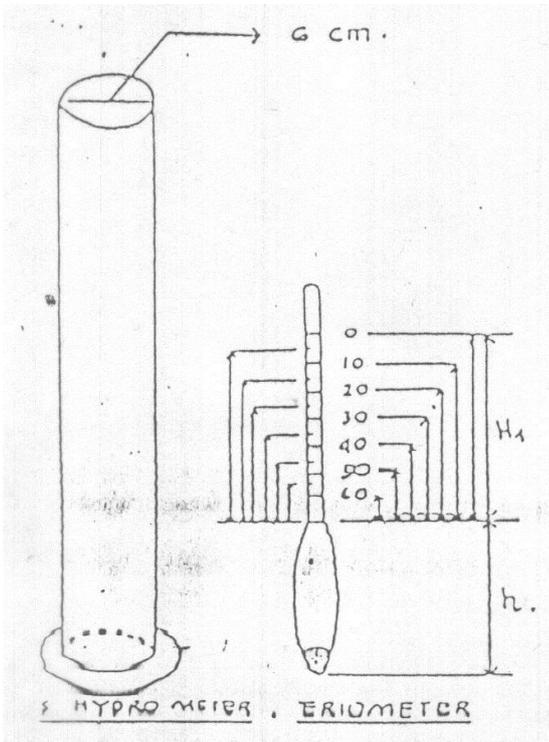
HIDROMETER TEST



Keterangan Gambar :

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Bak Perendam | 8. Cawan Pengering |
| 2. Gelas Larutan Standart | 9. Hidrometer |
| 3. Gelas Larutan Dispersi | 10. Tempat Water Glass |
| 4. Termometer | 11. Batang Pengaduk |
| 5. Pengatur Suhu | 12. Cawan Penumbuk |
| 6. Cawan Pengaduk | 13. Gelas Ukur |
| 7. Alat Pengaduk | 14. Stop Watch |

HIDROMETER "A"



1. Keterangan

- Hidrometer bagian A skala 0-60.
- Berat Eriometer 48,38 gr.
- Larutan water galss 25 cc
- Eriometer ditimbang untuk mencari harga HR

2. Contoh Tanah

- Tanah kering Oven 50 gr
- Contoh tanah lolos saringan no. 10
- Water glass dilarutkan selama 24 jam

3. Rumus Mencari Harga

$$HR = H_1 + 0.5 \left(h - \frac{Vh}{A} \right)$$

Keterangan :

h	: Panjang Badan Eriometer	: 14,325 cm
H ₁	: panjang Tongkat Eriometer	: 10,225 cm
Vh	: Berat Eriometer	: 48,38 gr
Ø	: Diameter Glass Hidrometer	: 6 cm
A	: Luas Glass Hidrometer	: 28,27 cm ²

$$HR = H_1 + 0.5 \left(h - \frac{Vh}{A} \right)$$

$$HR = 10,225 + 0.5 \left(14,325 - \frac{48,38}{28,27} \right)$$

$$HR = 10,225 + 0.5 (14,325 - 1,71)$$

$$HR = 10,225 + 0.5 (12,615) \quad \Rightarrow \quad 12,615 \times 0.5 = 6.3075$$

$$HR = 16, 5325$$



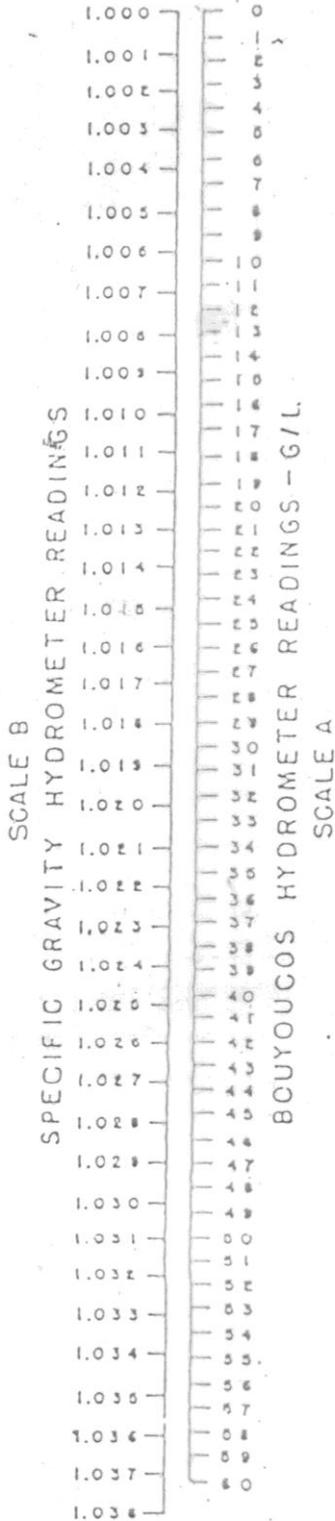
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

SKALA ERIOMETER	PANJANG SKALA ERIOMETER	SKALA PANJANG ERIOMETER + 0.5(h – Vh/A)
0	10,225	16,53
5	9,450	15,76
10	8,710	15,02
15	8,180	14,49
20	7,310	13,62
25	6,685	12,99
30	5,925	12,23
35	5,220	11,53
40	4,555	10,86
45	3,840	10,15
50	3,100	9,41
55	2,470	8,78
60	1,735	8,01



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294**

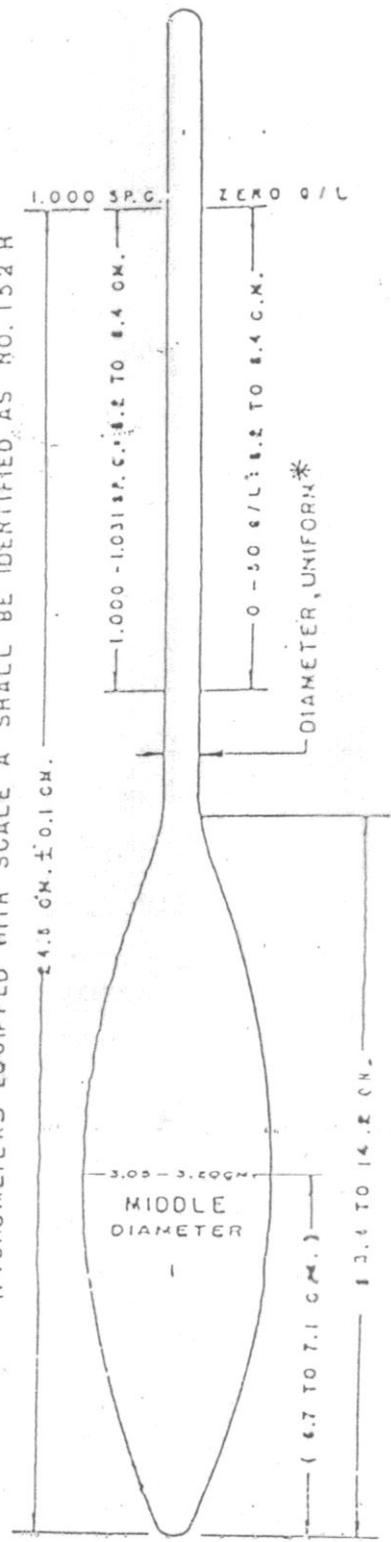


THE SPECIFIC GRAVITY SCALE (SP.G.) SHALL BE CALIBRATED TO READ 1.000 AT 68°F. AND IT SHALL EXTEND BEYOND THE LIMITS SHOWN, SO AS TO READ FROM 0.995 TO 1.038. THE GRAMS PER LITER SCALE (G/L) SHALL BE EXTENDED 5 G/L ABOVE ZERO (1.000 SP.G.) AND DOWN TO 60 G/L. THE BULB SHALL BE SYMMETRICAL ABOVE AND BELOW THE MIDDLE DIAMETER, AND SHALL BE BLOWN INTO A MOLD TO ASSURE UNIFORMITY OF PRODUCT.

* THE DIAMETER OF THE STEM MAY BE VARIED TO ADJUST THE LENGTH OF THE SCALE SPECIFIED BUT THE STEM SHALL BE UNIFORM IN DIAMETER FROM TOP TO BOTTOM.

THE ACCURACY OF THE SCALE SHALL BE ± 1 SCALE DIVISION. DISTRIBUTED UNIFORMLY OVER THE SCALE LENGTH.

HYDROMETERS EQUIPPED WITH SCALE B SHALL BE IDENTIFIED AS NO. 151 H
HYDROMETERS EQUIPPED WITH SCALE A SHALL BE IDENTIFIED AS NO. 152 H





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

NILAI FAKTOR KOREKSI "K"
UNTUK BAHAN DISPERSI WATERGLASS

SUHU (Derajat Celcius)	5 Sampai + 60 Gram/Liter	BERAT JENIS 0,995 - 1,038
20	-0.5	-0.0003
21	-0.2	-0.0001
22	+0.2	+0.0001
23	+0.5	+0.0003
24	+0.8	+0.0005
25	+1.2	+0.0007
26	+1.5	+0.0009
27	+2.0	+0.0012
28	+2.4	+0.0015
29	+2.8	+0.0017
30	+3.2	+0.0020

NILAI FAKTOR KOREKSI "K"
UNTUK BAHAN DISPERSI SODIUM HEXA META POSPHATE

SUHU (Derajat Celcius)	5 Sampai + 60 Gram/Liter	BERAT JENIS 0,995 - 1,038
20	-0.3	-0.0018
21	-2.7	-0.0017
22	-2.3	+0.0015
23	-2.0	+0.0013
24	-1,7	+0.0011
25	-1.3	+0.0008
26	-1.0	+0.0006
27	-0.5	+0.0003
28	-0.1	+0.0001
29	-0.3	+0.0002
30	-0.7	+0.0004



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

NILAI FAKTOR KOREKSI "a"

BERAT JENIS	a
2.90	0.95
2.85	0.96
2.80	0.97
2.75	0.98
2.70	0.99
2.65	1.00
2.60	1.10
2.55	1.02
2.50	1.04
2.45	1.05
2.40	1.07
2.30	1.08



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

PEMERIKSAAN HIDROMETER (ASTM)

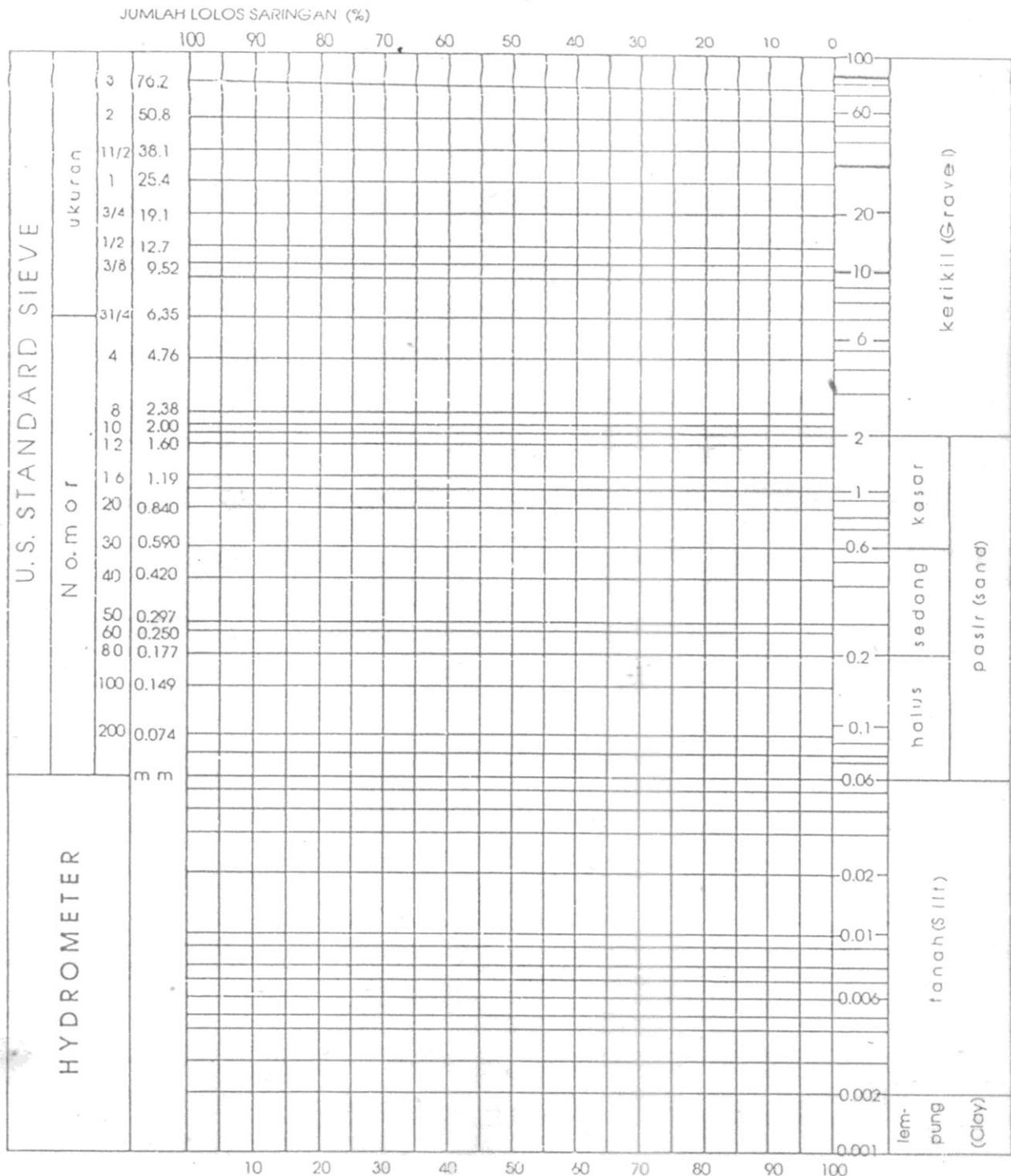
Saringan	Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	Persentase		Persentase Lewat tdp Seluruh Contoh
			Tertahan	Lewat	
10					
20					
40					
80					
100					
200					

Angka lewat saringan No. 200

PUKUL	WAKTU	SUHU	PEMBACAAN HIDROMETER	DIAMETER (D)	KOREKSI SUHU (k)	PEMBACAAN TERKOREKSI (Rh.k)	KALIBRASI	PERSENTAS E MENGENDAP	PERSENTASE MENGENDAP TERHADAP CONTOH
	Menit	T °C							
	0								
	0.5								
	1								
	2								
	5								
	15								
	30								
	1 JAM								
	4 JAM								
	24 JAM								



GRAFIK PEMBAGIAN BUTIR (ASTM)





TEST PEMAMPATAN KONSOLIDASI (CONSOLIDATION COMPRESSION)

- ASTM D2435-70
- SNI 03-2812-1992

MAKSUD

Pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam melakukan pengujian tanah untuk mengetahui sifat-sifat pemampatan tanah pada saat dibebani.

PERALATAN

1. Alat Konsolidasi
2. Cetakan Benda Uji
3. Alat Pengeluar Benda Uji
4. Stop Watch
5. Dial Deformasi
6. Timbangan
7. Oven

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Bersihkan cetakan benda uji dan keringkan, kemudian timbang.
2. Siapkan benda uji :
 - Keluarkan contoh tanah dari tabung sampel sepanjang 1 cm dengan menggunakan ekstruder tabung lalu dipotong dan diratakan.
 - Pasang cetakan di depan tabung contoh lalu keluarkan contoh tanah dengan ekstruder sehingga cetakan terisi penuh dengan tanah.
 - Ratakan tanah yang menonjol di kedua ujung cetakan benda uji dengan pisau pemotong.
 - Potong kelebihan tanah dengan hati-hati dan tentukan kadar air bagian yang terpotong tersebut.
 - Timbang cetakan beserta contoh tanah dan tentukan berat tanahnya sendiri.
 - Keluarkan contoh tanah dari cetakan dengan cara didorong dengan besi pemotong.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

3. Masukkan benda uji tersebut ke dalam ring contoh dengan hati-hati, jangan sampai terjadi pemampatan.
4. Pasang kertas saringan di bagian atas dan bawah sampel, kemudian pasang batu pori pada bagian atas dan bawah.
5. Masukkan dalam sel konsolidasi.
6. Pasang pelat penekan di atas batu pori kemudian letakkan bola baja kecil coakan pelat penekan di atas pelat penekan tersebut bagian tengahnya.
7. Letakkan pada alat konkolidasi.
8. Atur posisi palang penekan sehingga horizontal, dengan cara memutar span skrup di bagian belakang.
9. Atur ketinggian baut penekan hingga tepat menyentuh bola baja.
10. Atur posisi dial deformasi dalam posisi tertekan, kemudian dial tersebut di nol kan, tahan lengan beban dengan palang penahan.
11. Pasang beban pertama yang menghasilkan tekanan benda uji sebesar $0,25 \text{ kg/cm}^2$.
12. Baca deformasi tanah pada detik ke 0, 6, 10,15, 30 kemudian pada menit ke 1, 2, 4, 8,12, 15,25, 30 dan pada jam ke 16, 20, 25, 30.
Setelah dibebani selama 1 menit, sel konsolidasi diisi air sampai penuh.
13. Pasang beban kedua sebesar 2 kalibeban pertama, lakukan pembacaan sesuai prosedur ke 12.
14. Lakukan hal yang sama untuk beban-beban yang lebih besar (4x, 8x, 16x, 32x).
Beban maksimum disesuaikan dengan beban yang akan bekerja pada lapisan tanah tersebut.
15. Setelah dilakukan pempebanan maksimum, kurangi beban dalam dua tahap sampai mencapai beban pertama. Baca dial deformasi 5 jam setelah pengurangan beban lalu beban dikurangi lagi.
Lakukan pembacaan kembali setelah 5 jam berikutnya.
16. Segera setelah pembacaan terakhir dicatat, keluarkan ring contoh dan benda uji dari sel konsolidasi.
17. Keluarkan batu pori dan kertas saring.
18. Keluarkan benda uji dari dalam ring contoh lalu timbang dan tentukan berat keringnya.



CATATAN

1. Untuk menjaga supaya tidak terjadi perubahan kadar air, benda uji harus segera diperiksa dan diberi beban pertama.
2. Pada permulaan percobaan, batu pori harus benar-benar rapat serta batu penekan benda uji dan pelat penekan, bola baja serta baut penekan harus rapat satu sama lainnya.

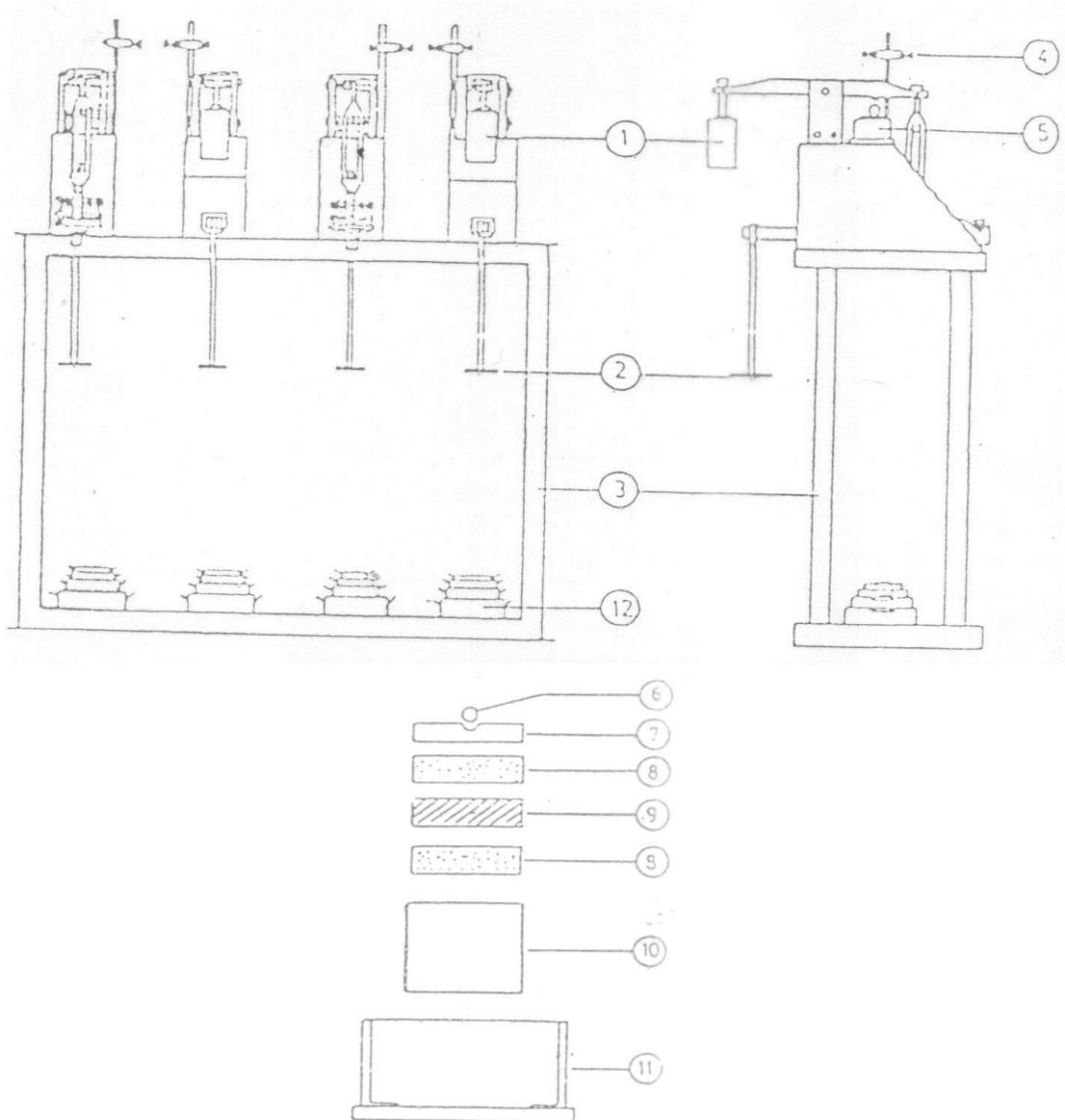
Jika hal ini tidak diperhatikan, maka pada pembebanan pertama kemungkinan diperoleh pembacaan penurunan yang jauh lebih besar daripada harga sesungguhnya.

3. Selama percobaan sel konsolidasi harus selalu terisi penuh dengan air.
4. Untuk tanah tertentu yang memiliki factor swelling yang cukup besar, kemungkinan pada saat pembebanan pertama yang terjadi bukan penurunan melainkan pengembangan.

Dalam hal ini, segera pasang beban kedua untuk menghentikan pengembangan tanah tersebut. Bila hal ini tidak menolong segera beri beban ketiga dan seterusnya.



KONSOLIDASI
CONSOLIDATION



KETERANGAN GAMBAR :

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1. Beban Keseimbangan | 7. Pelat penekan |
| 2. Pelat beban | 8. Batu Pori |
| 3. Tiang Penyangga | 9. Benda Uji |
| 4. Dudukan Dial | 10. Ring Contoh |
| 5. Sel Konsolidasi | 11. Sel Konsolidasi |
| 6. Bola Baja | 12. Beban |



PEMERIKSAAN KONSOLIDASI (Form A)

KADAR AIR BERAT ISI		SEBELUM	SESUDAH
A	Berat Ring		
B	Berat Tanah Basah + Ring		
C	Berat Tanah Basah		
D	Berat Cawan		
E	Berat Tanah Kering + Cawan + Ring		
F	Berat Tanah Kering		
G	Berat Air (C – F)		
H	Kadar Air = $G/F \times 100\%$		
I	Volume Tanah Basah/Ring		
J	Berat Isi Basah = C/I		
K	Berat Isi Kering = $\frac{J}{100+H} \times 100\%$		

PEMBACAAN DIAL								
Beban Kg	0.83	1.65	3.30	6.60	13.20	26.40	6.60	0.83
Tekanan (Kg/cm ²)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	8.00	0.25
0 detik								
15 detik								
1 menit								
2 menit								
4 menit								
8 menit								
15 menit								
30 menit								
1 jam								
2 jam								
4 jam								
8 jam								
24 jam								

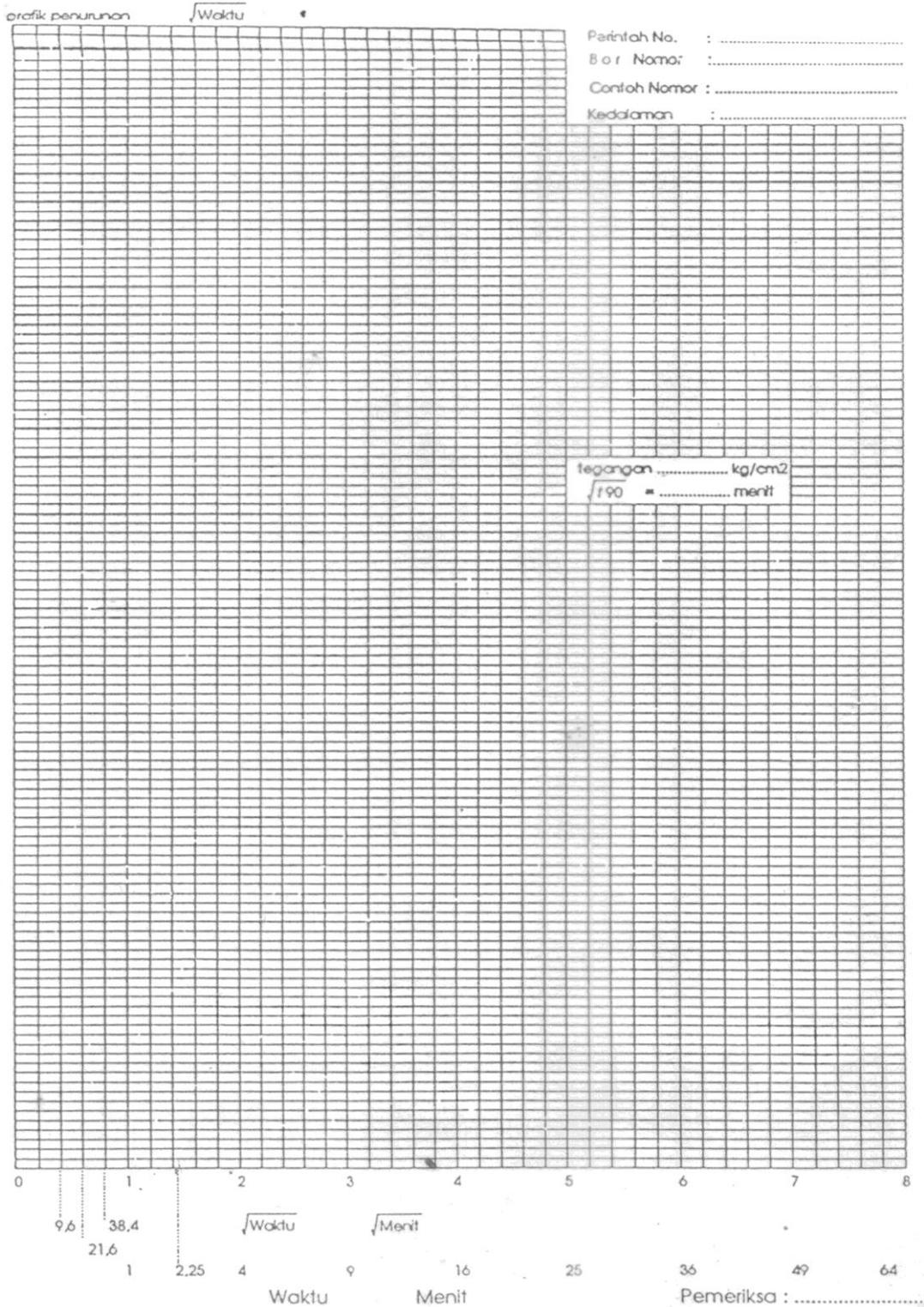


PEMERIKSAAN KONSOLIDASI

FORM - B

(SK-SNI. M. 107 - 1990 - 03)

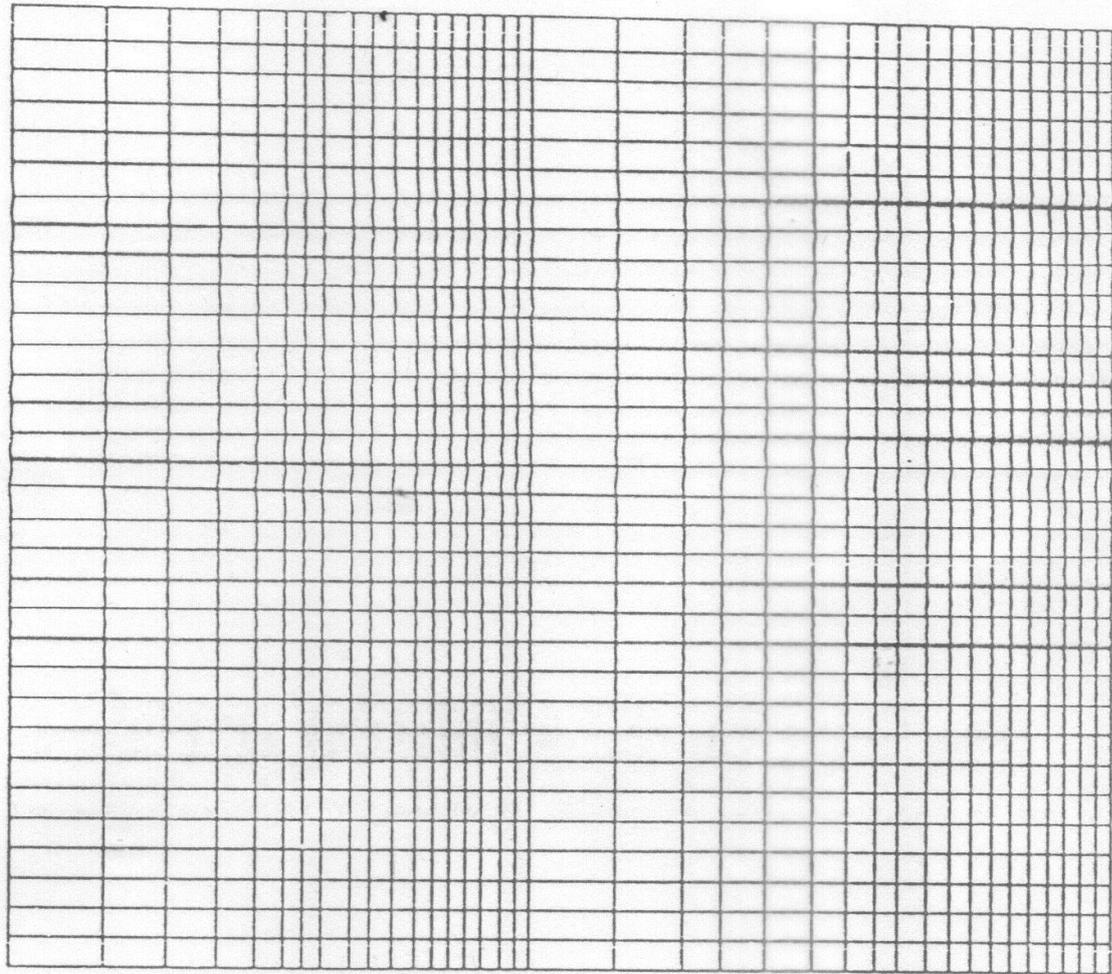
Penurunan



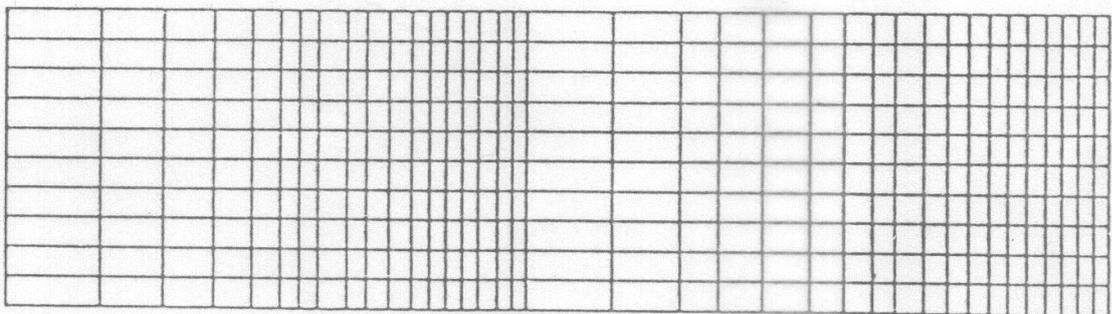


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

GRAFIK KONSOLIDASI (D)
(SK. SNI. M. 107 - 1990 - 03)



Angka Pori $\times 10^{-3}$ mm



$C_v = (10^{-3} \text{ cm}^2/\text{detik})$

0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 1.0



KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESSION TEST) AASHTO T208-70

MAKSUD

Metoda ini mencakup penentuan kuat tekan bebas tanah kohesif pada kondisi tanah asli (Undisturbed) maupun tanah yang dipadatkan/dibuat (Remoulded).

PERALATAN

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| 1. Mesin penekan | 5. Jangka sorong |
| 2. Tabung penuh dan tabung belah | 6. Stop watch |
| -Tabung belah | 7. Oven |
| -Tabung Penuh | 8. Timbangan |
| 3. Alat pengeluar contoh | 9. Pisau |
| 4. Dial Deformasi | |

BENDA UJI

1. Ukuran benda uji:

Benda uji yang digunakan mempunyai diameter minimum 1,3 in (3,3 mm), apabila ukuran maksimum partikel benda uji lebih kecil dari 1/10 diameter benda uji.

Untuk benda uji yang berdiameter minimal 2,8 in(71mm) au lebih, digunakan apabila ukuran partikel maksimum lebih dari 1/6 diameter benda uji

2. Benda uji asli:

- Untuk menjamin keaslian benda uji keluarkan benda uji dari tabung contoh asli, potong bagian contoh yang terdapat pada tepi tabung contoh asli sepanjang 2 cm. Dorong benda uji pada tabung contoh asli, sampai masuk seluruhnya ke dalam tabung yang akan diuji . Ratakan kedua ujung permukaan benda uji dengan pisau
- Ambil benda uji dari tabung contoh asli dengan memasang tabung yang sesuai ukuran benda uji yang digunakan tepat ditengah-tengah
- Kekuatan benda uji yang sudah tercetak dalam tabung dengan alat pengeluar contoh, tentukan berat benda uji tersebut.



3. Benda uji buatan:

- Siapkan tabung belah yang sudah diberi pelumas bagian dalamnya dengan ukuran sesuai pada langkah 1
- Siapkan benda uji dan contoh tanda tanah asli/ dari contoh tanah terganggu Untuk benda uji dari contoh tanah asli, remas-remas dengan jari tangan hingga mendapatkan berat isi seragam.

Masukkan sedikit demi sedikit ke dalam tabung belah dan padatkan. Pengisian terus dilakukan sampai memenuhi isi tabung. Usahakan dalam memadatkan benda uji tersebut menghasilkan tingkat kepadatan yang sama.

- Keluarkan benda uji tersebut, tentukan beratnya

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Tempatkan benda uji pada mesin penekan tepat ditengah-tengah plat bagian bawah. Turunkan plat bagian atas sampai menyanggah permukaan benda uji.
2. Putar dial beban maupun dial deformasi pada posisi nol.
3. Lakukan penekanan dengan nilai regangan $\frac{1}{2}$ -2 % permenit dan catat nilai beban & deformasi yang terjadi tiap 30 detik .
4. Penekanan terus dilakukan hingga sudah tidak ada penambahan regangan, atau hingga tercapainya regangan 20%.
5. Tentukan kadar air benda uji tersebut.
6. Gambarkan pola keruntuhan yang terjadi pada benda uji tersebut, dan ukur sudut kemiringan keruntuhannya.

PERHITUNGAN

1. Hitung nilai regangan axial selama beban diberikan, sebagai berikut: $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$

Dimana:

ε : Regangan Axial

Δ : Perbedaan tinggi benda uji

L_0 : Tinggi benda uji semula



2. Hitung luas permukaan benda uji hasil koreksi ,selama beban diberikan sebagai berikut:

$$A = \frac{A_0}{1 - \varepsilon}$$

Dimana :

A_0 : Luas permukaan tinggi benda uji

ε : Regangan Axial

3. Tentukan tegangan yang terjadi yang merupakan beban per satuan luas, sebagai berikut :

$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$

Dimana

σ_c : Regangan per satuan luas

P : Beban yang diberikan

A : luas permukaan benda uji terkoreksi

4. **Buat grafik hubungan antara tegangan pada skala ordinat dengan regangan pada skala absis.** Tentukan dari grafik tersebut nilai tegangan yang maksimum atau nilai tegangan pada regangan 20%. Nilai tersebut merupakan nilai kekuatan tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*).

LAPORAN :

Hasil dilaporkan pada formulir yang tersedia sebagai berikutL:

- Nilai kekuatan bebas
- Jenis benda uji :
 - Asli
 - Dipadatkan, Remoulded
- Perbandingan tinggi dan diameter benda uji
- Deskripsi visual jenis tanah, simbol dsb
- Berat isi semula, kadar air dan derajat kejenuhan
- Nilai rata-rata %regangan untuk mencapai keruntuhan

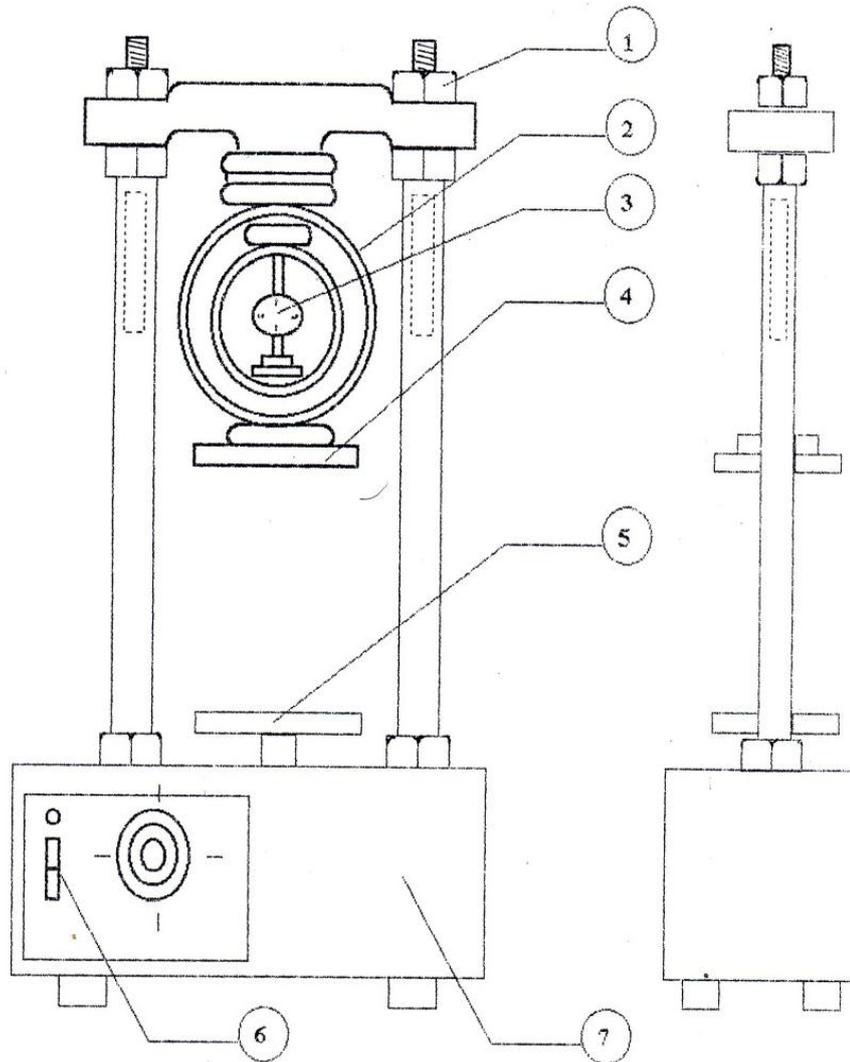


PERAWATAN :

- Bila engkol pemutar tidak bisa diputar dengan lancar, buka box bagian gigi-gigi penggerak lalu tambahkan stempet/gease secukupnya
- Mur penjepit plat penekan atas harus selalu dalam keadaan kencang untuk mencegah rusaknya drat akibat aus
- Untuk mesin penekan elektrik ,periksa bagian dalamnya secara berkala, periksa kedudukan motor, kencang baut –baut penjepitnya untuk mengurangi getaran mesin.
 - Tambahkan oli pelumas pada speed reducer melalui lubang pengisian oli
 - Ganti sabuk /ban pemutar bila sudah aus /slip
 - Bila terjadi kebocoran arus listrik, periksa kabel arde/ ground atau balikan kedudukan steker input.



KUAT TEKAN BEBAS
UNCONFINED COMPRESSION TEST



KETERANGAN GAMBAR :

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1. Mur Tiang | 5. Pelat Penekan Bawah |
| 2. Proving Ring | 6. Saklar On - Off |
| 3. Dial Beban | 7. Mesin Penggerak |
| 4. Pelat Penekan Atas | |



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

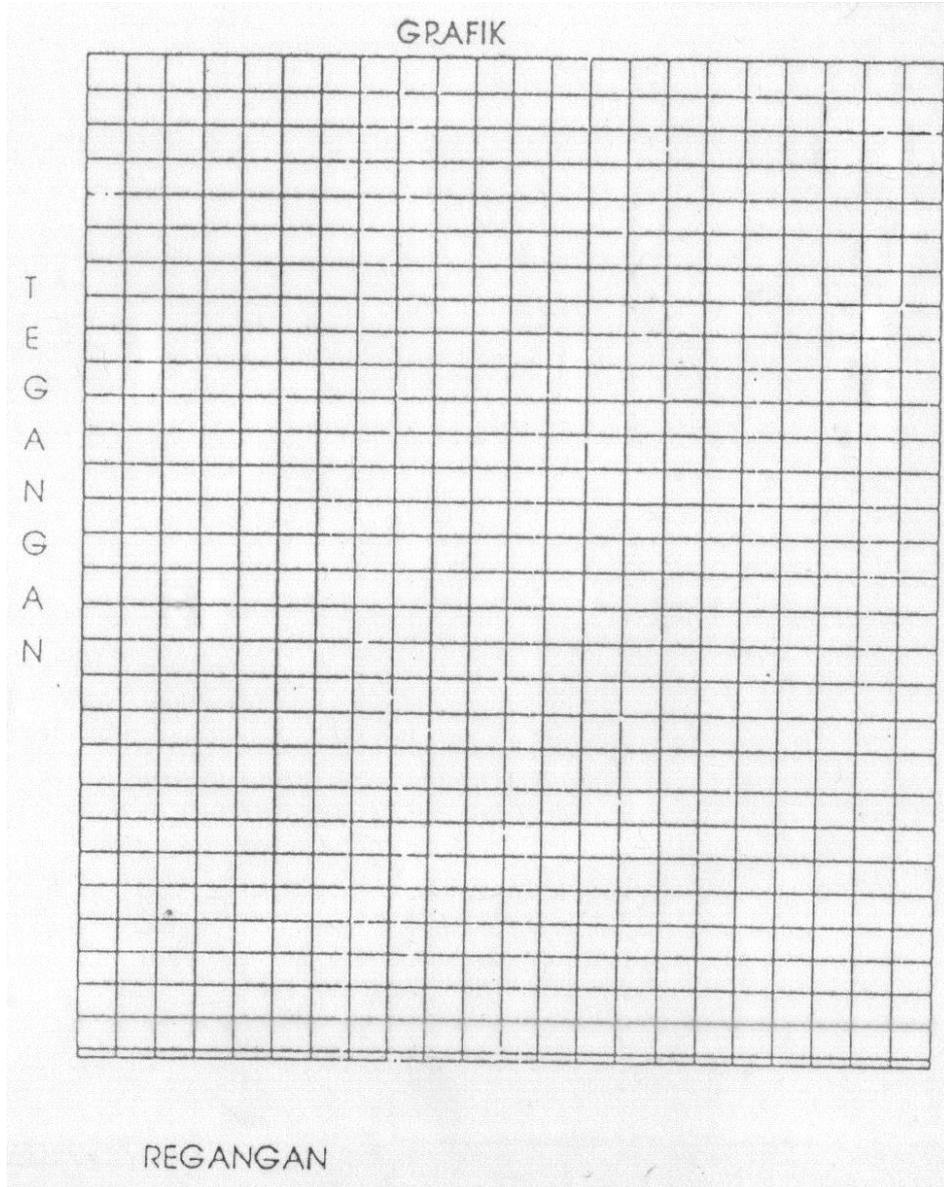
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS
(UNCONFINED TEST)

Waktu	REGANGAN		BEBAN		LUAS		TEGANGAN (kg/cm ²)
	Pemb.dial	Regangan%	Pemb.dial	Beban	Angka Koreksi	Luas Koreksi	
1	2	3	4	5	6	7	8
		0.0			1.000		
		0.5			1.005		
		1.0			1.010		
		2.0			1.020		
		3.0			1.031		
		4.0			1.042		
		5.0			1.053		
		6.0			1.064		
		7.0			1.075		
		8.0			1.087		
		9.0			1.099		
		10.0			1.111		
		11.0			1.123		
		12.0			1.137		
		13.0			1.149		
		14.0			1.162		
		15.0			1.177		
		16.0			1.190		
		17.0			1.205		
		18.0			1.210		
		19.0			1.234		
		20.0			====		

MACAM TANAH	:
DIAMETER CONTOH	:	cm
TINGGI CONTOH	:	cm
LUAS CONTOH	:	cm ²
ISI CONTOH	:	cm ³
BERAT CONTOH	:	gr
BERAT ISI CONTOH	:	gr/cm ³



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294





PENGUJIAN GESER LANGSUNG (DIRECT SHEAR TEST)

SK SNI 108 – 1990 – 03

MAKSUD

Pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pengujian geser laboratorium dengan cara uji langsung terkonsolidasi dengan drainase pada uji tanah dan bertujuan untuk memperoleh parameter kekuatan geser tanah terganggu atau tanah tidak terganggu yang terkonsolidasi, dan uji geser dengan diberi kesempatan berdrainase dan kecepatan gerak tetap.

PERALATAN

1. Alat geser langsung
2. Ring cetakan
3. Extruder
4. Pisau pemotong
5. Stop watch
6. Proving ring
7. Dial deformasi .
 - untuk pembacaan horizontal
 - untuk pembacaan vertikal.

BENDA UJI

Benda uji yang digunakan haru memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Diameter minimum benda uji dibentuk setengah lingkaran
2. Diameter benda uji tidak tergantung yang dipotong dari tabung contoh, minimal 5 mm lebih kecil dari diameter tabung contoh.
3. Tebal minimum benda uji kira-kira 12,5 mm, namun tidak kurang dari 6 kali diameter butiran maksimum
4. Diameter benda uji berbanding 2:1

BAHAN PENUNJANG

Bahan penunjang untuk pengujian diperlukan air suling (aquadest) atau air bersih bebas limbah dan suspensi lumpur.



PROSEDUR PENGUJIAN

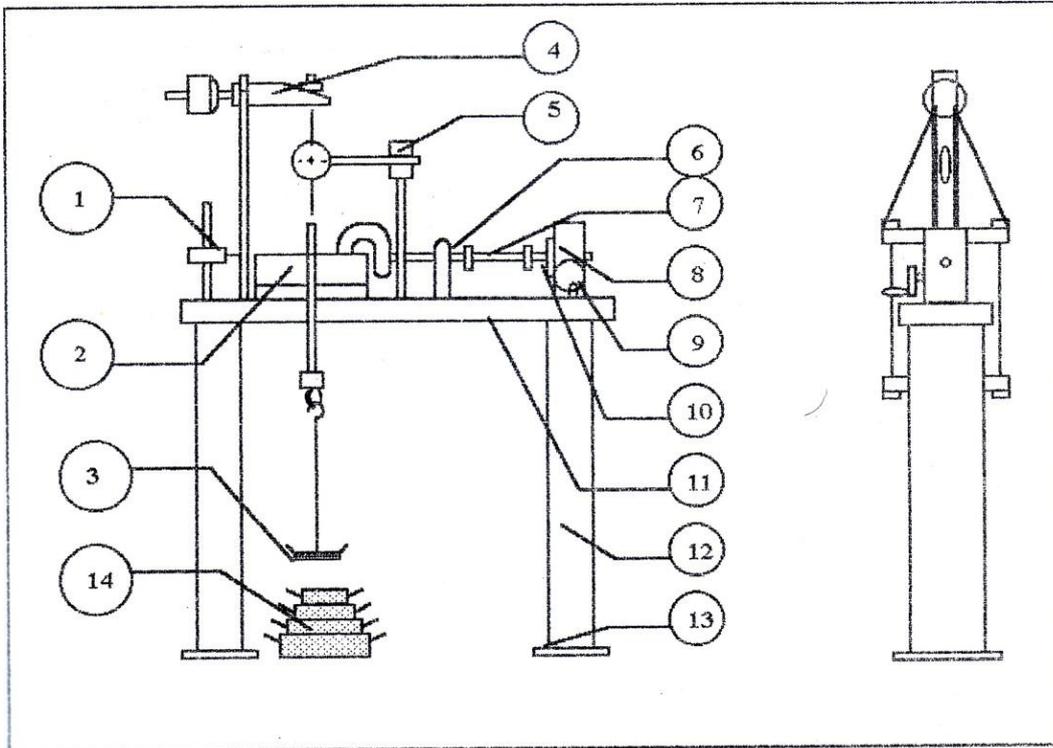
1. Ukur diameter dalam dan tinggi dari cincin cetak (D) sampai ketelitian 0,1 mm kemudian timbang berat cincin tegak dengan ketelitian 0,01 gram.
2. Cetak benda dari tabung contoh, ratakan bagian atas dan bawah dengan pisau.
3. Timbang benda uji tersebut dengan ketelitian 0,01 gram.
4. Keluarkan kotak geser dari bak airnya, dan pasang baut pengunci agar kotak geser bagian bawah dan atasnya menjadi satu .
5. Masukkan pelat dasar pada bagian bawah, dan diatas dipasang batu pori.
6. Pasang plat berlubang yang beralur, dengan alur menghadap keatas serta arah alur harus tegak lurus bidang pergeseran .
7. Masukkan kembali kotak geser dalam bak air dan setel kedudukan kotak geser dengan mengencangkan kedua baut penjepit.
8. Keluarkan benda uji dari cetakan / ring dengan alat pengeluar, kemudian masukkan kedalam kotak geser.
9. Pasang baut pori yang diatasnya terdapat alur landasan untuk pembebanan tepat diatas benda uji.
10. Pasang rangka pembebanan vertikal, angkat ujung lengannya agar rangka dapat diatur dalam posisi vertikal (posisi pengujian).
11. Pasang dial untuk pengukuran gerak vertikal, sertel pada posisi nol.
12. Pasang dial untuk pengukuran gerak horizontal, setel kedudukan dial agar menyentuh bak air, jarum dial pada posisi nol.
13. Jenuhkan benda uji dengan mengisi bak dengan air hingga benda uji dan batu pori terendam seluruhnya.
14. Berikan beban normal pertama sesuai dengan beban yang diperlukan.
15. Putar engkol pendorong, sehingga tanah mulai menerima beban geser. Baca dial profil ring dan dial pergeseran setiap 15 detik, sampai tercapai beban maksimum atau deformasi 10% diameter benda uji .
16. Berikan beban normal pada benda uji kedua sebesar 2 kali beban normal pertama dengan mengurangi prosedur 2 s/d 15.
17. Untuk pengujian ketiga, beban normal yang diberikan 3 kali beban normal pertama dan urutan pengujian sama dengan diatas.



PERAWATAN

1. Keringkan bak perendam setelah percobaan selesai.
2. Bersihkan cincin geser terutama bidang gesernya agar tidak terjadi hambatan bila diberikan beban horizontal.
3. Lumasi as pendorong yang menempel pada proving ring agar dapat bergerak bebas tanpa hambatan.
4. Bila engkol pemutar sulit digerakkan/berbunyi , buka box gigi penggerakannya. Hilangkan dempul yang menutup kepala baut L dikeempat sisinya lalu buka. Periksa isi box tersebut , kencangkan baut (borg) penahan gigi dan tambahkan stempet / oli secukupnya . putar engkol maju mundur berulang- ulang sampai lancar.

KEKUATAN GESER LANGSUNG
DIRECT SHEAR TEST

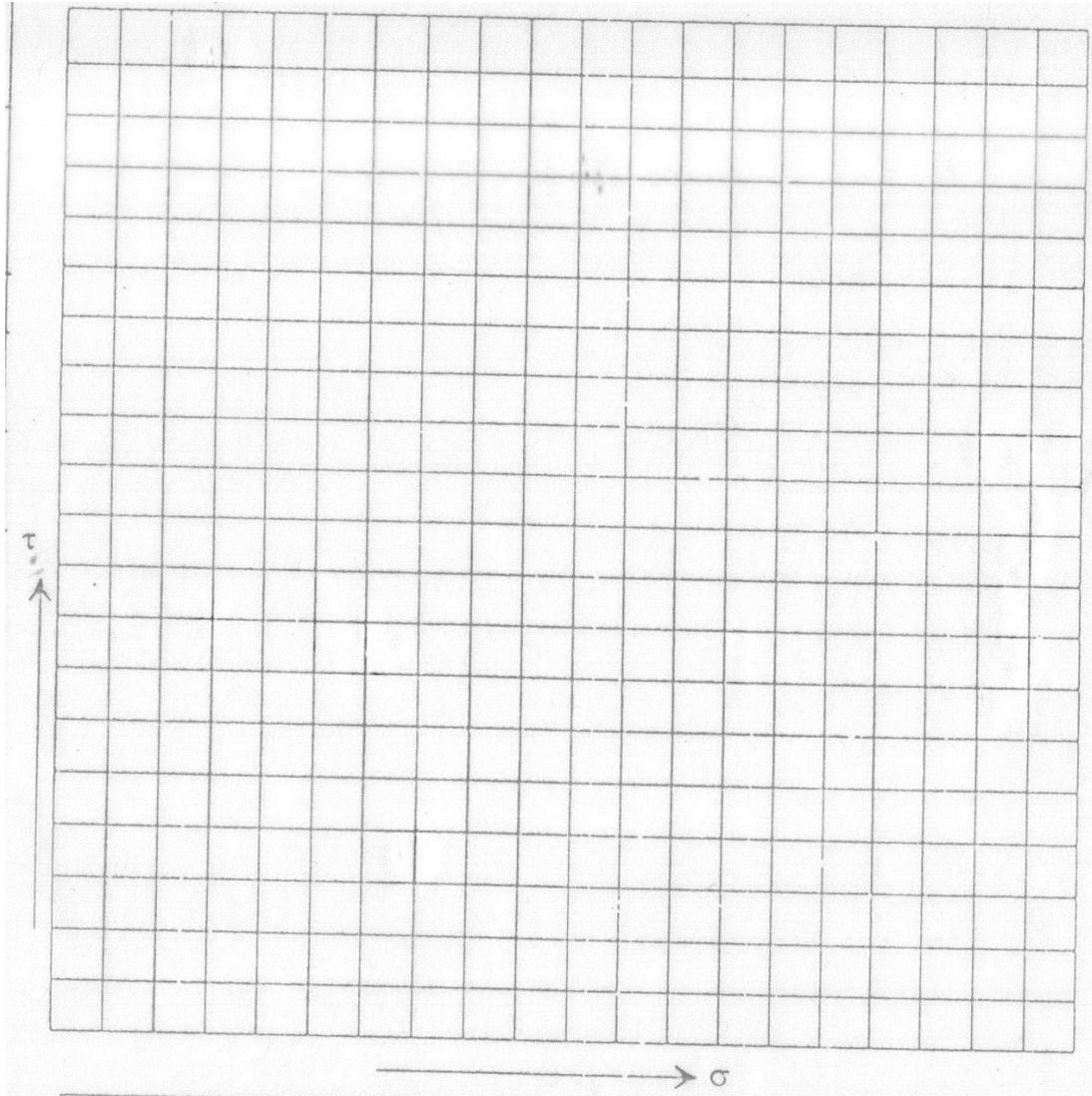


KETERANGAN GAMBAR :

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1. Dial Pergeseran | 8. Box gigi penggerak |
| 2. Bak Perendam | 9. Engkol Pemutar |
| 3. Pelat Beban | 10. Skrup Pendorong |
| 4. Lengan Keseimbangan | 11. Meja Dudukan |
| 5. Dial Konsolidasi | 12. Kaki Meja |
| 6. Sekrup Pendorong | 13. Landasan bawah |
| 7. Proving Ring | 14. Beban |



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294



CONTOH	DIAMETER	:	cm
	TINGGI	:	cm
	LUAS	:	cm ²
ALAT	KALIBRASI PROVING RING	:	gr/div
HASIL	c :	kg/cm ² :	o

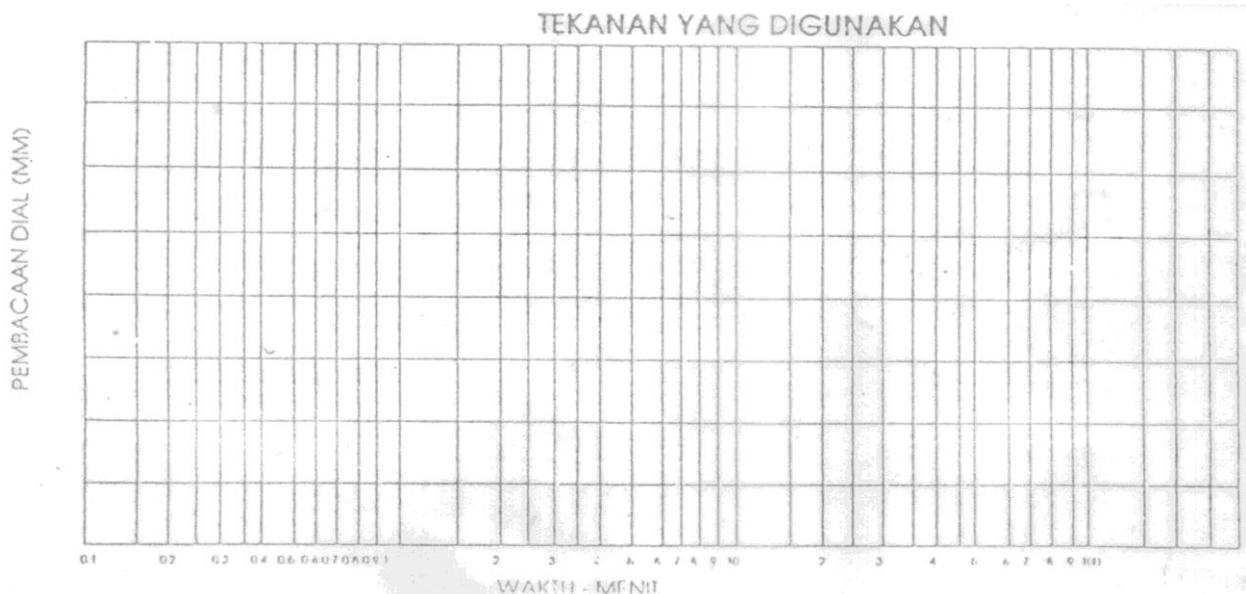


PERCOBAAN KONSOLIDASI PADA ALAT DIRECT SHEAR

Menentukan kecepatan geser :

- Do (0.25) =
- D1 =
- A =
- 2a =
- Ds =
- D50 =
- t50 =
- 1/10 x Ø contoh = Q
- 1 menit = $Q/t50 \times 100 = Y$
- ¼ menit = $\frac{1}{4} \times Y = Z$ (cm/menit)

TGL	WAKTU	WAKTU PEMBACAAN (MENIT)	\sqrt{t}	TEKANAN DIAL (mm)
		0.00	0.00	
		0.25	0.50	
		1.00	1.00	
		2.25	1.50	
		4.00	2.00	
		6.25	2.50	
		9.00	3.00	
		12.25	3.50	
		16.06	4.00	
		20.25	4.50	
		25.00	5.00	
		45.00	-	
		70.00	-	
		100.00	-	
		150.00	-	
		200.00	-	
		300.00	-	
		1440.00	-	





PERMEABILITAS/PERMAEABILITY

Referensi : ASTM D6951/D6951M – 09

MAKSUD

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan permeabilitas tanah berbutir kasar maupun halus secara laboratoris. Dua metode yang digunakan yaitu "*Constant Head dan Falling Head*".

PERALATAN

- | | |
|-------------------------|------------------|
| 1. Tabung Permeabilitas | 6. Selang |
| 2. Batu pori | 7. Stop watch |
| 3. Corong | 8. Aquades |
| 4. Buret | 9. Jangka Sorong |
| 5. Gelas Ukur | 10. Ring Contoh |

PROSEDUR PERCOBAAN

1. CONSTANT HEAD (*DISTURBED*)

1. Ambil contoh tanah kering yang mengandung butiran tanah lolos saringan no. 200 lebih kecil dari 10%.
2. Campurkan air secukupnya untuk menghindari segregasi selama pengisian tabung sehingga campuran tersebut dapat mengalir bebas untuk membentuk lapisan-lapisan dalam tabung.
3. Lepaskan tutup tabung lalu masukkan batu pori ke dalamnya.
4. Masukkan campuran tanah tadi ke dalam tabung dengan menggunakan corong dengan gerakan melingkar.
Pengisian diteruskan sampai didapat ketinggian tanah 6cm.
5. Padatkan lapisan tanah tersebut dengan alat penumbuk. Ulangi prosedur 4 dan 5 sampai ketinggian yang diinginkan.
6. Letakkan batu pori di atasnya lalu masukkan pegas.
Tutup kembali tabung tersebut, catat tinggi benda uji dalam tabung.



7. Hubungkan selang intake ke corong melalui buret lalu isi corong tersebut dengan air terus menerus.
8. Hidupkan stop watch dan tamping air yang keluar dengan gelas ukur. Catat waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan volume tertentu.

2. FALLING HEAD

1. Ambil contoh tanah kering udara yang mengandung butiran tanah yang lolos saringan no. 200 lebih besar dari 90% atau bisa juga menggunakan contoh tanah dari tabung contoh dengan kadar air asli.
2. Campurkan air secukupnya untuk menghindari segregasi selama pengisian tabung sehingga campuran tersebut dapat mengalir bebas untuk membentuk lapisan-lapisan dalam tabung.
3. Lepaskan tutup tabung lalu masukkan batu pori ke dalamnya.
4. Masukkan campuran tanah tadi ke dalam tabung dengan menggunakan corong dengan gerakan melingkar.
5. Letakkan batu pori dan pegas di atasnya lalu tabung ditutup, catat tinggi benda uji dalam tabung.
6. Pasang buret pada tempatnya lalu atur ketinggiannya. Tempatkan mistar panjang di samping buret sehingga beda tinggi antara air dalam buret dengan lubang pengeluaran pada tabung bisa diketahui.
7. Bila perlu gunakan vacuum pump untuk menghampakan tabung selama 30 menit. Buka kran buret dan biarkan air mengisi seluruh tabung, tambahkan air ke dalam buret terus-menerus. Proses penjenuhan ini bisa juga dilakukan tanpa vacuum pump (lihat prosedur A.7).
8. Alirkan air melalui benda uji sampai debitnya konstan lalu tutup kembali kran buret. Isi buret sampai skala teratas lalu catat ketinggian air di atas lubang pengeluaran. Catat tanggal dan waktu mulai percobaan, buka kran buret dan tamping air yang keluar ke dalam gelas ukur.
Tutuplah ujung atas buret dan gelas ukur dengan kain katun lembab untuk mencegah penguapan.



9. Hentikan percobaan bila volume air yang keluar telah mencapai 20 ml (minimal). Cata posisi ketinggian air dalam buret, volume air dalam gelas ukur dan waktu akhir percobaan.

PEMERIKSAAN PERMEABILITY

DIAMETER DALAM BURET	cm	cm
LUAS POTONGAN DALAM BURET (a)	cm ²	cm ²
DIAMETER CONTOH TANAH	cm	cm
LUAS POT. CONTOH TANAH (A)	cm ²	cm ²
TINGGI CONTOH TANAH (L)	cm	cm
WAKTU MULAI (t ₁)	detik	detik
WAKTU AKHIR (t ₂)	detik	detik
TINGGI AIR PADA t ₁ → h ₁	cm	cm
TINGGI AIR PADA t ₂ → h ₂	cm	cm
h ₁ /h ₂		
Log h ₁ /h ₂		
a x L		
a x L/A		
2.3/(t ₂ -t ₁)		
$KT = \frac{a \times L}{A} \times \frac{2.3}{(t_2 - t_1)} \times \log \frac{h_1}{h_2}$		

T°C		
μT/μ20 °C		
$K_{20} = KT \times \frac{\mu T}{\mu 20^\circ C}$		
KOEFISIEN KEREMBESAN		cm/detik



PEMADATAN/COMPACTION TEST

Referensi :

- ASTM D698-70
- SNI 03-1742-1989

MAKSUD

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Dapat disebut juga proctor test dan dapat dilakukan secara standart maupun modified.

PERALATAN

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 1. Mold Pemadatan Ø 4" | 7. Palu Karet |
| 2. Mold Pemadatan Ø 6" | 8. Kantong Plastik |
| 3. Palu Pemadatan standart | 9. Sendok |
| 4. Palu Pemadatan modified | 10. Cawan |
| 5. Extruder mold | 11. Pan |
| 6. Pisau Pemetong | 12. Gelas Ukur 1000 ml |

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Siapkan sampel tanah yang sudah dijemur lalu hancurkan gumpalan-gumpalannya menggunakan palu karet.
2. Tentukan kadar mula air tanah tersebut dengan menggunakan alat speedy
3. Pisahkan 5 buah sampel tanah masing-masing seberat 2 kg (untuk mold Ø 4") atau 4 kg (untuk mold Ø 6") lalu masukkan kantong plastic.
4. Ambil salah satu sampel tadi kemudian buatlah kadar air optimum perkiraan dengan cara sebagai berikut :

Semprot dengan air sedikit demi sedikit sambil diaduk-aduk dengan tangan sampai merata. Penambahan air dilakukan sampai didapat campuran tanah yang bila dikepal dengan tangan lalu dibuka, tidak hancur dan tidak lengket di tangan. Setelah didapat campuran tanah seperti ini, catat jumlah air yang ditambahkan tadi kemudian tentukan kadar airnya secara perhitungan sebagai berikut :

$$D = C \frac{B + 100}{A} + B$$



5. Isikan data tersebut pada kolom no. 3 pada formulir pengisian data percobaan compaction kemudian isi kolom-kolom samping kiri dan kanan untuk kadar air 3% dan 6% di atas dan di bawah kadar air optimum perkiraan.
6. Hitung penambahan air yang diperlukan untuk membuat sampel tanah dengan kadar air yang sudah ditentukan tersebut dengan rumus :

$$Ci = \frac{Di - B}{100 + B} A$$

Dimana :

- D : Kadar air yang dicari (%)
- C : Penambahan air (cc)
- B : Kadar air mula (%)
- A : Berat tanah (gr)

Lakukan penambahan air sesuai dengan perhitungan lalu simpan sampel tanah tersebut selama 24 jam agar didapat kadar air yang benar-benar merata.

PROSEDUR PERCOBAAN

Cara Standart Proctor

1. Timbang mold standart berikut alasnya dengan ketelitian 1 gram. Beri tanda mold tersebut dengan spidol agar tidak tertukar. Untuk cara standart proctor bisa menggunakan mold berdiameter 4" dan 6".
2. Pasang collar lalu kencangkan mur penjepitnya, tempatkan pada tumpuan yang kokoh.
3. Ambil salah satu sampel tanah dari dalam kantong plastic yang telah dipersiapkan kemudian isikan ke dalam mold kurang lebih sampai setengah tinggi. Tumbuk dengan palu pemadatan standart 5.5 lb sebanyak 25x tumbukan (untuk mold Ø 4") dan 56x tumbukan (untuk mold Ø 6") secara merata sehingga setelah memadat, tanah tersebut mengisi kurang lebih 1/3 tinggi mold.



4. Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga sehingga lapisan terakhir mengisi sebagian collar (berada sedikit lebih tinggi daripada tinggi mold).
5. Lepaskan collar dan ratakan kelebihan tanah pada mold dengan menggunakan pisau pemotong.
6. Isilah rongga-rongga yang terbentuk dengan tanah sisa-sisa potongan tadi sehingga didapatkan tanah yang rata.
7. Timbang mold berikut alas dan tanah yang berada di dalamnya dengan ketelitian 1 gram.
8. Keluarkan sampel tanah yang telah dipadatkan dari dalam mold dengan menggunakan extruder mold lalu ambil 3 buah sampel dibagian intinya untuk pemeriksaan kadar air.
9. Ulangi prosedur 3 sampai dengan 8 untuk sampel tanah yang lain. Isikan data-data tersebut pada formulir sehingga didapatkan 5 buah data pemdatan.

CARA MODIFIED PROCTOR

1. Untuk cara modified proctor, bisa juga menggunakan mold berdiameter 4" atau 6" dan palu pemadatan seberat 10 lb.
2. Jumlah apisan per mold adalah 5 lapis.
3. Jumlah tumbukan per lapis untuk mold \varnothing 4' adalah 25x tumbukan dan untuk mold \varnothing 6" adalah 56x tumbukan.
4. Prosedur percobaan sama dengan pemadatan standart.

PERAWATAN

1. Bersihkan dan keringkan mold dan palu yang telah selesai dipakai untuk mencegah karat.
2. Kencangkan mur penutup palu pemadatan sebelum dipakai supaya tinggi jatuhnya benar-benar standart dan dratnya tidak aus.



CATATAN

Untuk pembuatan grafik dari hasil compaction, perlu dicantumkan juga batas Zero Air Void Content (ZAVC), yang bisa dihitung dengan rumus :

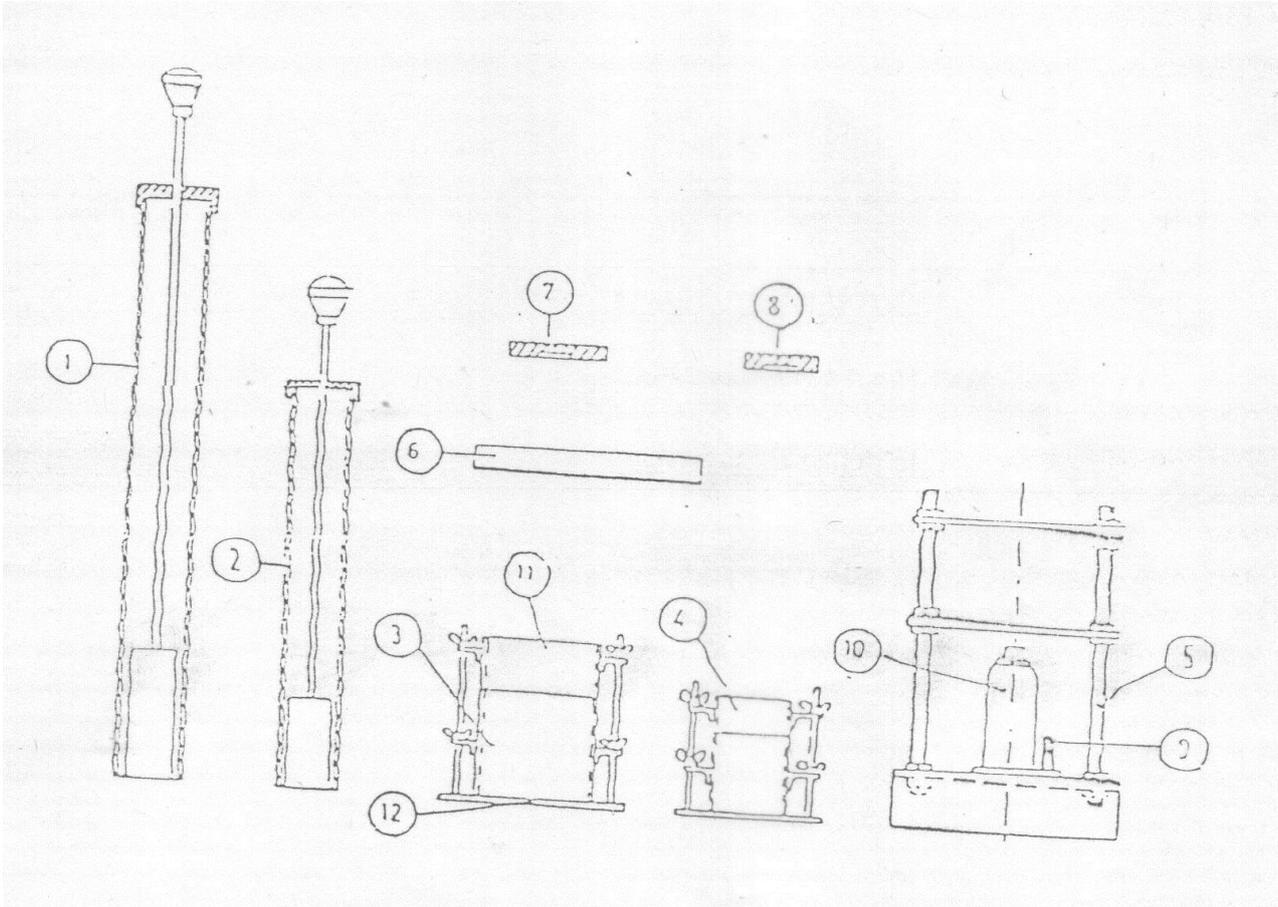
$$ZAVC = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + W \cdot G_s / S_r}$$

Dimana :

- G_s : Berat Jenis tanah
- γ_w : Berat isi air
- W : Kadar air
- S_r : Derajat Kejenuhan

γ_d maksimal tidak mungkin melebihi ZAVC sehingga hal ini diperlukan sebagai pengontrol.

PEMADATAN
(COMPACTION TEST)



Keterangan Gambar :

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. Palu pemadatan modified | 7. Pelat pendorong |
| 2. Palu pemadatan standart | 8. Pelat pendorong standart |
| 3. Mold Ø 6" | 9. Handle dongkrak |
| 4. Collar Ø 4" | 10. Dongkrak |
| 5. Tiang extruder | 11. Collar Ø 6" |
| 6. Pisau Pemotong | 12. Alas mold |



PERCOBAAN PEMADATAN
(COMPACTION TEST)

- RINGAN
 BERAT

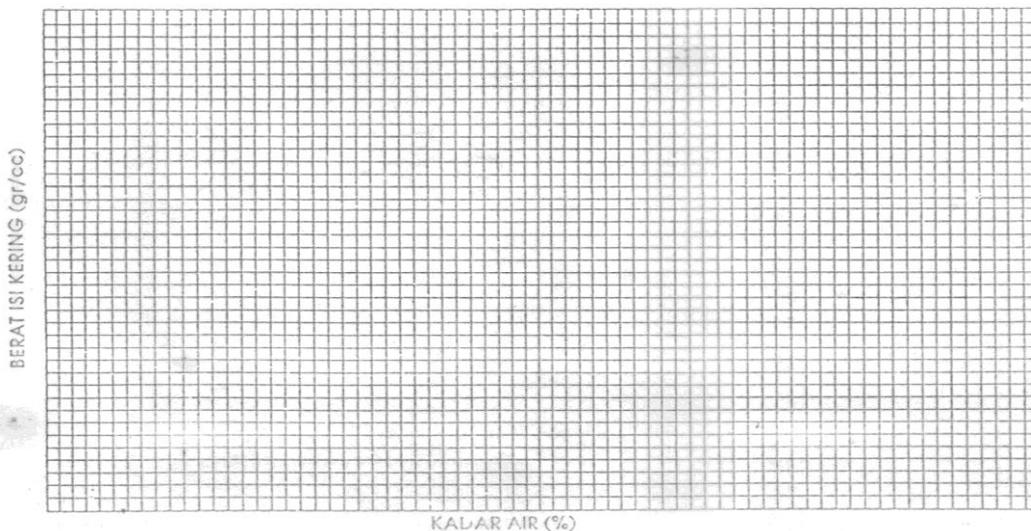
BERAT TANAH BASAH	gr								
KADAR AIR MULA	%								
KADAR AIR AKHIR	%								
PENAMBAHAN AIR	cc								

BERAT ISI

1	BERAT CETAKAN	gr							
2	B. TANAH BASAH + CETAKAN	gr							
3	B. TANAH BASAH	gr							
4	ISI CETAKAN	cm ³							
5	BERAT ISI BASAH $\Gamma_w = 3/4$	gr/cc							
6	BERAT ISI KERING $\gamma_d = \frac{5}{100+W} \times 100\%$	gr/cc							

KADAR AIR

1	BERAT CAWAN	gr							
2	B. TANAH BASAH + CAWAN	gr							
3	B. TANAH KERING + CAWAN	gr							
4	BERAT AIR (2 - 3)	gr							
5	B. TANAH KERING (3 - 1)	gr							
6	KADAR AIR (W) = (4/5) x 100%	%							
7	RATA-RATA								





CBR LABORATORIUM
LABORATORY CBR (SNI 03-1744-1989)

MAKSUD

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu yang akan digunakan untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan lapangan terbang.

PERALATAN

- | | |
|--|---|
| 1. Mesin Penetrasi | 8. Piston penetrasi |
| 2. CBR Mold (cetakan) | 9. Pengukur beban dan penetrasi |
| 3. Piringan pemisah | 10. Talam |
| 4. Palu Penumbuk | 11. Pisau perata |
| 5. Alat pengukur pengembangan (swelling) | 12. Bak Perendam |
| 6. Keping beban lubang bulat | 13. Alat pengeluar contoh (<i>extruder mould</i>) |
| 7. Keping beban lubang alur | 14. Timbangan 20 kg |

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Ambil contoh tanah kering udara seperti yang digunakan pada percobaan pepadatan, sebanyak 3 contoh dengan berat masing-masing (4 – 5) kg.
2. Campur bahan tersebut dengan air sampai kadar air optimum.
Untuk mencapai kadar air optimum tersebut diperlukan penambahan air dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penambahan air} = 4000 \cdot \left(\frac{100+B}{100+A} - 1 \right)$$

3. Masukkan contoh tersebut ke dalam kantong plastik dan tutup agar tidak terjadi penguapan. Diamkan selama 24 jam.
4. Pasang CBR mold pada keeping alas dan timbang. Masukkan keeping pemisah (spacer disc), lalu letakkan kertas saring di atasnya.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

5. Padatkan masing-masing contoh tersebut di dalam CBR mold dengan jumlah tumbukan 10, 25, 56 dengan jumlah lapisan dan berat pemadat sesuai dengan pengujian pemadatan ringan (standart compaction) dan pengujian pemadatan berat (modified compaction).

Bila contoh tersebut akan direndam, periksa kadar airnya sebelum dipadatkan. Bila contoh tersebut tidak direndam, pemeriksaan kadar air dilakukan setelah benda uji dikeluarkan dari cetakan.

6. Lepaskan colar lalu ratakan permukaan contoh dengan alat perata. Tambal lubang-lubang yang mungkin terjadi pada permukaan karena lepasnya butir-butir kasar dengan bahan yang lebih halus.

7. Keluarkan piring pemisah (spacer dish) dan kertas saring, balikkan dan pasang kembali mold yang berisi contoh pada alas, kemudian timbang.

8. Untuk pemeriksaan CBR langsung, contoh ini siap diperiksa. Bila dikehendaki CBR yang direndam (soaked CBR) harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Pasang cetakan, lalu pasang kembali alasnya dengan posisi cetakan terbalik.
- Letakkan beban di atas permukaan benda uji seberat 10 lbs (sebagai beban pengganti yang akan dilimpahkan pada tanah nantinya), kemudian pasang pengembangnya.
- Rendam cetakan tersebut dalam air, sehingga air dapat meresap dari atas maupun bawah. Pasang alat pengukur pengembangan, catat pembacaan pertama, kemudian pembacaan dilakukan setiap 4 x 24 jam.
- Permukaan air selama perendaman harus tetap (kira-kira 2.5 cm) di atas permukaan contoh.

Bila contoh sudah tidak mengalami pengembangan sebelum 4 x 24 jam, proses perendaman dihentikan.

Catat pembacaan pada akhir perendaman.

- Angkat cetakan dari dalam air, buang genangan air di atasnya dengan cara memiringkan cetakan selama 15 menit. Angkat alat pengukur pengembangan dan keeping, kemudian mold beserta isinya ditimbang kembali.

9. Pasang kembali keeping beban seberat 10 lbs, di atas permukaan benda uji, letakkan mold di atas piringan penekan pada alat penetrasi CBR.

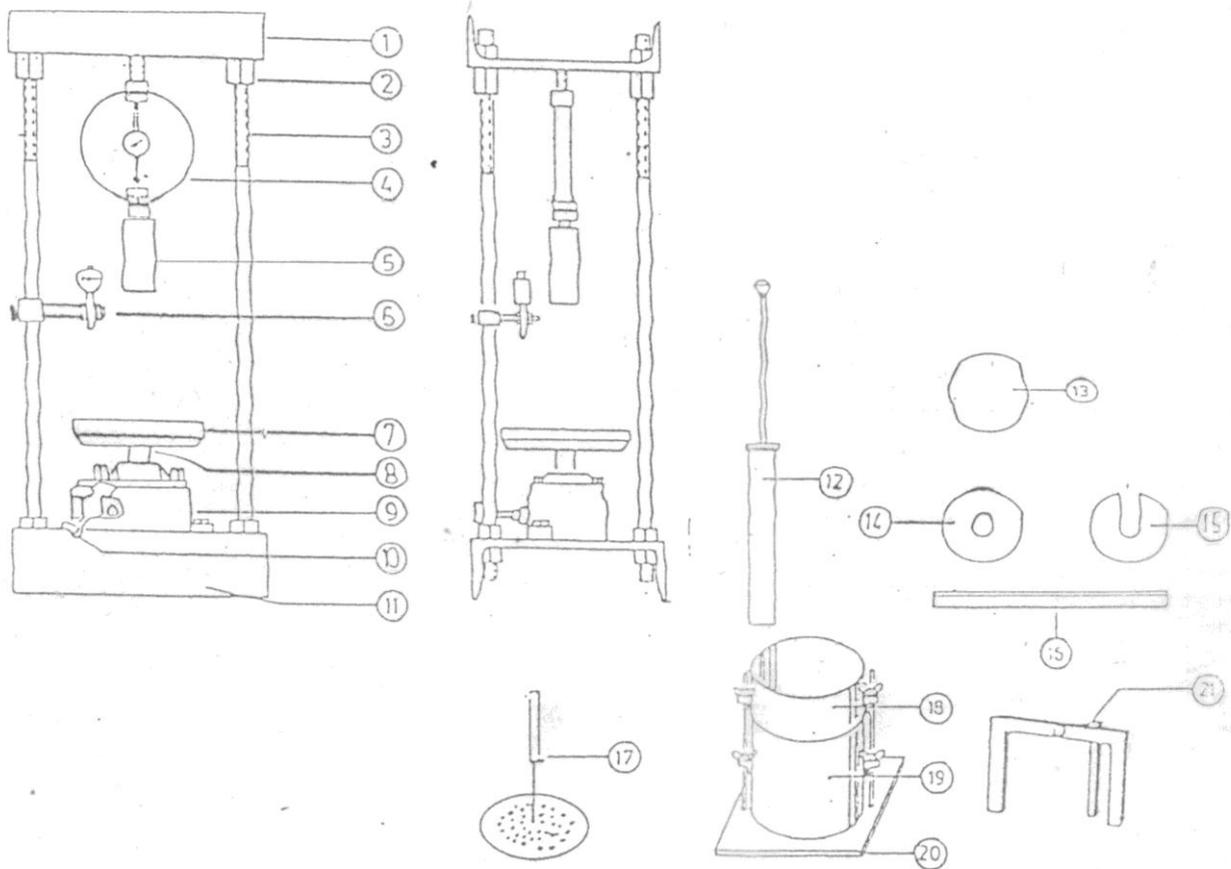


10. Atur piston penetrasi supaya menyentuh permukaan benda uji, kemudian lakukan penetrasi sampai arloji beban menunjukkan beban permukaan sebesar 4.5 kg atau 10 lbs. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara torak dengan benda uji. Kemudian arloji penunjuk beban & arloji pengukur penetrasi di nol kan.
11. Berikan pembebanan dengan teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1.27 mm/menit atau 0.05"/menit.
12. Catat beban maksimum dan penetrasi bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 0.5".
13. Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air sekurang-kurangnya 100 gram untuk tanah berbutir halus, untuk tanah berbutir kasar sekurang-kurangnya 500 gram.

PERAWATAN

1. Bersihkan dan keringkan mold yangtelah selesai dipakai untuk mencegah karat, demikian pula peralatan lainnya.
2. Jaga ujung piston penetrasi agar tidak terpuak benda keras yang bisa menyebabkan cacat sehingga mengurangi luas permukaannya.
3. Kencangkan mur-mur prisma mesin penetrasi untuk mencegah keausan drat tiang.
4. Lumasi drat pengatur ketinggian alat pengukur pengembangan supaya dapat diputar dengan lancer dan tidak berkarat.
5. Kencangkan mur penutup palu penumbuk sebelum dipakai supaya tinggi jatuhnya benar-benar standart lancer dan tidak berkarat.
6. Bila sat jack diputar tidak lancer/berbunyi, buka piringan penekan tempat maka hilangkan dempul yang menutup kepala baut L dikeempat sisi penutup box jack. Buka bauljt L kemudian periksa gigi-gigidi dalamnya, kencangkan baut (borg) yang longgar dengan kunci L kemudian tambahkan stempet dan oli secukupnya.

CBR LABORATORIUM

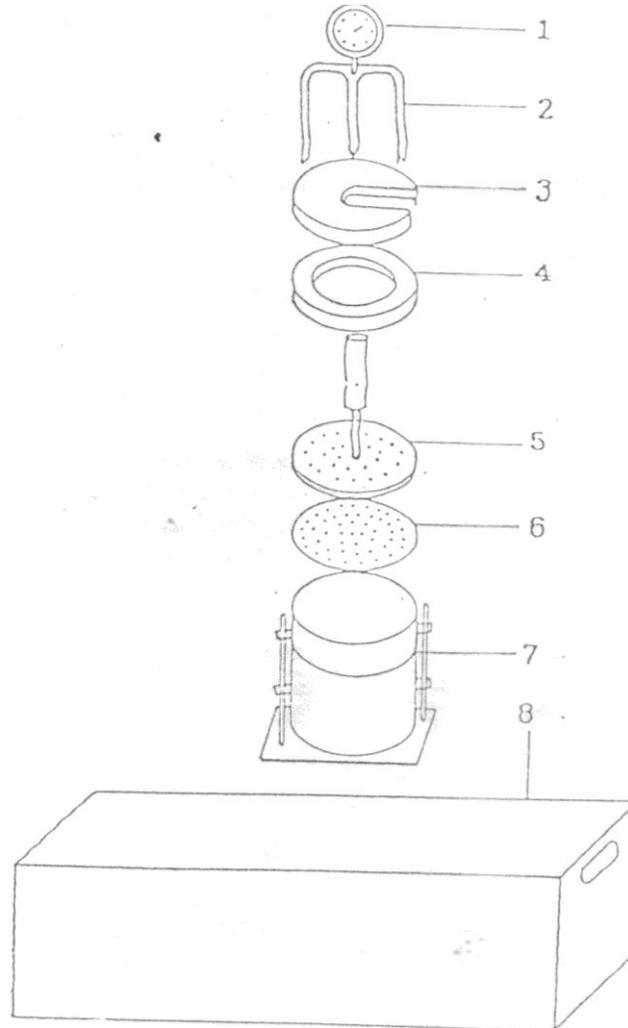


KETERANGAN GAMBAR :

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1. Pelat penahan atas | 12. Palu penumbuk |
| 2. Mur prisma | 13. Piringan pemisah |
| 3. Tiang prisma | 14. Keeping beban bulat |
| 4. Proving ring | 15. Keeping beban alur |
| 5. Piston penetrasi | 16. Alat perata |
| 6. Dial penetrasi | 17. Alat pengatur swelling |
| 7. Piringan penekan | 18. collar |
| 8. Piston mekanik | 19. mold |
| 9. Jack | 20. Alas mold |
| 10. Engkol pemutar | 21. tripod |
| 11. Alat penahan | |



PENGEMBANGAN
SWELLING



KETERANGAN GAMBAR :

1. Dial
2. Tripod
3. Sloted surcharge weight
4. Sirculair surcage wight
5. Swell plate
6. Screen filter
7. Mold CBR
8. Container

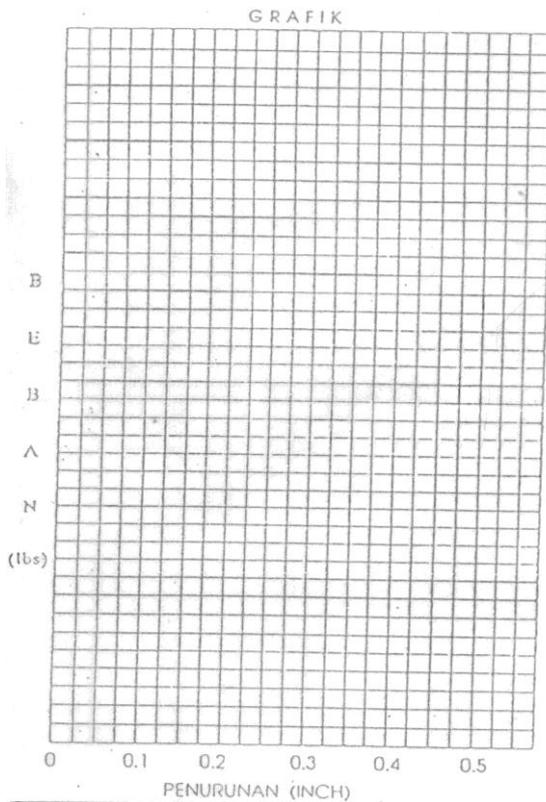


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM

PENGUJIAN KEPADATAN : BERAT/RINGAN				
PENGEMBANGAN				
TANGGAL				
JAM				
PEMBACAAN				
PERUBAHAN				

BERAT ISI YANG DIKEHENDAKI :gr/cm ³			
		SEBELUM	SESUDAH
A	BERAT CETAKAN		
B	BERAT TANAH + CETAKAN		
C	BERAT TANAH BASAH		
D	VOLUME CETAKAN		
E	BERAT ISI TANAH : (C) / (D)		
F	BERAT ISI KERING (E/100+M) x100%		



WAKTU (MIN)	PENURUNAN (INCH)	PEMBACAAN DIAL (DIV)	BEBAN (LBS)
0.25	0.0125		
0.5	0.0250		
1	0.0500		
1.5	0.0750		
2	0.1000		
3	0.1500		
4	0.2000		
6	0.3000		
8	0.4000		
10	0.5000		

NILAI CBR	
0.1	$\frac{\quad}{3 \times 1000} \times 100 \% = \dots\dots\dots\%$
0.2	$\frac{\quad}{3 \times 1500} \times 100 \% = \dots\dots\dots\%$

KADAR AIR		SEBELUM		SESUDAH	
G	NOMOR TIN BOX				
H	BERAT TIN BOX				
I	B. TIN BOX + TANAH BASAH				
J	B. TIN BOX + TANAH KERING				
K	BERAT TANAH KERING				
L	BERAT AIR = I - J				
M	KADAR AIR = L/K x 100%				
	RATA-RATA				



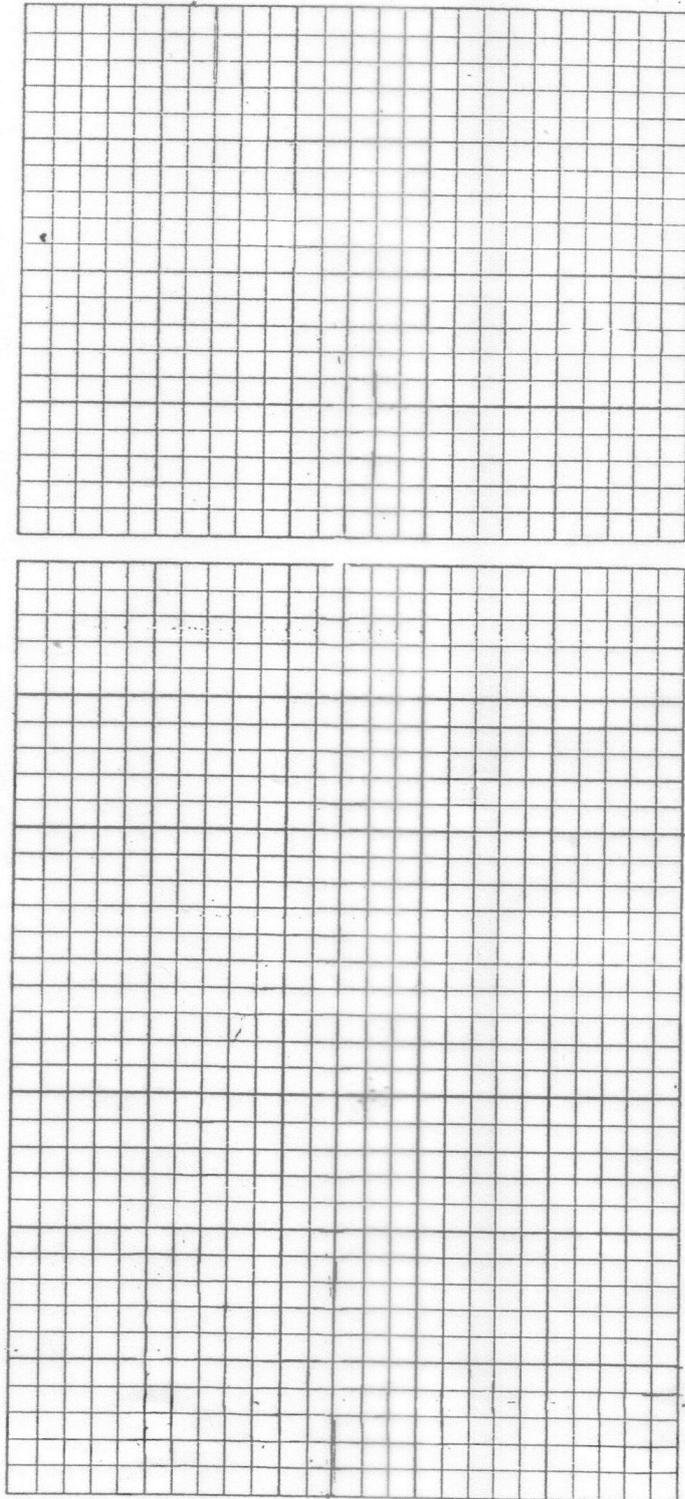
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
JL. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp.(031) 876369
SURABAYA - 60294

LAMPIRAN SURAT/LAPORAN :
 No. CONTOH/KEDALAMAN :
 JENIS TANAH :
 DIKERJAKAN :
 DIPERIKSA :
 TANGGAL PEMERIKSAAN :

PENENTUAN NILAI CBR

LOKASI:
 B. J. :

B E R A T I S I K E R I N G
 gr/cc



KADAR AIR (%)

CBR (%)