Praktikum Mekanika TANAH

Dosen : Sherly Meiwa ST., MT.

Jurusan Teknik Sipil
Universitas Komputer Indonesia
Bandung, 2021

Laboratory Test

Index Properties

- Sieve Analysis & Hydrometer Analysis
- Water Content — ω
- Volumetric weight — γ
- Specific Gravity — Gs
- Atterberg Limit — PL, LL, PI

Engineering Properties

- Triaxial (UU, CU &CD) — ϕ, c, ϕ',c'
- Consolidation Test — Cc, Cr, Cv, Pc
- Direct Shear — ϕ and c
- UCS (Unconfined Compressive strength) — ϕ and cu
- Permeability (Constant Head & Falling Head) — Cc, Cr, Cv, Pc
- Compaction — γ maximum and ω optimum
- CBR (California Bearing Ratio) — CBR Ratio

COHESSIVE SOIL

SOIL

Tanah kohesif :

- Bersifat plastis
- Lempung
- Gradasi Ukuran Butiran kecil/halus
- LOLOS saringan no 200
- Kekuatan geser tanah terletak pada nilai kohesif (c)

Non COHESSIVE SOIL

Tanah non Kohesif :

- Bersifat non-plastis
- Pasir, Kerikil
- Gradasi Ukuran Butiran kasar
- Tertahan saringan no 200
- Kekuatan geser tanah pada sudut geser (ϕ)

Soft Sand

Sieve Analysis

Standar ASTM yang Berlaku

- ASTM D6913-04 (09) : Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
- ASTM D1140-14 : Standard Test Method for Amount of Material in Soil Finer than the No. 200 (75-μm) Sieve

Menentukan distribusi butir (gradasi) dari suatu sampel tanah dengan menggunakan saringan ukuran paling kecil tertahan di saringan no 200 dan menentukan klasifikasi tanah (USCS) *Unified Soil Classification Sytem* sesuai hasil pemeriksaan gradasi butir tanah.

Hydrometer Analysis

Standar ASTM yang Berlaku

ASTM D7928-16 : Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer) Analysis

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian ukuran butir (gradasi) dari tanah yang lewat saringan no.200 atau lebih kecil dari 0.075mm.

Sieve Analysis

Alat dan Bahan

a. Satu set saringan no. 3/8, no. 4, no. 8, no. 30, no. 40, no. 80, no. 100, no. 200, dan PAN (tadah)

Gambar : Set saringan

b. *Sieveshaker*, yaitu alat pengguncang saringan mekanis.

c. Oven

d. Neraca dengan ketelitian 0.2% dari berat benda uji

e. Sikat dan kuas, membersihkan timbangan.

f. Palu karet, untuk memisahkan butiran tanah.

g. Air suling untuk mencuci tanah diatas saringan no.200

Sieveshaker, yaitu alat pengguncang saringan mekanis.

Sieve Analysis

Alat dan Bahan

a. Satu set saringan no. 3/8, no. 4, no. 8, no. 30, no. 40, no. 80, no. 100, no. 200, dan PAN (tadah)

Gambar : Set saringan

b. *Sieveshaker*, yaitu alat pengguncang saringan mekanis.

c. Oven

d. Neraca dengan ketelitian 0.2% dari berat benda uji

e. Sikat dan kuas, membersihkan timbangan.

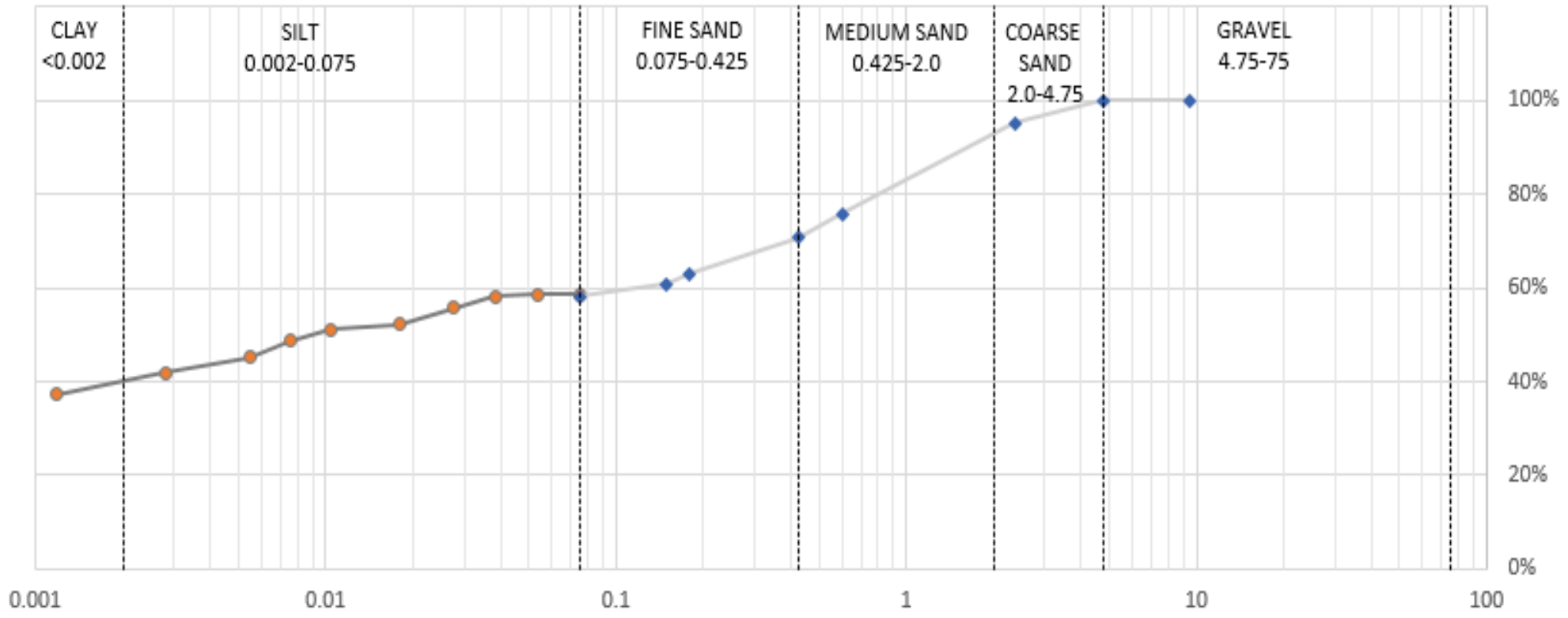
f. Palu karet, untuk memisahkan butiran tanah.

g. Air suling untuk mencuci tanah diatas saringan no.200

Prosedur

1. Ambil contoh sampel tanah yang telah dikeringkan selama 24 jam sebanyak 500 gram untuk percobaan ini sekaligus untuk percobaan analisis hidrometer.
2. sampel tersebut dicuci diatas saringan no.200 sampai air yang keluar dari saringan bening . Buang busa dan zat organic pada tanah dengan hati-hati (tanah di rendaman air TIDAK ikut terbuang)
3. Setelah air cucian bening, butiran yang tertahan pada saringan no.200 dikeringkan kembali dalam oven selama 24 jam. Kemudian gerus atau tumbuk perlahan dengan penumbuk karet untuk memisahkan partikel-partikel tanah, tetapi jangan sampai mengubah gradasi alami yang dimiliki sampel.
4. Setelah 24 jam di oven, contoh tanah dituangkan ke dalam satu set saringan lewat susunan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Set saringan diguncang dengan menggunakan *Sieveshaker* selama 10-20 menit (ASTM)
5. Timbang butiran yang tertahan pada masing-masing saringan lalu catat di form dataset laboratorium yang telah disediakan. Sampel tanah dalam set saringan menyisakan >200 gram (lebih 200 gram) tanah tertahan di saringan no. 4 hingga no. 200.
6. Sampel tanah lolos no. 200 atau yang tertahan di *pan* kemudian dipisahkan seberat 50 gram untuk percobaan analisis hydrometer. Jika tanah yang lolos No. 200 lebih sedikit dari 50 gram maka dapat ditambahkan dengan menumbuk kembali tanah yang tertahan saringan no. 200 dan saringan no. 100, setelah proses penyaringan dilakukan. Maka dari itu disarankan untuk melebihkan sampel pada sieve analisis ini agar tidak perlu dilakukan pengulangan, namun secukupnya.

Sieve Analysis & Hidrometer



Sieve Analysis

SIEVE ANALYSIS

Ukuran Saringan (mm)	No Saringan	Berat Tertahan	Jumlah berat tertahan	Persentase		persen lewat terhadap seluruh contoh
				Tertahan	Lewat	
4.75	4	0	0	0.0%	100.0%	100.00%
2.36	8	5.81	5.81	1.1%	98.9%	98.88%
0.6	30	176.18	181.99	35.0%	65.0%	64.96%
0.425	40	78.37	260.36	50.1%	49.9%	49.87%
0.18	80	127.66	388.02	74.7%	25.3%	25.30%
0.15	100	32.29	420.31	80.9%	19.1%	19.08%
0.075	200	48.43	468.74	90.2%	9.8%	9.76%
0.001	PAN	50.67	519.41	100.0%	0.0%	0.0%

Sieve Analysis

Merupakan berat tanah yang tertahan pada masing-masing nomor saringan, Merupakan Data hasil laboratorium

Adalah jumlah total berat tertahan Contoh : 176,18+5.81 = 181.99

100%- % tertahan

Ukuran berdasarkan nomor saringan

SIEVE ANALYSIS

Ukuran Saringan (mm)	No Saringan	Berat Tertahan	Jumlah berat tertahan	Persentase		persen lewat terhadap seluruh contoh
				Tertahan	Lewat	
4.75	4	0	0	0.0%	100.0%	100.00%
2.36	8	5.81	5.81	1.1%	98.9%	98.88%
0.6	30	176.18	181.99	35.0%	65.0%	64.96%
0.425	40	78.37	260.36	50.1%	49.9%	49.87%
0.18	80	127.66	388.02	74.7%	25.3%	25.30%
0.15	100	32.29	420.31	80.9%	19.1%	19.08%
0.075	200	48.43	468.74	90.2%	9.8%	9.76%
0.001	PAN	50.67	519.41	100.0%	0.0%	0.0%

Berat total tanah

Berat tertahan/ berat total tanah
(181.99/519.41)*100% = 35.0%

Data plotting grafik *x.y*

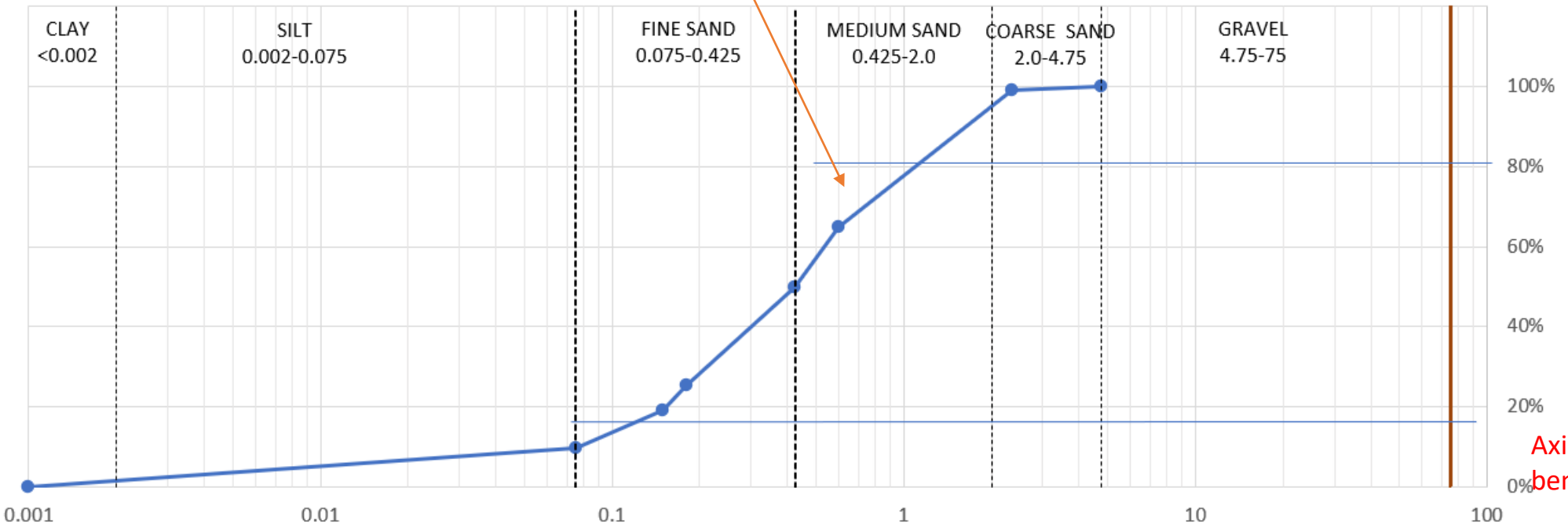
Sieve Analysis

SIEVE ANALYSIS

Ukuran Saringan (mm)	No Saringan	Berat Tertahan	Jumlah berat tertahan	Persentase		persen lewat terhadap seluruh contoh
				Tertahan	Lewat	
4.75	4	0	0	0.0%	100.0%	100.00%
2.36	8	5.81	5.81	1.1%	98.9%	98.88%
0.6	30	176.18	181.99	35.0%	65.0%	64.96%
0.425	40	78.37	260.36	50.1%	49.9%	49.87%
0.18	80	127.66	388.02	74.7%	25.3%	25.30%
0.15	100	32.29	420.31	80.9%	19.1%	19.08%
0.075	200	48.43	468.74	90.2%	9.8%	9.76%
0.001	PAN	50.67	519.41	100.0%	0.0%	0.0%

Percentage

Gravel	=	0.00%
Coarse Sand	=	3.00%
Medium Sand	=	22.00%
Fine Sand	=	62.00%
SILT	=	12.90%
Clay	=	9.76%

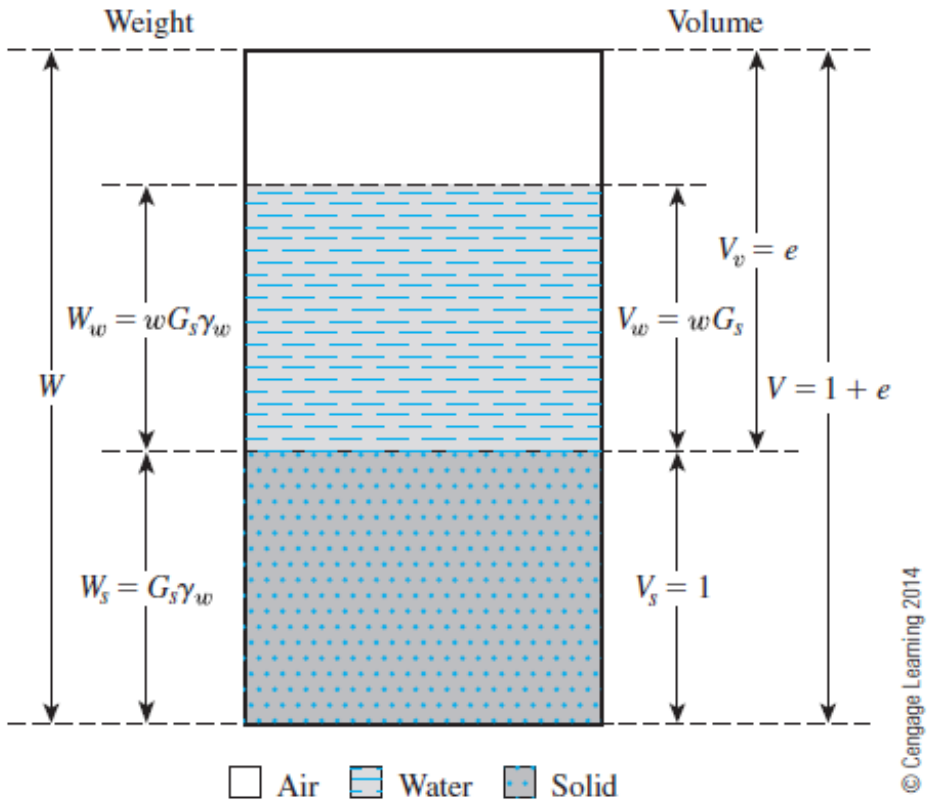


Axis X dibuat dalam bentuk logaritmik

Kadar Air dan Berat Volume Tanah

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada sample *undisturb.* diperoleh dari rasio perbandingan berat air yang terkandung dalam pori tanah dengan berat tanah solid.

Standar ASTM yang Berlaku : ASTM D2216-10



Kadar Air (%) = $$w = \frac{W_w}{W_s}$$

Ws = berat tanah solid (tanah kering)
Ww= berat air

Berat Volume Tanah =

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w}$$

Kadar Air dan Berat Volume Tanah

Dalam keadaan asli, suatu tanah memiliki volume = 67.35 cm^3 dan berat 118.30 gr. Setelah dikeringkan dalam oven, berat tanah kering adalah 84.09 gr. . Hitunglah berat volume tanah (γ) , berat volume kering (γd), dan kadar air nya (ω)

Volume	V	=	67.35	cm^3
berat asli tanah	W	=	118.3	gr
berat kering tanah	Ws	=	84.09	gr
berat volume $\gamma = \frac{W}{V}$	γ	=	1.76	gr/cm^3
berat volume kering $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$	γd	=	1.25	gr/cm^3
kadar air $w = \frac{W_w}{W_s}$	ω	=	41%	

(118.3-84.09)/84.09

Kadar Air dan Berat Volume Tanah

					Water content
Date Tested			01-Apr-18		
Depth			(4.55-5.55)		
Container ID	*Code*	Unit	I	II	III
Mass of container	Mc	gr	10.42	10.45	11.1
Mass of moist soil + container	M1	gr	37.57	32.31	27.92
Mass of dry soil + container	M2	gr	26.06	23.05	20.78
Mass of moisture	Mw	gr	11.51	9.26	7.14
Mass of dry soil	Ms	gr	15.64	12.6	9.68
Moisture content	*w*	%	73.59%	73.49%	73.76%
Average w	w	%	73.62%		

Kadar air (ω)

					Volumetric Weight
Date Tested			01-Apr-18		
Depth			(4.55-5.55)		
Ring ID		Unit	I	II	III
Mass of moist soil		gr	107.26	112.54	105
Height of sample		cm	7	7	7
Diamter of Sample		cm	3.5	3.5	3.5
Volume Sample		cm^3	67.348	67.348	67.35
Unit Weight		gr/cm^3	1.5926	1.671	1.559
Average Unit Weight		gr/cm^3	1.61		

Berat volume (γ)

Atterberg Limits

Tujuan

a. Menentukan kadar air tanah pada batas cair (Liquid Limit, LL) dan batas plastis (Plastic Limit, PL).

b. Mengetahui nilai Plasticity Index, PI = LL – PL.

c. Mengklasifikasikan tanah sesuai *Unified Soil Classification System* (USCS).

Standar ASTM yang Berlaku

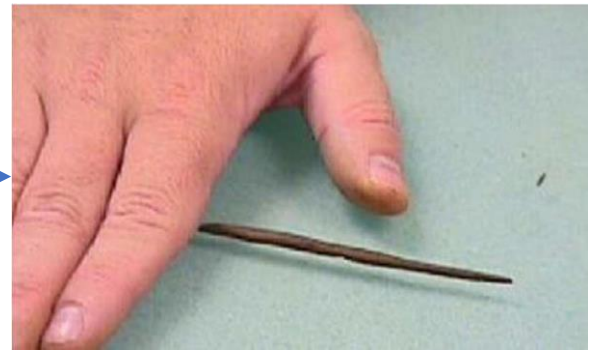
ASTM D4318-10 : Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

Atterberg Limits

Atterberg Limit

Liquid Limit (batas cair)

Plastic Limit (batas plastis)



Liquid Limits

Tujuan : Tes ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air (Ws), dinyatakan dalam %, suatu tanah pada keadaan batas cair. Batas cair ialah kadar air minimum dimana suatu tanah masih keadaan cair.

Gambar :Cassagrande dan Grooving Tool

Liquid Limits

Persiapan Sample : Ambil sampel tanah yang lolos saringan no. 40 sebanyak 250 gram dalam kondisi kering dalam oven setelah 24 jam (*dry oven).*

Prosedur Liquid Limits

1. Siapkan sample tanah lolos saringan no 40

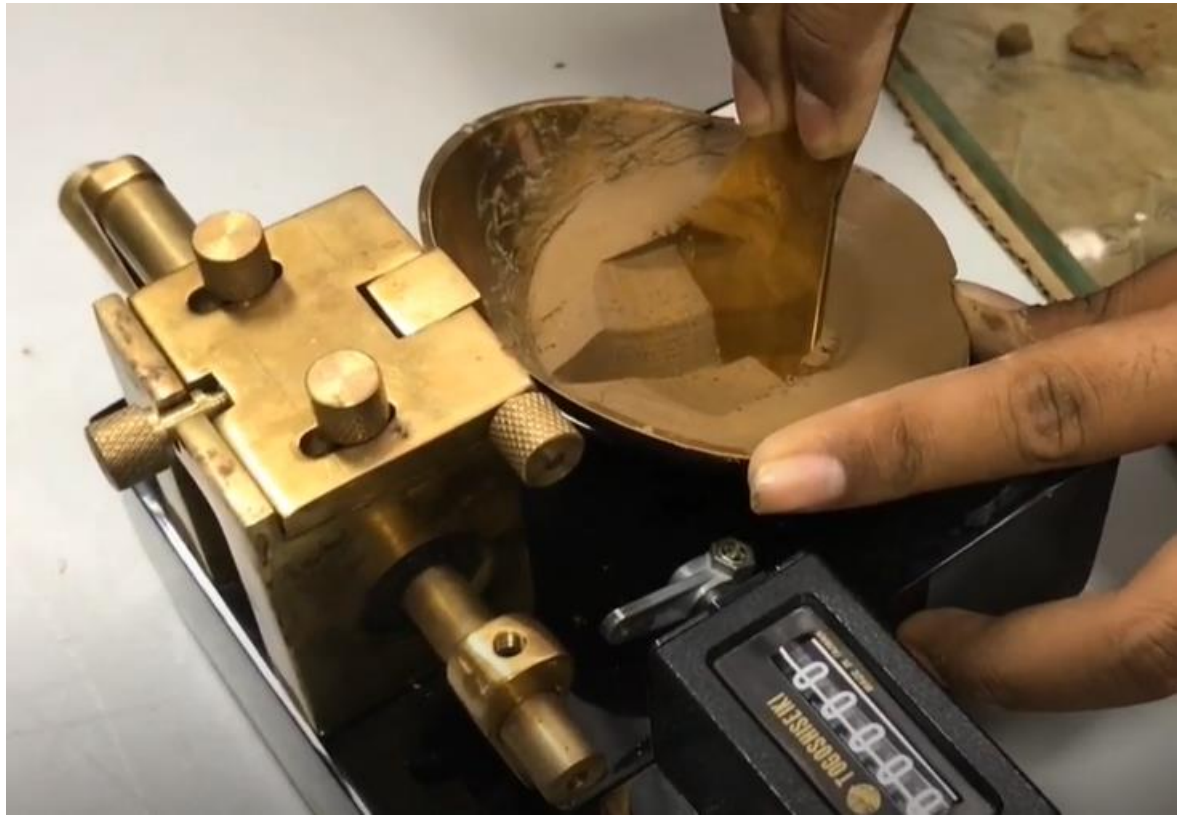
Prosedur Liquid Limits

2. Letakkan sample di atas pelat kaca, Campurkan dengan air sedikit demi sedikit hingga rata

Prosedur Liquid Limits

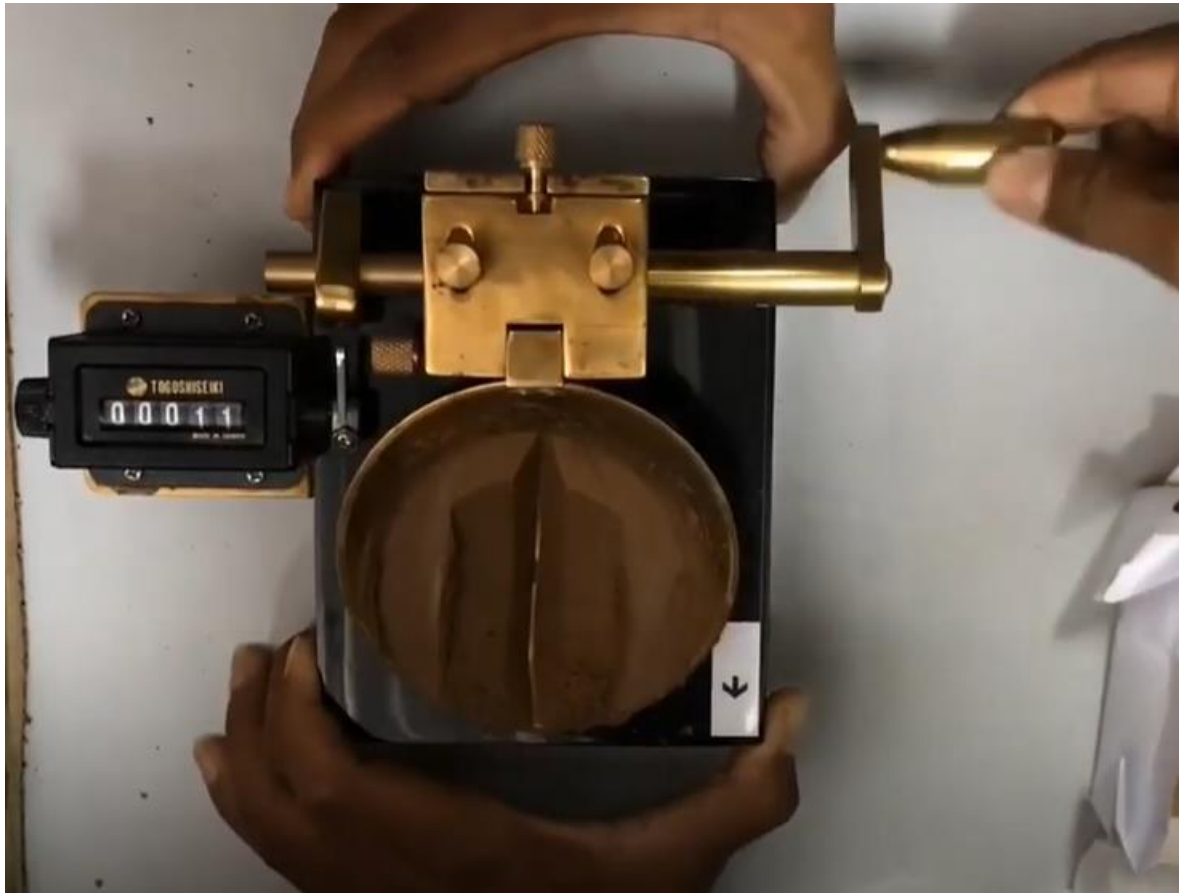
3. Masukkan adonan pasta ke dalam mangkok cassagrande

4. Gunakan grooving tool untuk membuat alur tengah



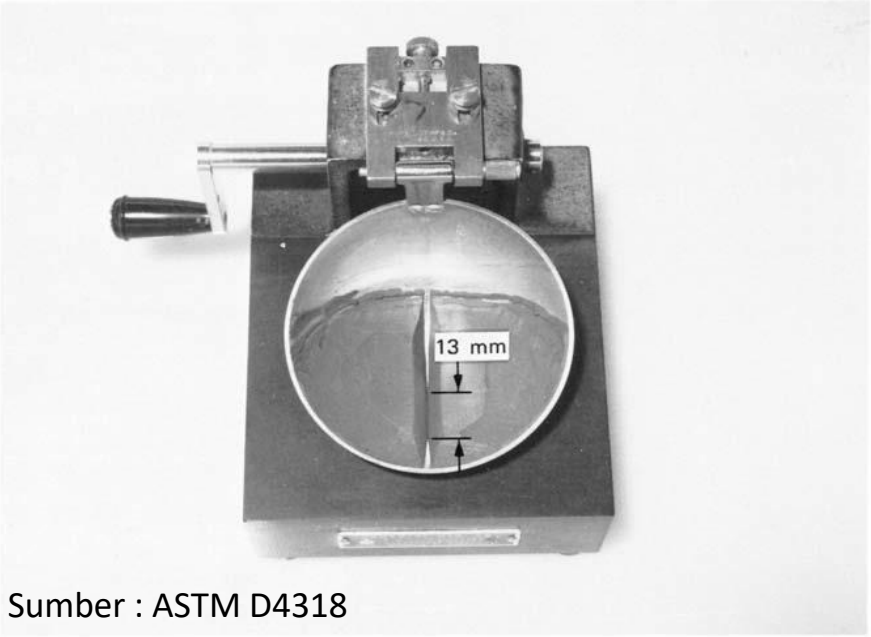
Prosedur Liquid Limits

5. Putar handel mangkuk casagrande dengan kcepatan konstan (2 ketuk per detik)



Prosedur Liquid Limits

6. **Hitung jumlah ketukan dan perhatikan gerakan adonan pasta tanah pada mangkuk casagrande sampai merapat 0.5 inchi (13mm) seperti pada gambar berikut.** Catat jumlah ketukan (N).



Sumber : ASTM D4318

Gambar : Panjang Alur di tengah Tanah yang tertutup akibat ketukan

Prosedur Liquid Limits

7. Hitung kadar air tanah hasil pengujian dengan cara :

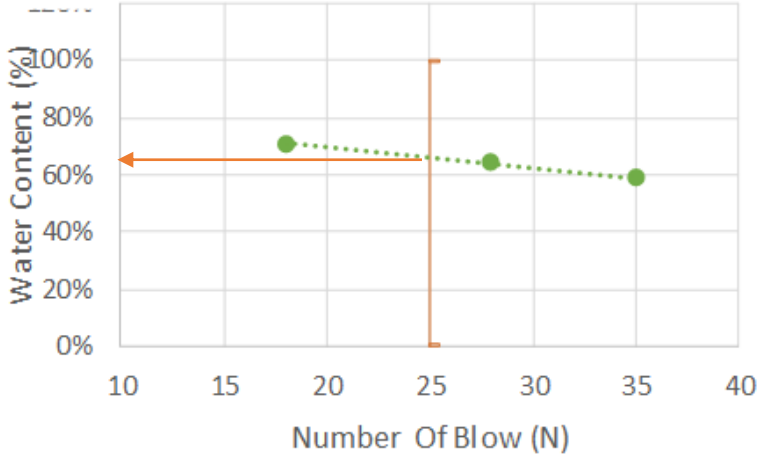
Timbang tanah hasil pengujian sebelum di masukkan ke dalam oven, setelah di oven 24 jam timbang tanah untuk mengetahui berat dalam kondisi keringnya

8. Lakukan dalam rentan ketukan 15-35. Jika jumlah ketukannya kurang dari 15 atau melebihi 35 kali, tambahkan air dan ulangi langkah kerja dari (3).

9. Bersihkan alat cassagrande untuk percobaan selanjutnya. Ulangi tahap 3-10 setidaknya 2 tes lagi, dengan kadar air yang berbeda. Tes dilakukan 3 kali, dengan menghasilkan jumlah ketukan (N) dalam 3 (tiga) rentang berikut : 25-35 ketukan, 20-30 ketukan dan 15-25 ketukan.

Olah data Liquid Limits

	Trial Number			I	II	III
	Container ID					
	Liquid Limit Test					
	Mass of container	Mc	(gr)	10.35	10.58	11.25
sebelum di oven ←	Mass of moist soil + container	M1	(gr)	35.4	36.26	43.87
setelah di oven ←	Mass of dry soil + container	M2	(gr)	26.12	26.21	30.32
	Water content	*w*	(%)	58.8%	64.3%	71.1%
Jumlah ketukan ←	Number of Blows	N		35	28	18

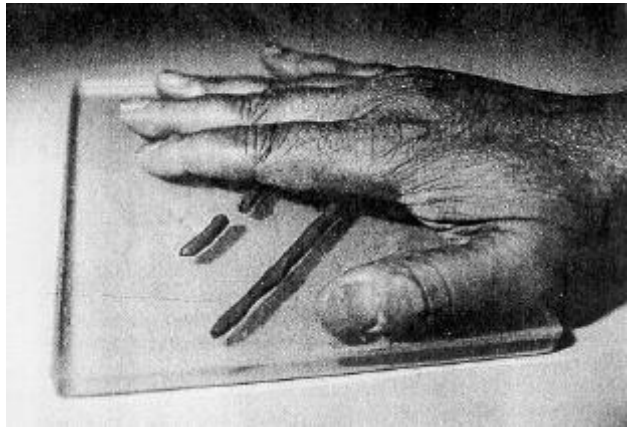


Berdasarkan grafik di samping, plot kadar air untuk ketukan ke 25 → Liquid Limit LL = 63.0%

Diperoleh hasil liquid Limit sebesar 63 %

Prosedur Plastic Limits

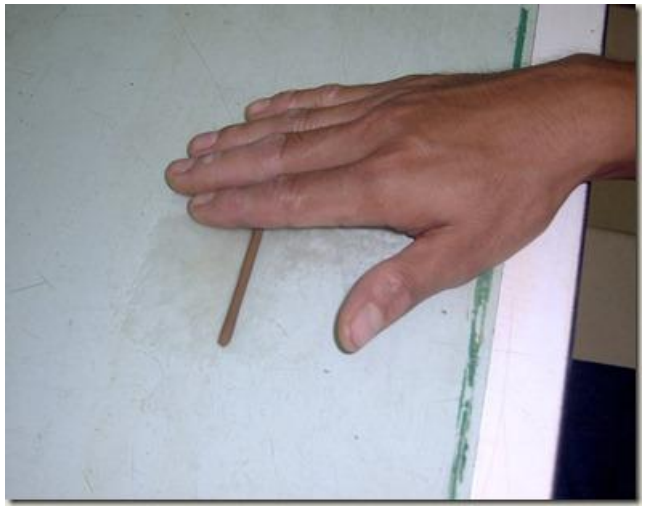
1. Ambil 20 gram tanah dari bahan yang sama saat Uji Liquid Limit.
2. Benda uji kemudian diletakan diatas pelat kaca, diberi air, diaduk sehingga membentuk seperti bola (ellips)
3. Setelah itu digulung dengan gulungan 80-90 gulungan per menit (1 gulungan = 1 kali gulungan ke depan + 1 kali gulungan ke belakang/ keposisi awal). *Waktu menggulung tidak lebih dari 2 menit*
4. Pada saat diameter gulungan sampai 1/8 inchi (3.2mm) potong-potong bagian gulungan menjadi 6 atau 8 bagian.
5. Lalu bagian-bagian tadi disatukan dan dibentuk lagi menjadi bola (ellips) dan kemudian digulung lagi.
6. Proses penggulungan dapat dihentikan pada saat tanah mengalami retak-retak saat sebelum sampai diameter 1/8 inchi atau 3.2mm.
7. Gulungan yang sudah tepat kadar airnya (retak) diambil dan dimasukan kedalam 2 cawan lalu ditimbang.
8. Kemudian masukan kedalam oven selama 24 jam dan periksa kadar air keduanya.



Plastic Limits

	Plastic Limit Test					
	Mass of container	Mc	(gr)	3.36	3.39	3.67
sebelum di oven ←	Mass of moist soil + container	M1	(gr)	4.99	5.25	5.47
setelah di oven ←	Mass of dry soil + container	M2	(gr)	4.78	5.01	5.22
	Water content	w	(%)	14.8%	14.8%	16.1%

Plastic Limit	PL	=	15.2%
Liquid Limit	LL	=	63.0%
Plasticity Index	PI	=	47.8%
Liquidity Index	LI	=	89.84%



$$LI = \frac{wN - PL}{LL - PL}$$

WN = Kadar air natural

$$PI = LL - PL$$