

# UJI DISPERSIVITAS BAHAN TIMBUNAN BENDUNGAN WAY LINGGO

Lilies Widodojoko

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bandar Lampung  
Email: labtekniksipil\_lw@yahoo.co.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti dispersivitas bahan timbunan bendungan tambang Way Linggo. Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu uji crump dan uji pin hole. Selain uji tersebut dilakukan pula uji batas Atterberg yaitu batas cair dan batas plastis. Uji batas Atterberg ini dilakukan karena uji ini dapat mendeteksi sifat fisik tanah dispersive. Hasil pengujian mendapatkan bahwa tanah tergolong jenis tanah lanau berplastisitas tinggi (MH). Tanah dengan jenis ini kemungkinan tidak bersifat dispersive. Hasil pengujian khusus dispersivitas yaitu dengan uji crump dan uji pin hole menunjukkan bahwa bahan timbunan bendungan Way Linggo tidak termasuk tanah dispersive, sehingga aman digunakan sebagai bahan timbunan bendungan.

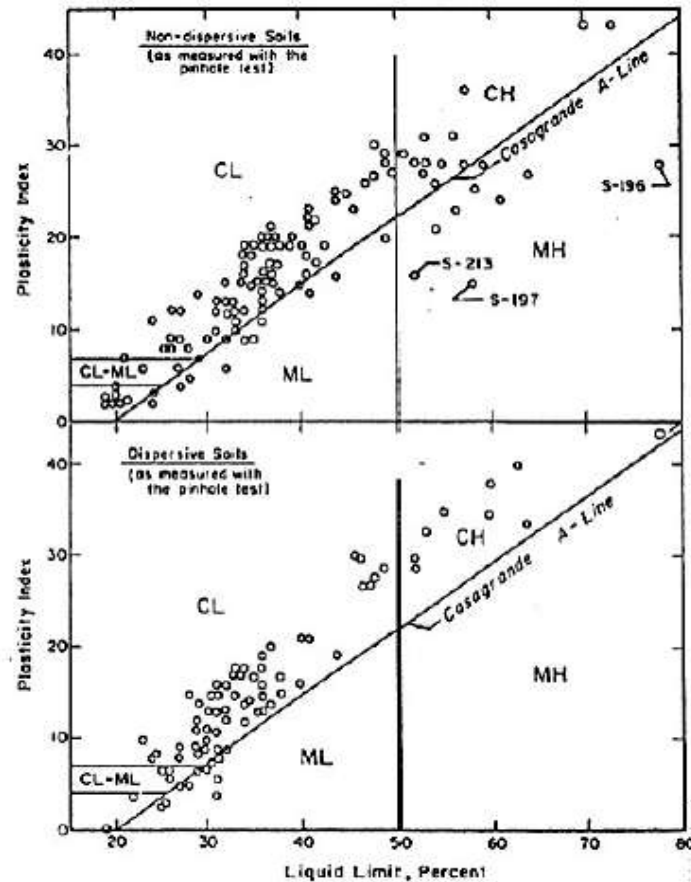
## 1. Pendahuluan

Dalam desain bangunan air sering dilakukan analisis rembesan dan stabilitas dengan menggunakan parameter desain untuk menentukan tingkat keamanan dan kestabilan bangunan. Bangunan air atau tanggul sebaiknya tidak dibangun dengan tanah yang mengandung tanah dispersif. Tanah lempung dispersif mudah tererosi baik di permukaan maupun di dalam timbunan tanah walaupun dilewati oleh aliran air dengan kecepatan rendah. Aliran air ini dapat mengakibatkan terjadinya proses erosi buluh (pipung). Pada bendungan tipe urugan, hal ini sangat berbahaya, sebab proses pipung yang terjadi pada skala besar dapat mengakibatkan keruntuhan bendungan. Identifikasi lapangan biasanya dapat terlihat berupa banyaknya rongga-rongga dan alur-alur yang dalam akibat erosi. Mengingat pentingnya identifikasi tingkat dispersif tanah lempung ini untuk bahan timbunan maka dilakukan pengujian dispersivitas pada bahan tanah timbunan bendungan Way Linggo di Propinsi Lampung.

## 2. Studi Pustaka

Tanah yang bersifat dispersive adalah tanah yang mudah tererosi bahkan pada kondisi air diam. Hal ini disebabkan karena air

pori tanah dispersive mengandung larutan sodium dengan kadar tinggi. Akibat tingginya larutan sodium, maka mineral lempung didalamnya akan diselubungi oleh lapisan air dua kali lebih tebal dibandingkan dengan mineral lempung pada umumnya. Kondisi ini menyebabkan terjadinya gaya tolak antar partikel lempung. Apabila tanah terendam air, maka partikel lempung akan lepas dan larut dalam air. Sherard dkk, (1976) melakukan penelitian terhadap 115 contoh tanah dispersive dan 80 contoh non dispersive. Hasil uji dapat dilihat pada Gambar 2.1. Hasil uji memperlihatkan bahwa lanau dengan plastisitas rendah (ML) sampai tinggi (MH) umumnya adalah tanah non dispersive, sedangkan pada tanah lempung dengan plastisitas rendah (CL) sampai tinggi (CH) terdapat kemungkinan adanya tanah dispersive. Tanah dispersive biasanya juga bersifat kedap air dan mempunyai koefisien permeability yang kecil. Apabila terjadi erosi permukaan oleh air dan terjadi retak pada permukaannya, maka erosi akan berkembang didalam tanah dan dapat menyebabkan terjadinya proses pipung didalam tanah. Sifat kedap air dan mempunyai koefisien permeability yang kecil menyebabkan secara fisik tanah dispersive hampir sama dengan tanah yang non dispersive.



Gambar 2.1. Posisi tanah dispersive dan non dispersive pada tabel plastisitas ( Sherard dkk, 1976)

Knodel (1991) menyatakan bahwa sifat dispersive suatu tanah dapat diketahui dengan 5 jenis uji yaitu :

1. Uji pinhole dengan cara pelaksanaan sesuai dengan Standard ASTM D 4647-93 atau USBR 5410-89.
2. Uji crump dengan cara pelaksanaan sesuai dengan Standard ASTM D 6572-00 atau USBR 5400-89.
3. Uji dobel hidrometer dengan cara pelaksanaan sesuai dengan Standard ASTM D 4221-99 atau USBR 5405-89.
4. Uji kimiawi (chemical test) dengan cara pelaksanaan sesuai dengan Handbook 60 atau USDA (Richard, 1954).
5. Uji ESP (Exchangable Sodium Percentage) Kelima jenis uji tersebut dilakukan pada kadar air asli. Pengeringan dengan oven dapat mengganggu proses pengujian dispersive.

### 3. Methodologi

Pada kajian ini sampel diambil dengan menusukkan tabung kedalam tanah timbunan. Lihat Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Pengambilan benda uji dengan menusukkan tabung kedalam timbunan.

### 3.1. Uji batas Atterberg.

#### 3.1.1. Liquid Limit (AASHTO T-89-74) (ASTM D-423-66)

Tujuan dari percobaan ini adalah:

- Menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair
- Menentukan batas cair dari benda uji.

#### Prinsip Percobaan

Batas cair adalah batas kadar air dimana suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis. Kadar air dinyatakan dalam persen. Kadar air di mana transisi dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair.

$$W = \frac{W - W_s}{W_s} \times 100\%$$

Dimana,

W = Kadar air

W = Berat tanah basah

W<sub>s</sub> = Berat tanah kering

Untuk menentukan batas cair, dilakukan uji batas cair. Uji batas cair dilakukan empat kali pada tanah yang sama tetapi pada kadar air yang berbeda-beda sehingga jumlah pukulan N yang dibutuhkan bervariasi. Kadar air dan jumlah pukulan untuk masing-masing uji digambarkan dengan grafik. Kadar air yang bersesuaian dengan N=25 adalah batas cair dari tanah yang bersangkutan.

#### Prosedur Percobaan

- Letakkan benda uji yang sudah dipersiapkan di atas pelat kaca pengaduk.
- Benda uji diaduk hingga homogen dengan menambahkan air suling sedikit demi sedikit.
- Setelah contoh menjadi campuran yang merata, ambil sebagian dan letakkan di atas mangkok alat batas cair, ratakan permukaannya sehingga sejajar dengan dasar alat.
- Dengan alat pembuat alur buatlah alur dengan cara membagi dua benda uji dalam mangkok. Alur harus tegak lurus permukaan mangkok.
- Putar tuas pemutar pada alat sehingga mangkok naik/jatuh dengan kecepatan 2

putaran per detik. Pemutaran dilakukan terus sampai dasar alur benda uji mulai bersinggungan.

- Catat jumlah ketukan pada waktu dasar alur benda uji mulai bersinggungan.
- Ambillah benda uji langsung dari mangkok pada alur, kemudian masukkan ke dalam cawan yang telah disiapkan.
- Masukkan ke dalam oven selama 24 jam untuk diperiksa kadar air yang terkandung dalam tanah.
- Mangkok alat batas cair dibersihkan dan benda uji diuji kembali dengan merubah kadar airnya. Ulangi langkah b sampai g. Lakukan dengan 3 kadar air yang berbeda. Diagram alur pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.2.

#### 3.1.2. Plastic Limit (AASHTO T-90-74) (ASTM D-424-74)

#### Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah

- Menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis.
- Menentukan batas plastis dari benda uji.

#### Prinsip Percobaan

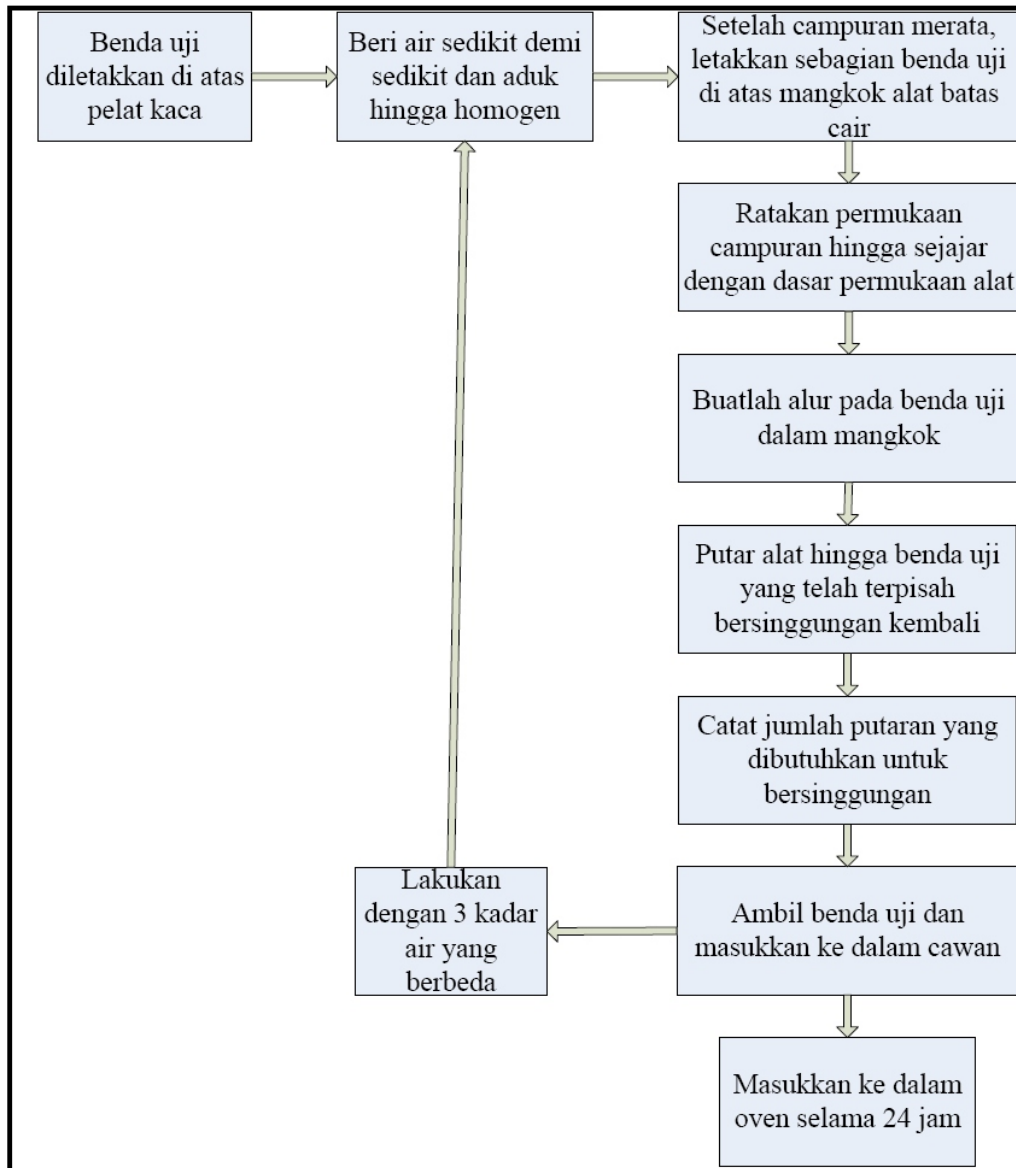
Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air yang dinyatakan dalam persen di mana tanah apabila digulung sampai diameter 3,2 mm menjadi retak-retak. Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah. Cara pengujiannya sangat sederhana yaitu dengan cara menggulung tanah berukuran elipsoidal dengan telapak tangan di atas kaca datar.

#### Prosedur Percobaan

- Letakkan benda uji yang sudah dipersiapkan di atas pelat kaca.
- Benda uji ditambah air dan diaduk sehingga kadar airnya merata.
- Setelah kadar airnya merata, buatlah bola-bola tanah dari benda uji dan kemudian bola-bola tanah itu digeleng-geleng di atas pelat kaca. Penggelengan dilakukan dengan telapak tangan.
- Pengelengan dilakukan terus sampai membentuk batang dengan diameter kira-kira 3 mm. Jika pada waktu penggelengan itu ternyata sebelum benda

uji mencapai 3 mm sudah retak, maka benda uji disatukan kembali ditambah air. sedikit dan diaduk sampai merata. Jika ternyata penggelengan bola-bola itu bisa mencapai

diameter lebih kecil dari 3 mm tanpa menunjukkan retakan, maka contoh perlu dibiarkan beberapa saat di udara, agar kadar airnya berkurang sedikit.



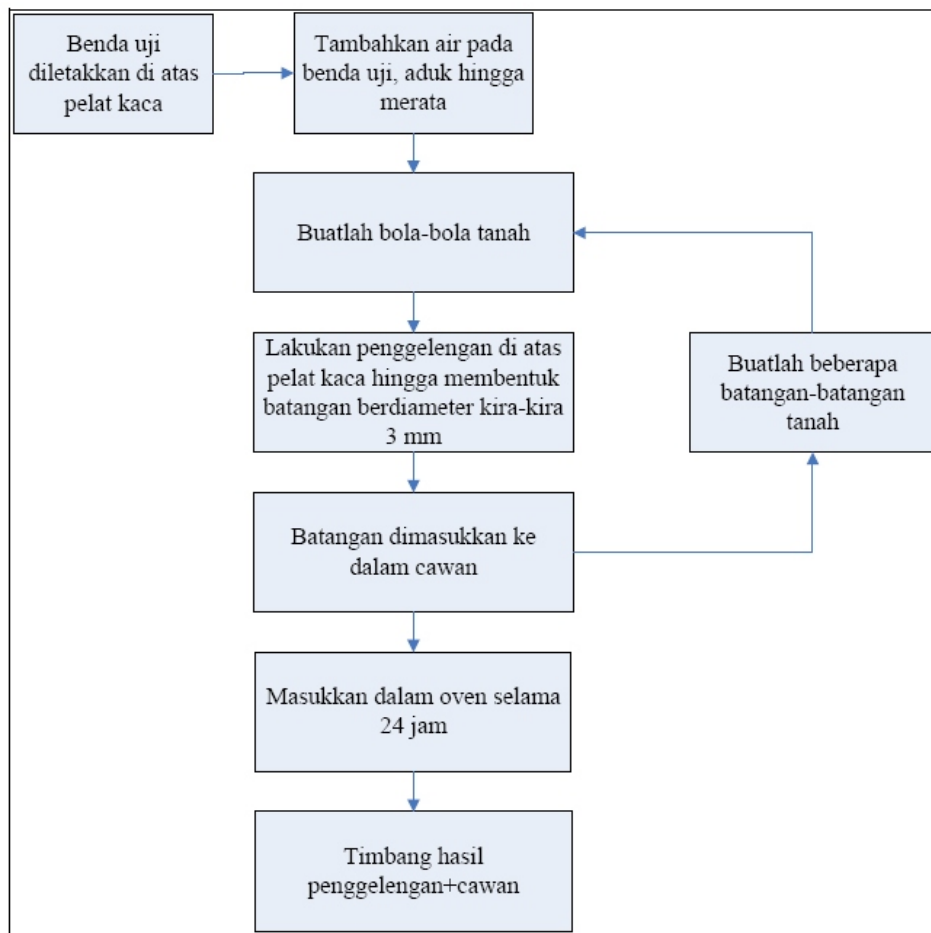
**Gambar 3.2** Diagram Alur *Liquid Limit*

- e. Pengadukan dan penggelengan diulangi terus sampai retakan-retakan itu terjadi tepat pada saat gelengan mempunyai diameter 3 mm.
  - f. Lakukan penggelengan beberapa kali untuk membentuk beberapa gulungan tanah. Hasil gulungan ditempatkan pada cawan.
  - g. Setelah itu masukkan ke dalam oven selama 24 jam. Setelah 24 jam, timbanglah hasil penggelengan+cawan untuk mengetahui kadar air yang terkandung.
- Gulungan tanah setelah dikeringkan dengan oven dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Gulungan-gulungan tanah setelah dikeringkan dengan oven

Bagan air pengujian batas plastis dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Alur *Plastic Limit*

### 3.1.3. Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas adalah perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah, atau

$$PI = LL - PL$$

Di mana,

PI = Index Plastisitas

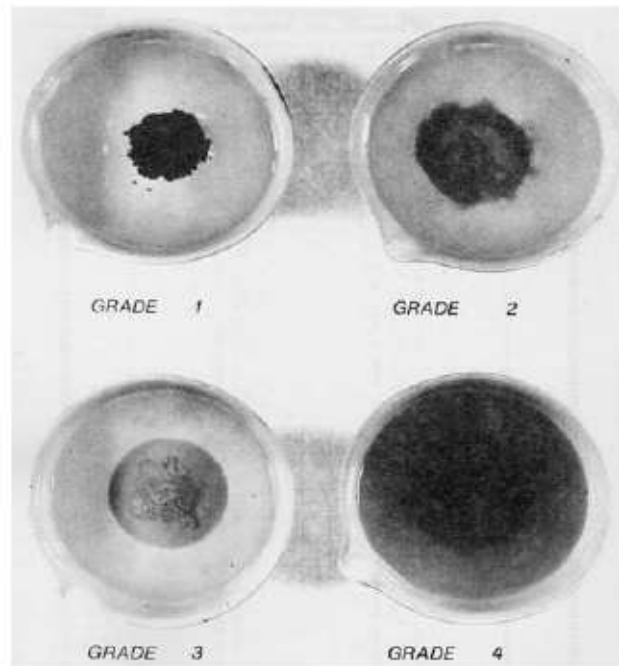
LL = Batas Cair

PL = Batas Plastis.

### 3.2. Uji Crump

Pada kajian ini, sampel yang dipakai pada uji *crump* adalah : (1) Tanah asli dengan kadar air asli dan (2) Dimodelkan di laboratorium. Pada cara pertama, sampel diambil dengan volume sama dengan kubus dengan sisi 15 mm. Tanah dipastikan lolos saringan # 4 (4,75

mm). Sedangkan pada cara kedua, sampel yang dimodelkan di laboratorium, benda uji dibentuk dengan cara *remoulded* dengan pedoman berat volume (bulk density) dan kadar air sesuai dengan kondisi asli dilapangan untuk membuat suatu kubus dengan sisi 15 mm. Untuk uji *crump* di laboratorium, tanah harus lolos saringan # 10 ( 2 mm). Benda uji dimasukkan kedalam bejana yang berisi air destilasi sebanyak 250 ml, dan diamati perubahan yang terjadi karena reaksi dengan air. ASTM D 6572-00 mensyaratkan bahwa kisaran suhu air selama pengujian adalah  $21^{\circ} + 6^{\circ}$ . Uji ini bersifat kualitatif dengan membandingkan pola keruntuhan benda uji pada pola waktu tertentu dengan pola standard keruntuhan seperti terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Tingkat dispersivitas pada uji crumb (Acciardi, 1985)

Tingkat dispersivitas tanah pada uji *crump* digolongkan dalam 4 tingkat yaitu:

*Grade 1*: Benda uji luruh atau hancur, tetapi tidak menyebabkan air keruh. Untuk benda uji yang menunjukkan perilaku ini termasuk dalam tanah yang bersifat *non-dispersive*.

*Grade 2*: Benda uji luruh atau hancur, dan menimbulkan air sedikit keruh disekitar benda uji. Untuk benda uji yang menunjukkan

perilaku ini termasuk dalam tanah yang bersifat *Intermediate-dispersive*.

*Grade 3*: Benda uji luruh atau hancur, dan menimbulkan air keruh sampai dengan radius 10 mm disekitar benda uji. Untuk benda uji yang menunjukkan perilaku ini termasuk dalam tanah yang bersifat *intermediate-dispersive*.

*Grade 4*: Benda uji luruh atau hancur, dan

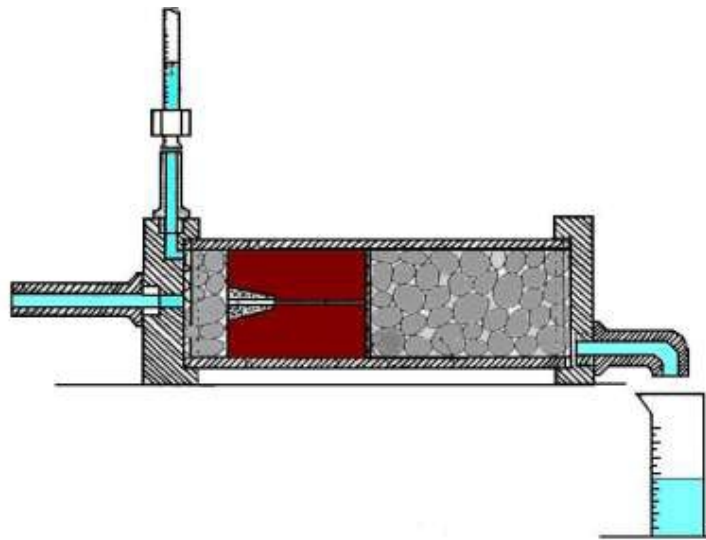
menimbulkan air keruh pada seluruh dasar bejana. Untuk benda uji yang menunjukkan perilaku ini termasuk dalam tanah yang bersifat *intermediate-dispersive*.

Di Amerika, sejak tahun 1971 Soil Conservation Service (SCS) telah menggunakan *crump test* sebagai uji rutin pada penyelidikan tanah untuk bahan timbunan bendungan dan tanggul banjir. Hasil evaluasi Sherad dkk (1976) berdasarkan hasil penelitiannya mengatakan bahwa apabila hasil *crump test* menunjukkan tanah *dispersive*, hasil yang sama diperoleh dari cara ujian yang lain, tetapi 40% dari seluruh hasil *crump test* yang menunjukkan tanah *nondispersive* ternyata menunjukkan reaksi *dispersive* pada saat diuji dengan metode lain. Pengamatan terhadap perubahan benda uji akibat perendaman dilakukan 2 menit, 1 jam dan 6 jam setelah benda uji dimasukkan kedalam air. Kemudian dicatat reaksi benda uji setelah

terkena air sesuai dengan grade yang ditetapkan dalam standard ASTM D6572-00. Penetapan hasil *crump test* dilakukan sebagai berikut: apabila tidak ada perubahan grade selama pengujian, maka grade pada pengamatan 1 jam ditetapkan sebagai hasil uji. Apabila ada perubahan grade antara pengamatan 2 menit ke 1 jam, pengamatan 1 jam ditetapkan sebagai hasil uji. Apabila terjadi perubahan dari grade 2 ke grade 3, dan perubahan dari grade 3 ke grade 4 terjadi pada rentang waktu antara pengamatan 1jam ke 6 jam, maka grade pada akhir uji (6 jam) akan ditetapkan sebagai hasil uji.

### 3.3. Uji Pin Hole

Selain uji *crump*, untuk mengetahui dispersivitas tanah timbunan dilakukan uji Pin Hole berdasarkan standard SNI 03-3405-1994. Alat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Alat Uji Pin Hole

Contoh tanah yang digunakan adalah sampel tanah terganggu. Berdasarkan standard tersebut diatas, maka syarat yang harus dipenuhi untuk benda uji adalah sebagai berikut:

- Contoh tanah lolos saringan no.10 (2 mm).
- Contoh tanah yang diperlukan dalam pengujian ini sebanyak  $\pm 1$  kg untuk setiap

tahap muka air.

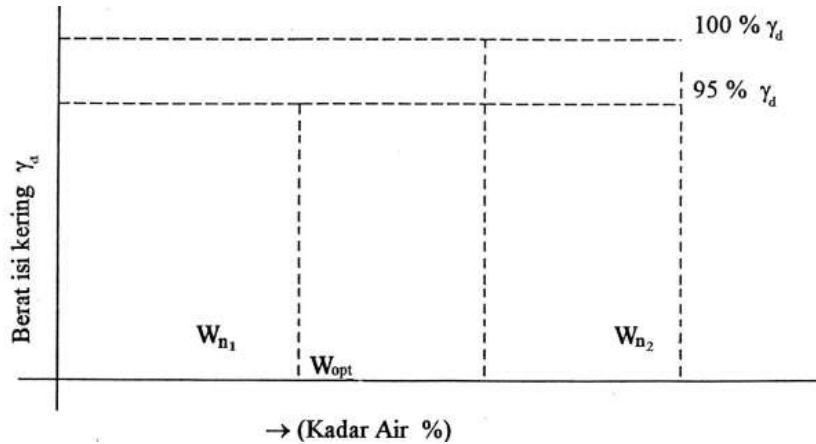
- Dalam pengujian diperlukan 1 buah benda uji berukuran : diameter ( $\emptyset$ ) = 32,5 mm dan panjang = 37,5 mm.

Air sebagai bahan penunjang uji yang digunakan dalam sistem pengujian dengan alat pinhole ini bersih, bebas dari kotoran dan suspensi lumpur.

Persiapan benda uji adalah sebagai berikut:

- a) Benda uji mempunyai kadar air optimum yang mendekati kadar air yang ditentukan dalam pelaksanaan pemadatan ( $OMC \pm 3\%$ ).
- B) Jika contoh tanah mengandung butiran tanah kasar lebih besar dari 2 mm, disaring dulu melalui ayakan no.100.
- c) Benda uji ditumbuk dan dipadatkan di dalam tabung/cetakan, lapis demi lapis

- sampai 5 lapisan, sehingga berat isi tanah sama dengan  $95\% \pm 3\%$  kepadatan tanah kering proctor dengan tebal 37,5 mm dan diameter ( $\varnothing$ )= 32,5 mm.
- d) Dipadatkan pada cetakan yang sesuai dengan ukuran benda uji dengan alat *pinhole* atau dipadatkan langsung pada tabung *pinhole*.



Gambar 3.7. Grafik hasil pemadatan.

Cara pembuatan benda uji dilakukan sebagai berikut:

- 1) Gunakan grafik hasil uji pemadatan tanah yang akan digunakan untuk bahan bangunan (lihat Gambar 3.7.)
- 2) Tarik garis horisontal pada nilai  $95\% \gamma_d$  pada grafik hasil pemadatan yang sudah diketahui; garis ini akan memotong grafik di dua titik ( $w_{n1}$  dan  $w_{n2}$ ) dan digunakan  $w_{n2}$  dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_n}{(1 + w_n)} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

$\gamma_d$  : berat isi kering;

$\gamma_n$  : berat isi basah;

$w_n$  : kadar air yang bersangkutan.

- 3) Dengan diketahuinya nilai  $95\% \gamma_d$  dan  $w$  pada rumus (1) di atas, maka  $\gamma_n$  dapat diperoleh dengan rumus perhitungan :  $\gamma_n = (1 + w) \times 95\% \gamma_d$ .
- 4) Ukuran benda uji *pinhole* sudah ditentukan,

sehingga berat benda uji =  $V \times \gamma_n$ , dengan: V adalah volume benda uji, (benda uji dapat dibuat sesuai dengan yang ditentukan).

Pasang satu lembar saringan kawat pada bagian atas benda uji dan dua lembar kawat pada bagian bawah benda uji. Kerucut ditusukkan ke dalam benda uji dengan jalan ditekan dengan jari, lalu dibuat lubang dengan diameter ( $\varnothing$ ) = 1 mm (dengan jarum). Ruang tabung yang kosong diisi dengan kerikil berdiameter ( $\varnothing$ ) = 6 mm s.d 9 mm dan pasang penutupnya. Pasang alat *pinhole* horisontal dan aliri dengan air suling secara gravitasi. Setelah selesai pengamatan, catat, bongkar peralatan dan benda uji, serta ukur diameter lubang *pinhole* untuk dibandingkan dengan diameter *pinhole* semula.

**3.3.1. Prosedur pengujian sebagai berikut:**

Prosedur pengujian untuk contoh tanah terganggu dan contoh tanah tidak terganggu adalah sama. Berikut ini diuraikan pelaksanaan pengujian dengan alat *pinhole* pada beda



tinggi air berturut-turut sebesar 50 mm, 180 mm, 380 mm, dan 1020 mm.

#### **a. Pengujian pada beda tinggi air 50 mm**

Hal-hal yang diperhatikan dan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Ukur jumlah air yang mengalir ke dalam gelas ukur dalam waktu tertentu.
- b) Amati warna air dari dua arah, yaitu dari samping dan dari atas gelas ukur.
- c) Jika tidak ada air yang ke luar, buka tutupnya dan tusuk sekali lagi atau tutup lubang pertama dan buat lubang ke-dua (walaupun hal ini jarang terjadi).
- d) Perbedaan antara tanah dispersif dan non dispersif diperoleh dari hasil pengujian dengan beda tinggi air 50 mm.
- e) Jika pengaliran air untuk beda tinggi ini terlihat keruh dan tidak menjadi lebih jernih setelah selang beberapa waktu, benda uji tergolong lempung dispersif. Petunjuk yang jelas terlihat pada waktu benda uji tergerus adalah keluarnya koloid (terbawanya butir-butir tanah).
- f) Pada umumnya lempung dispersif tergerus dengan cepat bila beda tinggi air kurang dari 50 mm dan disertai keluarnya air dalam kondisi keruh.
- g) Untuk tanah lempung dispersif, banyaknya air dapat mencapai maksimum dalam waktu 2 menit s.d 5 menit yaitu sekitar 1,0 ml/s s.d 1,4 ml/s.
- h) Pada umumnya pengujian dilanjutkan sampai 10 menit. Jika warna air yang keluar menjadi jernih, pengujian dianggap selesai.
- i) Untuk jenis tanah lempung dispersif, lubang akan membesar > 2 kali diameter jarum setelah pengaliran selama 5 menit; jenis ini tergolong "sangat dispersif" (D1).
- j) Jika pengaliran pada beda tinggi air 50 mm, air yang keluar sedikit keruh dan debit aliran tidak melebihi 1,00 ml/s setelah 5 menit, lanjutkan pengujian sampai 10 menit. Setelah 10 menit, jika air masih keruh hentikan pengujian dan ukur lubang *pinhole*. Klasifikasi tanah adalah D2 jika debit aliran antara 1,0 ml/s s.d 1,4 ml/s dan ukuran lubang 1,5 kali diameter semula.
- k) Jika aliran air tetap dan air terus dalam kondisi keruh, hentikan pengujian.
- l) Bila setelah 10 menit jumlah air antara 0,8

ml/s s.d 1,0 ml/s dan diameter lubang kurang dari 1,5 kali diameter semula, jenis ini termasuk "*kemungkinan dispersif*" (ND4).

- m) Bila setelah 10 menit aliran air melampaui 1 ml/s dan diameter lubang melewati 1,5 kali diameter semula, jenis ini tergolong "dispersif" (D2).
- n) Bila pengujian dihentikan setelah 10 menit dan hasilnya adalah ND4 dan D2, pengujian perlu diulangi dengan benda uji baru untuk mengetahui sifat-sifatnya pada beda tinggi air 180 mm.
- o) Jika aliran pada beda tinggi air 50 mm dalam kondisi jernih atau hanya sedikit sekali keruh dilihat dari samping gelas ukur setelah 10 menit dan debit aliran sebesar 0,4 ml/s s.d 0,8 ml/s, naikkan tinggi air menjadi 180 mm.

#### **b. Pengujian pada beda tinggi air 180 mm**

Hal-hal yang harus diperhatikan dan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Jika pada beda tinggi ini air keruh dan pengujian dihentikan, tanah tersebut tergolong "kemungkinan dispersif" (ND3), debit aliran yang keluar, biasanya sebesar 1,4 ml/s s.d 2,7 ml/s dan diameter lubang menjadi sama atau lebih besar dari 1,5 sampai 2 kali diameter semula.
- b) Jika aliran yang keluar jernih atau hanya sedikit keruh dilihat dari samping gelas ukur setelah 5 menit dan debit aliran antara 0,4 ml/s s.d 1,4 ml/s, naikkan beda tinggi air menjadi 380 mm dan lanjutkan pengujian.

#### **c. Pengujian pada beda tinggi air 380 mm**

Hal-hal yang harus diperhatikan dan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Jika aliran bertambah keruh atau debit aliran bertambah menjadi 1,8 ml/s s.d 3,2 ml/s, hentikan pengujian, dan tanah tergolong "kemungkinan dispersif" (ND3).
- b) Jika air yang keluar tetap jernih dilihat dari atas gelas ukur setelah 5 menit dan debit aliran menjadi 1,0 ml/s s.d 1,8 ml/s, naikkan beda tinggi air menjadi 1020 mm.

#### **d. Pengujian pada beda tinggi air 1020 mm**

Hal-hal yang harus diperhatikan dan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Bila setelah 5 menit aliran di bawah beda tinggi 1020 mm sedikit keruh dilihat dari atas gelas ukur atau debit aliran melebihi 3,0 ml/s, tanah termasuk klasifikasi non dispersif (ND2).
- b) Bila debit aliran sebesar 3,0 ml/s dan ukuran lubang pada saat selesai pengujian kurang

dari lubang semula, tanah tergolong non dispersif (Nd1).

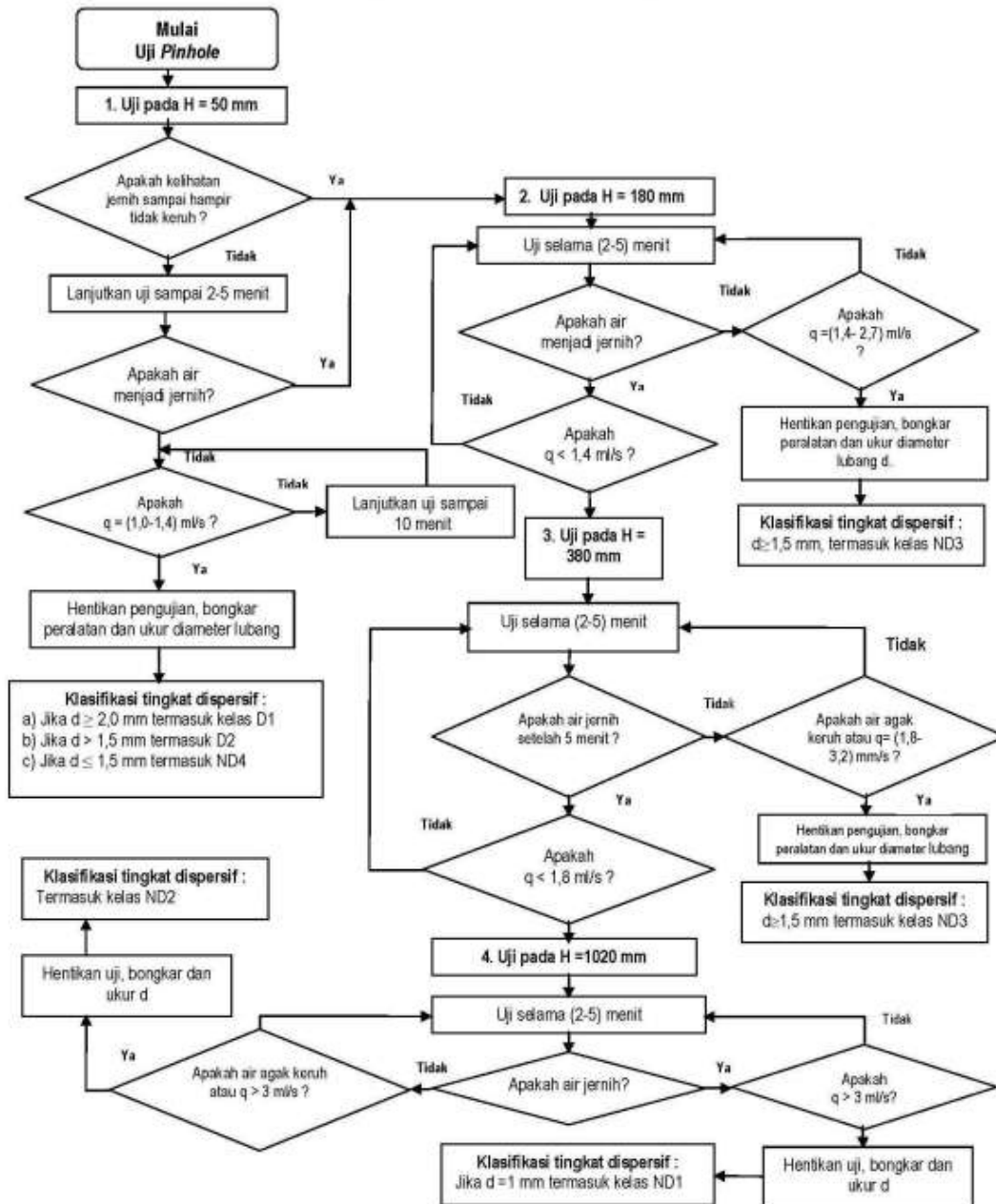
#### Penilaian hasil pengujian

Penilaian hasil-hasil pengujian *pinhole* diperlihatkan dalam Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1. Kriteria untuk evaluasi hasil pengujian *pinhole*

Klasifikasi dispersif	Beda tinggi air ( <i>head</i> ), (mm)	Waktu pengujian (menit)	Debit aliran yang keluar (ml/s)	Keadaan air akhir pengujian		Ukuran lubang sesudah pengujian (d) (mm)
				Dari samping	Dari atas	
D1	50	5	1,0 - 1,4	keruh ( <i>dark</i> )	sangat keruh ( <i>very dark</i> )	$\geq 2,0$
D2	50	10	1,0 - 1,4	keruh sedang ( <i>moderately dark</i> )	keruh ( <i>dark</i> )	$> 1,5$
ND4	50	10	0,8 - 1,0	agak keruh ( <i>slightly dark</i> )	keruh sedang ( <i>moderately dark</i> )	$\leq 1,5$
ND3	180	5	1,4 - 2,7	hampir tidak keruh ( <i>barely visible</i> )	agak keruh ( <i>slightly dark</i> )	$\geq 1,5$
	380	5	1,8 - 3,2			
ND2	1020	5	$> 3,0$	jernih ( <i>clean</i> )	hampir tidak keruh ( <i>barely visible</i> )	$< 1,5$
ND1	1020	5	$> 3,0$	jernih sekali ( <i>perfectly clean</i> )	jernih sekali ( <i>perfectly clean</i> )	1,0

Bagan alir cara uji sifat dispersif tanah dengan alat pinhole dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Bagan Alir Pengujian Pin Hole.

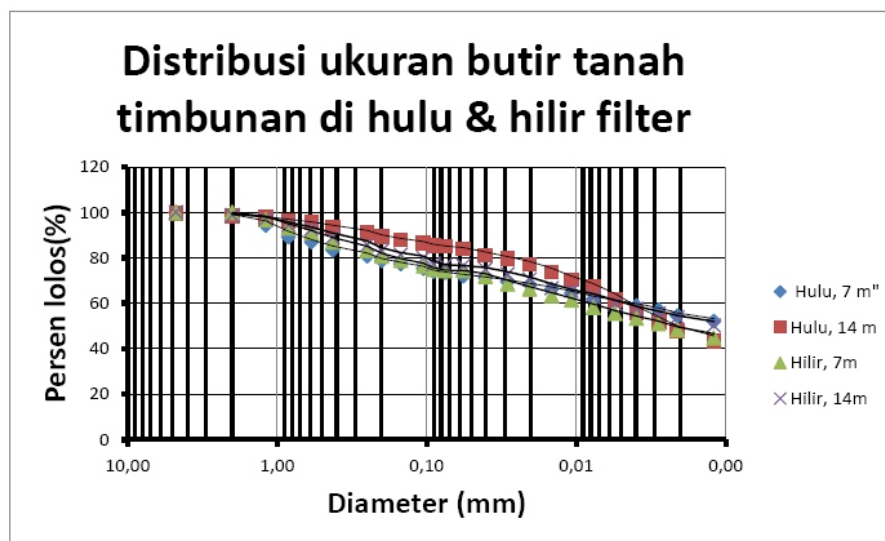
#### 4. Material

Gradasi tanah timbunan dapat dilihat pada Gambar 4.1. Pengujian dilakukan pada tanah timbunan terpasang disebelah hulu dan hilir bendungan pada ketinggian 7 dan

14 m. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa distribusi ukuran butir tanah kurang lebih seragam. Nilai persentase gravel, sand, silt dan clay dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Persentase gravel, sand, silt dan clay pada tanah timbunan bendungan

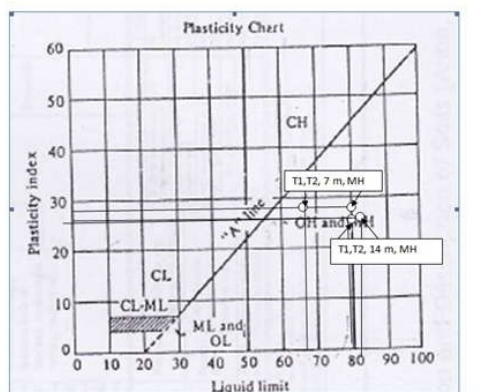
Lokasi	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)
T1, 7m, kanan(US)	0	26,5	19,2	54,3	80	47	29
T2, 7m, kiri (DS)	0	25,7	26,4	47,9	67	38	29
T1,14 m, kanan(US)	0	14,6	37,6	47,4	82	56	26
T2, 14 m, kiri (DS)	0	23,4	22,9	53,7	81	54	27



Gambar 4.1. Distribusi ukuran butir tanah timbunan kedap air di hulu dan hilir filter.

Jenis tanah berdasarkan Unified Soils Classification Systems (USCS, ASTM D 2487) dapat dilihat pada gambar 4.1.

Gambar 4.1. Jenis tanah berdasarkan Unified Soils Classification Systems (USCS, ASTM D 2487).



## 5. Hasil Test dan Kesimpulan

### 5.1. Hasil Uji Atterberg

Pengujian dilakukan di Bandung pada Juli . Agustus 2010 oleh PT Konas Tunggal. Hasil uji Atterberg menyatakan bahwa tanah timbunan termasuk jenis MH. Menurut Sherard dkk, (1976) jenis tanah ini kemungkinan bukan tanah dispersive. Walaupun demikian perlu diadakan uji lanjut, yaitu uji yang di khususkan untuk uji dispersivitas.

## 5.2. Hasil uji crump

Pengujian dilakukan di lakukan di Bandar Lampung pada Oktober 2012 oleh

Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Bandar Lampung.



Pengamatan 2 menit

Pengamatan 1 jam

Pengamatan 6 jam

Gambar 5.1. Hasil uji dispersivitas bahan timbunan bendungan Way Linggo (Sampel 1)  
Tabel 5.1. Hasil uji dispersivitas yaitu uji crump pada waktu 2 menit, 1 jam dan 6 jam.

Pengamatan	Sampel 1		Sampel 2	
	Grade	Suhu	Grade	Suhu
2 menit	1	21 <sup>0</sup> C	1	21 <sup>0</sup> C
1 Jam	1	21,1 <sup>0</sup> C	1	21,2 <sup>0</sup> C
6 Jam	1	21,1 <sup>0</sup> C	1	21,2 <sup>0</sup> C



Pengamatan 2 menit

Pengamatan 1 jam

Pengamatan 6 jam

Gambar 5.2. Hasil uji dispersivitas bahan timbunan bendungan Way Linggo (Sampel 2)

Tabel 5.1. menunjukkan hasil uji dispersivitas tanah sebagai bahan timbunan bendungan. Gambar 5.1. menunjukkan hasil pengamatan selama uji crump pada sampel 1. Sampel 1 diambil dari tanah didalam tabung sample yang setelah dikeluarkan dipotong sebesar kubus dengan sisi 15 mm. .Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa air tidak berubah warna, tetap jernih dan tidak keruh. Untuk benda uji yang menunjukkan perilaku ini termasuk dalam tanah yang bersifat *non-dispersive*. Karena itu maka tanah tergolong Grade 1. Gambar 5.2. menunjukkan hasil

pengamatan selama uji crump pada sampel 2. Sampel 2 diambil dari tanah didalam tabung sample yang setelah dikeluarkan, kemudian di keringkan udara. Setelah itu sampel di ayak dengan saringan no 10 (2mm), dipadatkan berdasarkan standard Proktor dan dipotong sebesar kubus dengan sisi 15 mm. .Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa air tidak berubah warna, tetap jernih dan tidak keruh. Untuk benda uji yang menunjukkan perilaku ini termasuk dalam tanah yang bersifat *non-dispersive*. Karena itu maka tanah tergolong Grade 1.

**5.3. Hasil uji pin hole.**

Pengujian dilakukan di lakukan di Bandung pada Pebuari 2012 oleh Pusair, Laboratorium Balai Bangunan Hidraulik atau Geoteknik Keairan. Hasil uji

dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4. Gambar 5.3 adalah hasil test pinhole dari tanah pada ketinggian 7 m dari dasar bendungan. Gambar 5.4 adalah hasil test pinhole dari tanah pada ketinggian 14 m dari dasar bendungan.

FORM (FORMULIR)		Form No. (No. formulir)										
RESULT OF (HASIL PENGUJIAN)		Page 1 of 1 (Halaman 1 dari 1)										
PIN HOLE		SN 03-3405-1094										
Project (Nama proyek)	-	Location (Lokasi)	-									
Type of sample (Jenis sampel)	Disturbed	Date of (Tanggal)	-									
No. of sample (No. sampel)	Revisi	- Sample accepted (Sampel diterima)	-									
Depth (Kedalaman)	7 m	- Sample tested (Sampel diuji)	02 Februari 2012									
Type of soil (Jenis tanah)	-	- Test finished (Uji selesai)	02 Februari 2012									
Color (Warna)	-	Water content (Kandungan air)	31.38 %									
		Unit weight (Berat isi)	1.640 g/cm <sup>3</sup>									
Time (Waktu)	Head (Tinggi air)	Flow rate (Kecepatan pengaliran)		Discharge (Debit)	Color from side (Warna dari samping)			Completely clear from top (Sangat bersih dari atas)	Particles falling (Butir yang jatuh)			Remarks (Catatan)
(min)	(cm)	(ml)	(sec)	(ml/sec)	Dark (Gelap)	Slight to medium (Sedang)	Barely visible (Hampir tak terlihat)	Completely clear (Jelas)	None (Tidak ada)	Few (Sedikit)	Heavy (Banyak)	
5	5	800	300	1.967	-	-	V	V	V	-	-	
5	18	690	300	2.300	-	-	V	V	V	-	-	
5	38	910	300	3.035	-	-	V	V	V	-	-	
5	102	1450	300	4.833	-	-	V	V	V	-	-	ND - 1
Checked by supervisor (Diketahui dan disetujui)						Tested by technician (Diketahui dan disetujui)						
Date (Tanggal): 14-03-2012						Date (Tanggal): 14-03-2012						
Name and sign (Nama dan tanda tangan): [Signature]						Name and sign (Nama dan tanda tangan): [Signature]						

Gambar 5.3 .Hasil test pinhole tanah timbunan pada ketinggian 7 m dari dasar bendungan.

FORM (FORMULIR)		Form No. (No. formulir)										
RESULT OF (HASIL PENGUJIAN)		Page 1 of 1 (Halaman 1 dari 1)										
PIN HOLE		SN 03-3405-1094										
Project (Nama proyek)	-	Location (Lokasi)	-									
Type of sample (Jenis sampel)	Disturbed	Date of (Tanggal)	-									
No. of sample (No. sampel)	Atas	- Sample accepted (Sampel diterima)	-									
Depth (Kedalaman)	14 m	- Sample tested (Sampel diuji)	02 Februari 2012									
Type of soil (Jenis tanah)	-	- Test finished (Uji selesai)	02 Februari 2012									
Color (Warna)	-	Water content (Kandungan air)	31.36 %									
		Unit weight (Berat isi)	1.640 g/cm <sup>3</sup>									
Time (Waktu)	Head (Tinggi air)	Flow rate (Kecepatan pengaliran)		Discharge (Debit)	Color from side (Warna dari samping)			Completely clear from top (Sangat bersih dari atas)	Particles falling (Butir yang jatuh)			Remarks (Catatan)
(min)	(cm)	(ml)	(sec)	(ml/sec)	Dark (Gelap)	Slight to medium (Sedang)	Barely visible (Hampir tak terlihat)	Completely clear (Jelas)	None (Tidak ada)	Few (Sedikit)	Heavy (Banyak)	
5	5	390	300	1.300	-	-	V	V	V	-	-	
5	18	530	300	1.767	-	-	V	V	V	-	-	
5	38	900	300	3.000	-	-	V	V	V	-	-	
5	102	1600	300	5.333	-	-	V	V	V	-	-	ND - 1
Checked by supervisor (Diketahui dan disetujui)						Tested by technician (Diketahui dan disetujui)						
Date (Tanggal): 14-03-2012						Date (Tanggal): 14-03-2012						
Name and sign (Nama dan tanda tangan): [Signature]						Name and sign (Nama dan tanda tangan): [Signature]						

Gambar 5.4 .Hasil test pinhole tanah timbunan pada ketinggian 14 m dari dasar bendungan. Dari kedua pengujian pin hole tersebut diatas, tanah termasuk jenis ND1. Lihat tabel 3.1.

#### 5.4. Kesimpulan

Hasil pengujian khusus dispersivitas yaitu dengan uji crump dan uji pin hole menunjukkan bahwa bahan timbunan bendungan Way Linggo tidak termasuk tanah dispersive, sehingga aman digunakan sebagai bahan timbunan bendungan. Hasil pengujian mendapatkan bahwa tanah tergolong jenis tanah lanau berplastisitas tinggi (MH). Tanah dengan jenis ini berdasarkan penelitian Sherard, J.L., dkk. (1976) pada umumnya tidak dispersif.

#### Daftar Pustaka.

- ASTM D 4647 , *“Identification and classification of dispersive clay soils by the pinhole test”*.
- Didiek Djarwadi, *“Uji Dispersivitas bahan timbunan bendungan Durian kang”*, Jurnal Dinamika Teknik Sipil, Volume 7, nomor 1, Januari 2007, hal 11-19.
- Didiek Djarwadi, *“Uji Dispersivitas inti kedap air bendungan tipe urugan dengan kandungan mineral lempung montmorillonite dengan Crump Test”*, Prosiding Konferensi Teknik Sipil 3, Jakarta, 6-7 Mei 2009, hal G-9 sd G-16.
- Rancangan Standard Nasional Indonesia Revisi SNI 03-3405-200x, *“Cara uji sifat dispersif tanah dengan alat pinhole”*.
- Sherard, J.L., dkk., *“Pinhole test for identifying dispersive soils”*, Journal of the Geotechnical Engineering Div., ASCE, Vol. 102, GT-1, 1976, pp 69-85.
- Sherard, J.L., dkk., *“Identification and nature of dispersive soils”*, Journal of the Geotechnical Engineering Div., ASCE, Vol. 102, GT-4, 1976, pp 287-301.