



## ANALISIS HIDROMETER ASTM D-442-63 (98)

### 1. LINGKUP

Metode ini mencakup penentuan dari distribusi ukuran butir tanah yang lolos saringan No. 200

### 2. DEFINISI

- Silt/lanau adalah tanah dengan ukuran butir antara 0.002 mm - 0.075 mm
- Clay/lempung adalah tanah dengan ukuran butir lebih kecil dari 0.002 mm
- Aktivitas tanah :

$$A = \frac{I_p}{\% \text{ fraksi tanah lempung}}$$

### 3. MAKSUD DAN TUJUAN SERTA APLIKASI

Analisis hidrometer adalah metode untuk menghitung distribusi ukuran butir tanah berdasarkan sedimentasi tanah dalam air, kadang disebut juga uji sedimentasi. Analisis hidrometer ini bertujuan untuk mengetahui pembagian ukuran butir tanah yang berbutir halus.

### 4. MANFAAT

Manfaat hasil uji ini adalah untuk perbandingan dengan sifat tanah yang ditentukan dari uji batas-batas Atterberg dan untuk menentukan aktivitas tanah.

### 5. KETERBATASAN

Dasar perhitungan di atas adalah hukum Stokes; yang mempunyai keberatan antara lain :

1. Butir-butir tanah dianggap seperti bola, sedangkan kenyataannya tidak demikian. Untuk mengatasi hal ini maka digunakan diameter ekuivalen yaitu diameter dari bola fiktif yang terdiri dari material yang sama dan mempunyai kecepatan pengendapan

yang sama dengan butir tanah yang sesungguhnya.

2. Tempat dimana butir tanah mengendap adalah semi tak berhingga dan hanya ditinjau satu butir saja, pada kenyataannya tempatnya adalah terhingga dan butirnya saling mempengaruhi satu sama lain; hal ini diatasi dengan hanya mengambil jumlah tanah yang relatif sedikit 50 gram dalam 1 liter, sehingga keberatan di atas dapat diabaikan
3. Berat jenis yang dipergunakan adalah berat jenis rata-rata, dalam kenyataannya berat jenis masing-masing butir tanah adalah tidak sama dengan rata-ratanya, tetapi dalam hal ini tidak merupakan keberatan yang berarti

### 6. PERALATAN

Alat-alat yang digunakan :

- Satu buah hidrometer tipe ASTM - 152 H
- Dua buah tabung gelas dengan volume 1000 cc
- Stopwatch
- Mixer dan mangkoknya
- Air gelas (defloculating agent atau dispersing agent), digunakan dengan maksud mencegah penggumpalan butir-butir tanah dalam larutan.
- Timbangan dengan ketelitian 0.01 g
- Termometer
- Dish
- Oven
- Aquades

### 7. KETENTUAN

- Alat pengaduk (mixer) harus dilengkapi dengan striring paddle yang dapat diputar dengan kecepatan lebih dari 10000 rpm.
- Hidrometer menggunakan standar ASTM untuk membaca berat jenis larutan atau gram per liter larutan



- Larutan tanah harus diendapkan pada temperatur konstan (20 °C), salah satu metodenya adalah dengan menggunakan water bath.

## 8. PERSIAPAN UJI

- Siapkan contoh tanah dengan mengayak contoh tanah tersebut hingga lolos saringan No. 200
- Contoh tanah yang digunakan 50 gr, diberi air dan larutan tanah dicampur dengan dispersing agent berupa sodium hexametaphosphate sebanyak 40 gr untuk tiap liter larutan. Air yang digunakan harus aquades. Kemudian diaduk dengan mixer selama 15 menit.
- Sambil menunggu larutan di mixer, dilakukan koreksi pembacaan hidrometer, yaitu Meniscus Correction dan Zero Correction, dengan cara :
  - ◇ Isi tabung gelas dengan aquades volumenya 1000 cc.
  - ◇ Masukkan hidrometer dalam tabung gelas tersebut lalu dilakukan pembacaan pada ujung permukaan air yang menempel pada permukaan hidrometer. Pembacaan ini yang disebut zero correction, dengan ketentuan bila di atas angka 0 (nol) berharga negatif dan bila di bawah angka 0 (nol) berharga positif.Meniscus correction diperoleh dengan cara pembacaan permukaan air yang mendarat dikurangi dengan zero correction.

## 9. PROSEDUR UJI

1. Larutan dimasukkan ke dalam satu tabung gelas dan tambah air hingga volumenya 1000 cc. Tabung gelas yang satu lagi diisi dengan air untuk tempat hidrometer.
2. Tabung yang berisi larutan tanah dikocok selama 30 detik, hidrometer dimasukkan. Pembacaan dilakukan pada menit ke 0, 1, 2, 4 dengan catatan untuk tiap-tiap pembacaan, hidrometer hanya diperkenankan 10 detik dalam larutan, selebihnya hidrometer dimasukkan dalam tabung yang berisi aquades. Temperatur juga diukur pada setelah pembacaan.

3. Tabung dikocok lagi dan pembacaan diulang seperti di atas; ini dilakukan 3 kali dan diambil harga rata-ratanya.
4. Setelah ini dilanjutkan pembacaan tanpa mengocok, pembacaan dilakukan pada menit ke 8, 60, 30, 45, 90, 210, 1290, 1440. Pada tiap-tiap pembacaan hidrometer diangkat dan diukur temperaturnya.
5. Setelah semua pembacaan selesai, larutan dituang dalam dish yang telah ditimbang beratnya; kemudian dimasukkan dalam oven selama 24 jam pada temperatur 105 - 110°C untuk mendapatkan berat keringnya.
6. Dari percobaan di atas dapat dihitung persen lebih halusnnya, dan dengan menggunakan chart dapat dihitung ekuivalennya.
7. Dari hasil perhitungan di atas dapat dibuat grain size distribution curvenya.

## 10. PERHITUNGAN DAN PELAPORAN HASIL UJI

Perhitungan

$$1. \% \text{ Finer} = \frac{R_c \times a}{W_s} \times 100\%$$

dimana :

- a = faktor koreksi  
 $= \frac{1.65 \times G_s}{2.65 \times (G_s - 1)}$   
= atau dapat juga dilihat dari Tabel 2
- R<sub>c</sub> = koreksi pembacaan hidrometer  
= R<sub>a</sub> - C<sub>0</sub> - C<sub>t</sub>
- R<sub>a</sub> = pembacaan hidrometer sebenarnya
- C<sub>0</sub> = koreksi nol (zero correction)
- C<sub>t</sub> = koreksi suhu, dilihat dari Tabel 3

$$2. D = K \sqrt{\frac{L}{t}}$$

dimana :

- D = diameter butir (mm)
- L = effective depth (cm), dari Tabel 5
- t = elapsed time (menit)
- η = viskositas aquades (poise), dari Tabel 1
- G<sub>s</sub> = specific gravity of soil
- G<sub>w</sub> = specific gravity of water, dilihat dari Tabel 1
- K =  $\sqrt{\frac{30\eta}{g(G_s - G_w)}}$  atau dari Tabel 4



## 11. LAMPIRAN

Pembuktian rumus Stokes

$$\text{Gaya geseran } F = 6 \pi \cdot \eta \cdot R \cdot v$$

$$\text{Berat} = mg = 4/3 \pi \cdot R^3 \cdot \gamma_s \cdot g$$

$$\text{Gaya ke atas} = 4/3 \pi \cdot R^3 \cdot \gamma_w \cdot g = B$$

Jadi untuk butiran yang jatuh dalam larutan

$$4/3 \pi \cdot R^3 \cdot \gamma_w \cdot g + 6 \pi \cdot \eta \cdot R \cdot v = 4/3 \pi \cdot R^3 \cdot \gamma_s \cdot g$$

$$\text{sehingga } v = \frac{2R^2 g}{9\eta} (\gamma_s - \gamma_w)$$

$$v = \frac{1}{18} \frac{D \times g}{\eta} (\gamma_s - \gamma_w)$$

di mana :

D = diameter butir

v = kecepatan terminal

$\gamma_s$  = berat isi butir

$\gamma_w$  = berat isi air  
= 1 gr/cm<sup>3</sup>

$\eta$  = viskositas larutan (air)

$$\gamma_s = G_s, \gamma_w = G_w$$

$$v = \frac{1}{18} \left[ \frac{D}{10} \right]^2 \frac{(G_s - G_w) \times g}{\eta} = \frac{(G_s - G_w) \times g}{1800\eta} \times g \times D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{1800 \times \eta \times v}{(G_s - G_w) \times g}} \text{ (mm)}$$

Bila partikel / butir berdiameter D jatuh pada ketinggian L cm dalam waktu t menit, maka :

$$D = \sqrt{\frac{1800 \times \eta \times L}{(G_s - G_w) \times t \times g}} = \sqrt{\frac{30 \times \eta \times L}{(G_s - G_w) \times t \times g}}$$

$$D = K \sqrt{\frac{L}{t}} \text{ (mm)}$$

Tabel 1  
Properties of Distilled Water

Temperatur (°C)	Specific Gravity of Water, $G_w$	Viscosity of Water, $\eta$
4	1.00000	0.01567
16	0.99897	0.01111
17	0.99889	0.01083
18	0.99862	0.01056
19	0.99844	0.01030
20	0.99823	0.01005
21	0.99802	0.00981
22	0.99780	0.00958
23	0.99757	0.00936
24	0.99733	0.00914
25	0.99708	0.00894
26	0.99682	0.00874
27	0.99655	0.00855
28	0.99627	0.00836
29	0.99598	0.00818
30	0.99568	0.00801

Tabel 2  
Correction Factor for Unit Weight of Solid

Unit Weight of Soil Solid, $G_s$	Correction Factor, a
2.85	0.96
2.80	0.97
2.75	0.98
2.70	0.99
2.65	1.00
2.60	1.01
2.55	1.02
2.50	1.04



Tabel 3  
Properties Correction Factors

Temperatur (°C)	Ct
15	-1.10
16	-0.90
17	-0.70
18	-0.50
19	-0.30
20	0.00
21	0.20
22	0.40
23	0.70
24	1.00
25	1.30
26	1.65
27	2.00
28	2.50
29	3.05
30	3.80

Tabel 4  
Values of K for Several Unit Weight of Soil Solids and Temperature Combination

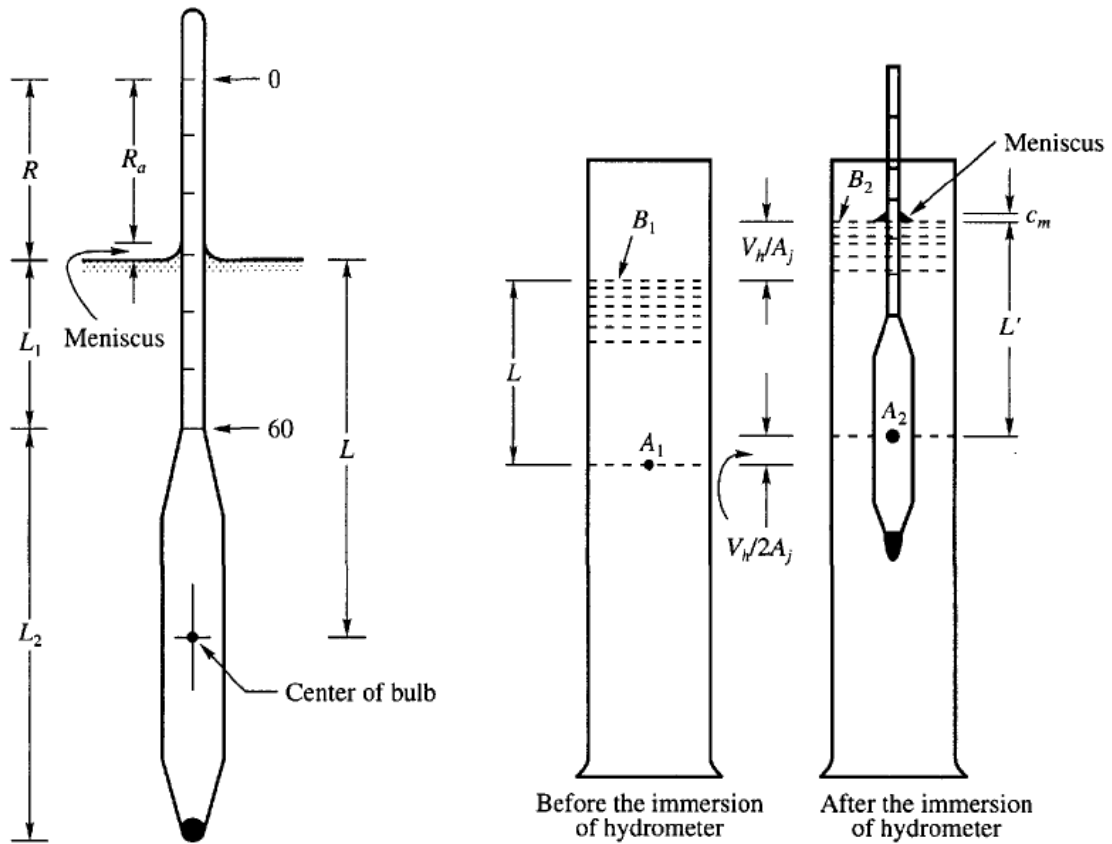
Temperatur (°C)	Unit Weight of Soil Solid							
	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.0151	0.0148	0.0146	0.0144	0.0141	0.0139	0.0137	0.0136
17	0.0149	0.0146	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134
18	0.0148	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132
19	0.0145	0.0143	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132	0.0131
20	0.0143	0.0141	0.0139	0.0137	0.0134	0.0133	0.0131	0.0129
21	0.0141	0.0139	0.0137	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127
22	0.0140	0.0137	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0128	0.0126
23	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124
24	0.0137	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0125	0.0123
25	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0123	0.0122
26	0.0131	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0124	0.0122	0.0120
27	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0119
28	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0123	0.0121	0.0119	0.0117
29	0.0129	0.0127	0.0125	0.0123	0.0121	0.0120	0.0118	0.0116
30	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0118	0.0117	0.0115



Tabel 5

Value of L (Effective Depth) for Use in Stokes Formula for Diameter of Particles from ASTM Soil Hydrometer 152 H

Original Hyd. Reading (Corrected for Meniscus Only)	Effective Depth, L (cm)	Original Hyd. Reading (Corrected for Meniscus Only)	Effective Depth, L (cm)
0	16.3	31.	11.2
1	16.1	1	11.1
2	16.0	2	10.9
3	15.8	3	10.7
4	15.6	4	10.5
5	15.5	5	10.4
6	15.3	6	10.2
7	15.2	7	10.1
8	15.0	8	9.9
9	14.8	9	9.7
10	14.7	10	9.6
11	14.5	11	9.4
12	14.3	12	9.2
13	14.2	13	9.1
14	14.0	14	8.9
15	13.8	15	8.8
16	13.7	16	8.6
17	13.5	17	8.4
18	13.3	18	8.3
19	13.2	19	8.1
20	13.0	20	7.9
21	12.9	21	7.8
22	12.7	22	7.6
23	12.5	23	7.4
24	12.4	24	7.3
25	12.2	25	7.1
26	12.0	26	7.0
27	11.9	27	6.8
28	11.7	28	6.6
29	11.5	29	6.5
30	11.4		





## ANALISIS HIDROMETER ASTM D-442-63 (98)

Nama Instansi : \_\_\_\_\_ Kedalaman Sampel Tanah : \_\_\_\_\_  
 Nama Proyek : \_\_\_\_\_ Nama Operator : \_\_\_\_\_  
 Lokasi Proyek : \_\_\_\_\_ Nama Engineer : \_\_\_\_\_  
 Deskripsi Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Pengujian : \_\_\_\_\_  
 Dispersing agent : \_\_\_\_\_ Zero Correction (Co) : \_\_\_\_\_  
 Berat jenis tanah : \_\_\_\_\_ Meniscus Correction : \_\_\_\_\_  
 Faktor koreksi : \_\_\_\_\_ Berat kering tanah, W<sub>s</sub> : \_\_\_\_\_

Elapsed Time t (minute)	I		II		III		Average	
	Temp (°C)	Actual Hyd. Reading Ra	Temp (°C)	Actual Hyd. Reading Ra	Temp (°C)	Actual Hyd. Reading Ra	Temp (°C)	Actual Hyd. Reading Ra

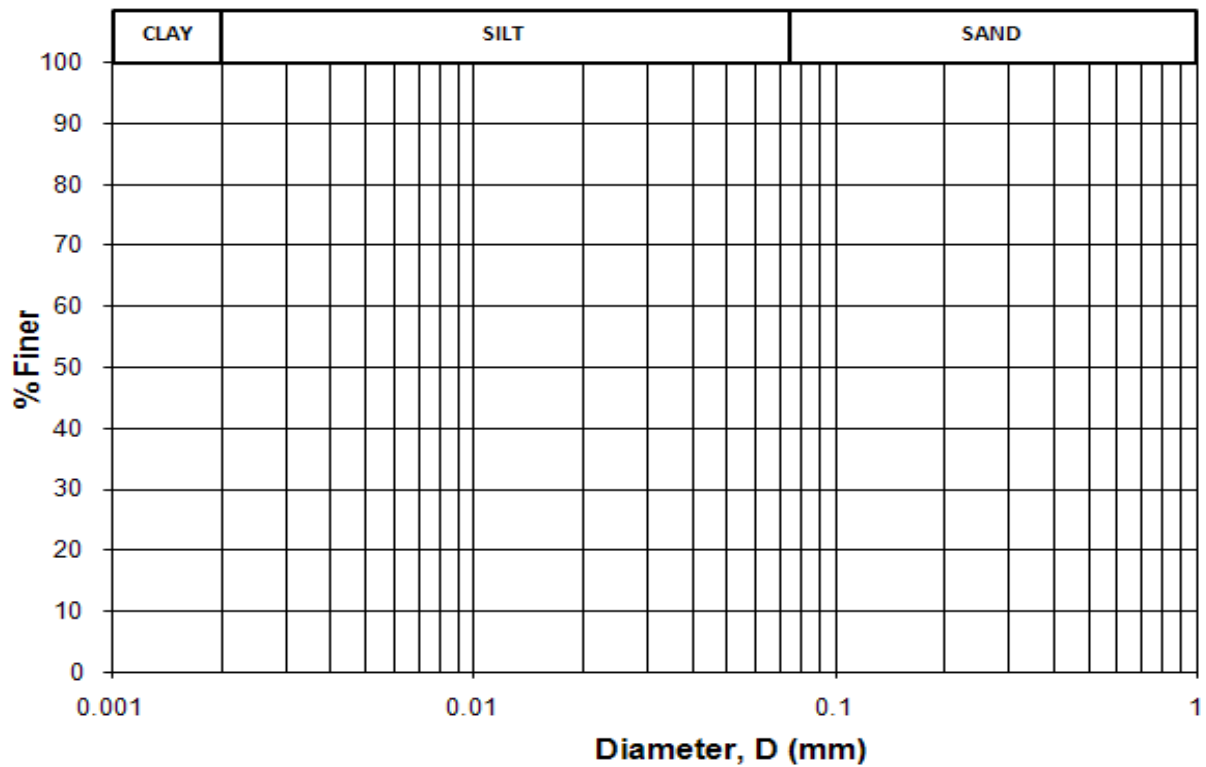
Elapsed Time t (minute)	Temp (°C)	Actual Hyd. Reading Ra	C <sub>t</sub>	Corr. Hyd. Reading Rc	% finer	Hyd. Corr. Only for meniscus R	L	L / t	K	Diameter D (mm)
1										
2										
4										
8										
16										
30										
45										
90										
210										
1290										
1440										



## ANALISIS HIDROMETER ASTM D-442-63 (98)

Nama Instansi : \_\_\_\_\_ Kedalaman Sampel Tanah : \_\_\_\_\_  
Nama Proyek : \_\_\_\_\_ Nama Operator : \_\_\_\_\_  
Lokasi Proyek : \_\_\_\_\_ Nama Engineer : \_\_\_\_\_  
Deskripsi Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Pengujian : \_\_\_\_\_

### GRAFIK DISTRIBUSI UKURAN BUTIR



CLAY =            %  
SILT =            %

Catatan :

---

---

---

---

---

---





## ANALISIS HIDROMETER ASTM D-442-63 (98)

Nama Instansi : \_\_\_\_\_ Kedalaman Sampel Tanah : \_\_\_\_\_  
Nama Proyek : \_\_\_\_\_ Nama Operator : \_\_\_\_\_  
Lokasi Proyek : \_\_\_\_\_ Nama Engineer : \_\_\_\_\_  
Deskripsi Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Pengujian : \_\_\_\_\_

### PERHITUNGAN HIDROMETER

#### 1. Faktor koreksi (a)

$$a = \frac{G_s}{(G_s - 1)}$$

(atau dapat dilihat pada tabel 2)

#### 2. Correction Hydrometer Reading

Rc = Ra – Zero Correction + Ct

Ra =

Zero Correction =

Temperatur =

Ct =

(dapat dilihat pada tabel 3)

Rc =

#### 3. Berat tanah kering (Ws)

Berat tanah kering = gr

#### 4. % Finer

$$\% \text{ Finer} = \frac{Rc \times a}{W_s} \times 100\%$$

#### 5. Harga K

Temperatur =  $\eta$  =

Gw = g =

$$K^2 = \frac{30 \times \eta}{g \times (G_s - G_w)} \quad \text{(atau dapat dilihat pada tabel 4)}$$



**Keterangan :**

$\eta$  = Viskositas aquades (poise) (dapat dilihat pada tabel 1)

$G_w$  = Spesific gravity of water (dapat dilihat pada tabel 1)

$g$  = Percepatan gravitasi (981 cm/det<sup>2</sup>)

**6. Harga R**

$R$  =  $R_a + \text{Meniscus Correction}$

$R_a$  =

$R$  =

**7. Harga L**

$R$  =

$L$  = (dapat dilihat pada tabel 5)

**8. L/t**

$L$  =

$t$  = menit

$L/t$  =

**9. Diameter (D)**

$$D = K \times \sqrt{\frac{L}{t}}$$

**Catatan :**

---

---

---

---

---

---

---

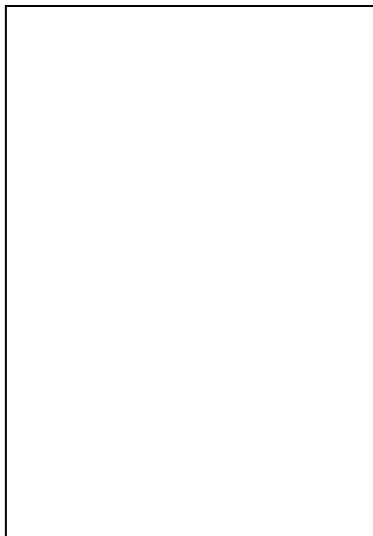
---



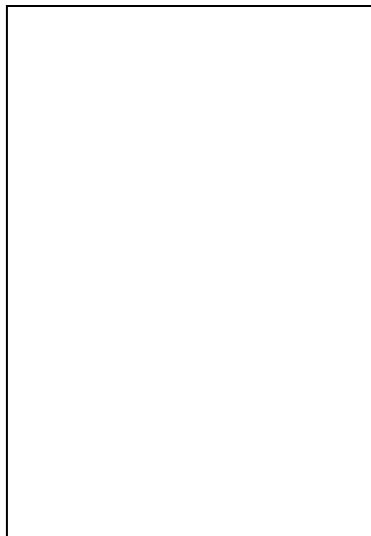
## ANALISIS HIDROMETER ASTM D-442-63 (98)

Nama Instansi : \_\_\_\_\_ Kedalaman Sampel Tanah : \_\_\_\_\_  
Nama Proyek : \_\_\_\_\_ Nama Operator : \_\_\_\_\_  
Lokasi Proyek : \_\_\_\_\_ Nama Engineer : \_\_\_\_\_  
Deskripsi Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Pengujian : \_\_\_\_\_

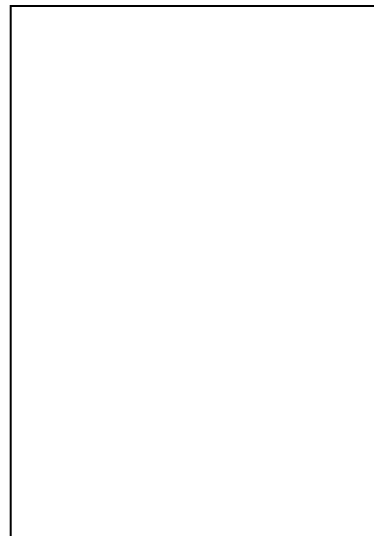
### FOTO ALAT UJI



Peralatan Uji Hidrometer

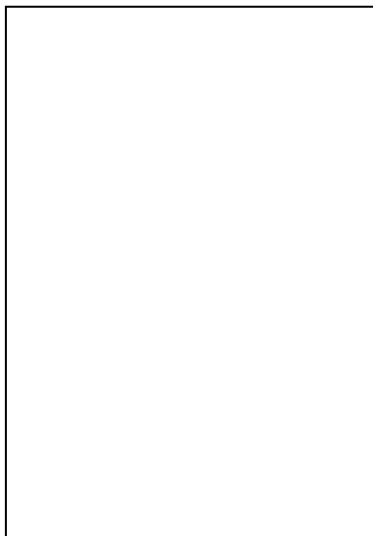


Peralatan Uji Hidrometer

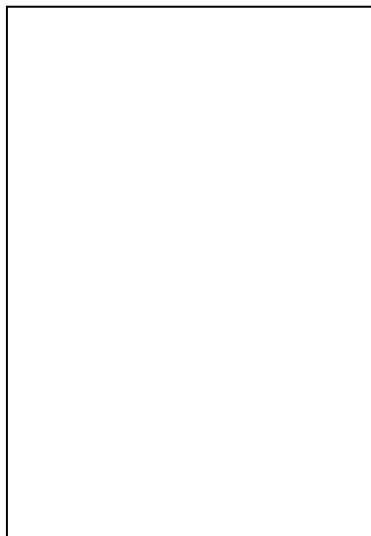


Peralatan Uji Hidrometer

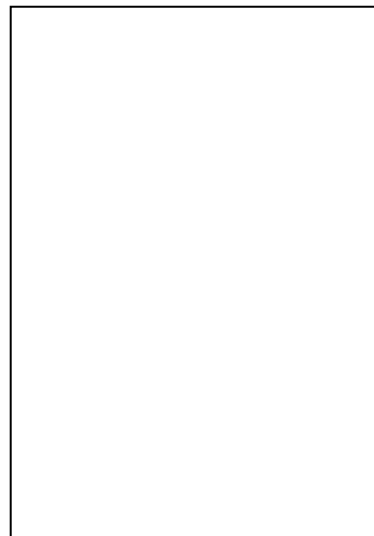
### FOTO PROSES PENGUJIAN



Pengujian Hidrometer



Pengujian Hidrometer



Pengujian Hidrometer