

Tata cara pengukuran tekanan air pori tanah dengan pisometer pipa terbuka Casagrande





© BSN 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN

Email: dokinfo@bsn.go.id

www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Ketentuan	2
4.1 Bahan dan peralatan	2
4.2 Persyaratan	3
5 Prosedur pelaksanaan.....	3
5.1 Persiapan.....	3
5.2 Pemasangan.....	3
5.3 Pengukuran dan pemantauan	4
5.4 Perhitungan	5
6 Penanggung jawab.....	5
7 Pelaporan	6
7.1 Bentuk laporan.....	6
7.2 Isi laporan	6
Lampiran A (normatif) Contoh formulir bacaan.....	7
Lampiran B (normatif) Grafik hubungan antara : Tinggi timbunan – Tekanan air pori – waktu	8
Lampiran C (informatif) Prosedur pemasangan pisometer pipa terbuka Casagrande (gambar tidak berskala).....	9
Lampiran D (informatif) Pola penempatan pisometer pipa terbuka Casagrande (gambar tidak berskala).....	10
Lampiran E (informaif) Contoh isian formulir	12
Lampiran F (informatif) Grafik hubungan antara : Tinggi timbunan – Tekanan air pori – waktu	12
Bibliografi	14

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang “Tata cara pengukuran tekanan air pori tanah dengan pisometer pipa terbuka Casagrande” adalah revisi dari SNI 03-3442-1994, *Tata cara pemasangan pisometer pipa terbuka Casagrande* dan SNI 03-3443-1994, *Tata cara pemantauan tekanan air pori dengan pisometer pipa terbuka Casagrande*. Revisi ini dilakukan untuk menyesuaikan format penyusunan dengan standar yang berlaku.

Standar ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub Komite Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01-S2 melalui Gugus Kerja Geoteknik Jalan, dan dimaksudkan untuk menyediakan acuan dalam pengukuran tekanan air pori tanah.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 18 Juli 2013 di Bandung, dengan melibatkan para narasumber, pakar, dan lembaga terkait, serta telah melalui proses jajak pendapat pada tanggal 15 September 2014 hingga 14 November 2014.



Pendahuluan

Standar ini menguraikan tata cara pengukuran tekanan air pori tanah dengan pisometer pipa terbuka Casagrande agar diperoleh data pengamatan yang teliti dan akurat.

Tata cara ini meliputi prosedur pemasangan pisometer melalui lubang bor yang telah dipersiapkan dan pemantauan tekanan air pori tanah yang meliputi pengukuran muka air tanah, perhitungan dan penggambaran grafik tentang hubungan antara waktu dan besarnya tekanan air pori tanah.

Tata cara ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam melaksanakan pemasangan pisometer pipa terbuka Casagrande dan pemantauan tekanan air pori tanah di lapangan, dengan tujuan untuk menjamin ketepatan prosedur pemasangan dan pemantauan oleh penanggung jawab lapangan.



Tata cara pengukuran tekanan air pori tanah dengan pisometer pipa terbuka Casagrande

1 Ruang lingkup

1.1 Standar ini menetapkan tata cara pengukuran tekanan air pori tanah dengan pisometer pipa terbuka Casagrande, melalui lubang bor yang telah dipersiapkan, yang meliputi ketentuan pemasangan pisometer pipa terbuka Casagrande, pengukuran dan pemantauan muka air tanah, perhitungan dan penggambaran grafik tentang hubungan antara waktu dan besarnya tekanan air pori tanah.

1.2 Nilai-nilai dalam standar ini dinyatakan dalam satuan SI.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan standar ini.

SNI 2436:2008, *Tata cara pencatatan dan identifikasi hasil pengeboran inti*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan standar ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

3.1

dipmeter

alat ukur muka air tanah

3.2

pipa terbuka (*open stand pipe tubing*)

pipa yang terbuat dari Polyvinyl Chloride (PVC) atau sejenisnya dengan ukuran tertentu dan bagian ujung atas terbuka yang berhubungan langsung dengan udara

3.3

pasir penyaring (*filter sand*)

pasir yang mempunyai gradasi, seragam dan berfungsi untuk menyaring butiran halus dalam air tanah yang dikhawatirkan akan menyumbat pori tip pisometer

3.4

pipa lindung (*casing*)

pipa yang terbuat dari baja atau sejenisnya dengan ukuran tertentu yang digunakan dalam pelaksanaan pengeboran pada tanah yang sifatnya mudah longsor

3.5

pengukuran awal

pengukuran tinggi muka air tanah sesaat setelah pisometer selesai dipasang

3.6

pengukuran berkala

pengukuran tinggi muka air tanah yang dilakukan pada selang waktu tertentu

3.7

tip pisometer Casagrande (*Casagrande porous plastic tip*)

elemen dari pisometer yang terbuat dari bahan keramik korbundum, pasir, plastik yang mempunyai persyaratan sebagai saringan

4 Ketentuan

4.1 Bahan dan peralatan

a) Bor tangan

Bor tangan digunakan apabila kedalaman lubang yang diperlukan kurang dari 10 meter.

b) Bor mesin

Bor mesin digunakan apabila kedalaman lubang yang diperlukan lebih dari 10 meter.

c) Pipa terbuka

Pipa terbuka dengan diameter luar 21 mm sampai dengan 26 mm, dan diameter dalam 12 mm sampai dengan 19 mm, harus kuat dan kaku untuk mengatasi gerakan tanah atau beban lainnya.

d) Sambungan pipa

Sambungan pipa berupa drat dengan selotip, atau lem pipa.

e) Tip pisometer

Tip pisometer terbuat dari bahan keramik, korbundum, pasir plastik dan bahan sejenisnya dengan diameter dalam 21 mm, diameter luar 25 mm dan panjang 30 cm dengan ukuran pori elemen lolos air 50 mikron sampai dengan 60 mikron.

f) Dipmeter

Harus siap digunakan dengan toleransi pengukuran 2 cm, kabel dipmeter harus dalam posisi tegang pada saat pengukuran muka air tanah.

g) Pelindung bagian atas permukaan

Pelindung terbuat dari besi atau pelat penutup dari beton bertulang.

h) Alat bantu

Alat bantu terdiri dari lem, selotip, gergaji besi, dan amplas

i) Alat ukur waterpas atau teodolit

Alat untuk mengukur elevasi titik pisometer dan telah dikalibrasi

j) Alat hitung (kalkulator)

Harus dipersiapkan sebelumnya

k) Formulir pembacaan

Formulir pembacaan yang digunakan merujuk ke Lampiran B

SNI 8134:2015

4.2 Persyaratan

a) Lubang Bor

Lubang bor untuk penempatan pisometer pipa terbuka Casagrande harus vertikal dan kedalaman dasar lubang harus 30 cm lebih dalam dari rencana penempatan ujung bawah tip pisometer, sesuai dengan SNI 2436:2008.

b) Tip pisometer Casagrande dan pipa terbuka

Pemasangan tip pisometer Casagrande dan pipa terbuka sesuai dengan prosedur pemasangan pisometer terbuka Casagrande, pada 5.2.

c) Dipmeter

Alat dipmeter harus dipastikan berfungsi dengan baik sebelum digunakan untuk menentukan tingkat ketelitian pengukuran kedalaman muka air tanah.

d) Kalibrasi

Alat dipmeter harus dikalibrasi sebelum digunakan untuk menentukan tingkat ketelitian pengukuran kedalaman muka air tanah.

5 Prosedur pelaksanaan

5.1 Persiapan

Lakukan pekerjaan persiapan dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Tentukan kedalaman lubang bor untuk masing-masing titik pengamatan tekanan air pori;
- b) Satu titik lubang bor hanya diperuntukkan satu titik pengamatan tekanan air pori;
- c) Buat lubang bor dengan diameter antara 100 mm sampai dengan 150 mm, gunakan pipa lindung bila tanah mudah longsor;
- d) Bersihkan lubang bor dari sisa endapan tanah bekas pengeboran sebelum Tip Pisometer dipasang;
- e) Siapkan pipa-pipa PVC atau sejenisnya, pipa-pipa penyambung, tip pisometer Casagrande yang telah direndam dalam air selama 24 jam, bentonit, pasir penyaring dan alat-alat bantu lainnya seperti lem, selotip, gergaji besi dan ampelas.

5.2 Pemasangan

Lakukan pekerjaan pemasangan dengan tahapan sebagai berikut (lihat pada lampiran C):

- a) Masukkan pasir penyaring ke dalam lubang bor yang telah dipersiapkan sebelumnya seperti diuraikan dalam 5.1;
- b) Masukkan pipa yang bagian bawahnya telah dipasang tip pisometer Casagrande dengan hati-hati ke dalam lubang bor, kemudian sambung dengan pipa penyambung sampai kedalaman yang direncanakan dan pastikan bahwa sambungan pipa sudah kedap air;
- c) Catat kedalaman ujung bawah tip pisometer yang diukur dari ujung atas pipa PVC atau sejenisnya;
- d) Masukkan pasir penyaring ke dalam lubang bor sehingga mengisi lubang disekeliling tip pisometer hingga mencapai level 30 cm diatas tip pisometer;

- e) Masukkan bentonit sehingga membentuk lapisan kedap air setebal 100 cm di atas pasir penyaring;
- f) Isi ruangan antara pipa dan dinding lubang bor dengan tanah urugan bekas pemboran hingga sampai ke permukaan tanah;
- g) Buat ujung pipa pisometer menonjol di atas muka tanah asli atau timbunan setinggi ± 30 cm;
- h) Pasang pelat pelindung pada ujung atas pipa pisometer yang dapat dibuka dan ditutup serta dikunci untuk menghindari gangguan dari luar;
- i) Ukur elevasi pisometer pipa terbuka Casagrande dengan alat waterpas atau teodolit yang diikatkan terhadap ketinggian titik tetap;
- j) Beri nomor pisometer, lokasi pemasangan yang dapat dicantumkan pada pelat pelindung;
- k) Ukurlah muka air tanah setelah pemasangan pisometer dilakukan, dengan menggunakan dipmeter, sebagai referensi untuk pengukuran selanjutnya;

CATATAN 1 - Tinggi pipa terbuka Casagrande disesuaikan dengan kemajuan tinggi timbunan. Pada timbunan penyambungan pipa pisometer dengan unit pipa pisometer berikut pelat pelindung harus diamankan terhadap alat berat yang bekerja di sekitarnya.

5.3 Pengukuran dan pemantauan

Lakukan pekerjaan persiapan yang meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a) Lakukan persiapan alat ukur dipmeter dengan memasukkan ujung sensor ke dalam air; untuk memastikan berfungsinya alat tersebut.
- b) Bila dipmeter tidak berfungsi, periksa semua elemennya (baterai, kabel, sensor).
- c) Catat elevasi ujung atas pipa pisometer yang dibaca terhadap ketinggian titik tetap.

5.3.1 Cara pengukuran

Lakukan pengukuran permukaan air tanah dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Masukkan ujung sensor alat dipmeter ke dalam pipa PVC atau sejenisnya sehingga memberikan tanda suara atau bunyi bahwa permukaan air telah dicapai.
- b) Catat panjang yang terlihat di pembacaan kabel pada bagian atas pipa.
- c) Ulangi pengukuran dengan cara menarik dan menurunkan kabel beberapa kali sehingga didapat pembacaan yang sama pada dua kali pengukuran yang terakhir.
- d) Keluarkan sensor alat dipmeter dari pipa dan bersihkan dari air atau kotoran.

5.3.2 Selang waktu pengukuran

Selang waktu pengukuran meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a) Pada daerah timbunan ;

Pengukuran awal muka air tanah sebelum penimbunan dilakukan 3 (tiga) kali setiap hari sampai diperoleh hasil pengukuran muka air tanah terakhir sudah tetap.

Pada tahap penambahan tinggi timbunan, pengukuran muka air tanah dilakukan secara berkala dengan selang waktu pembacaan sampai konstan.

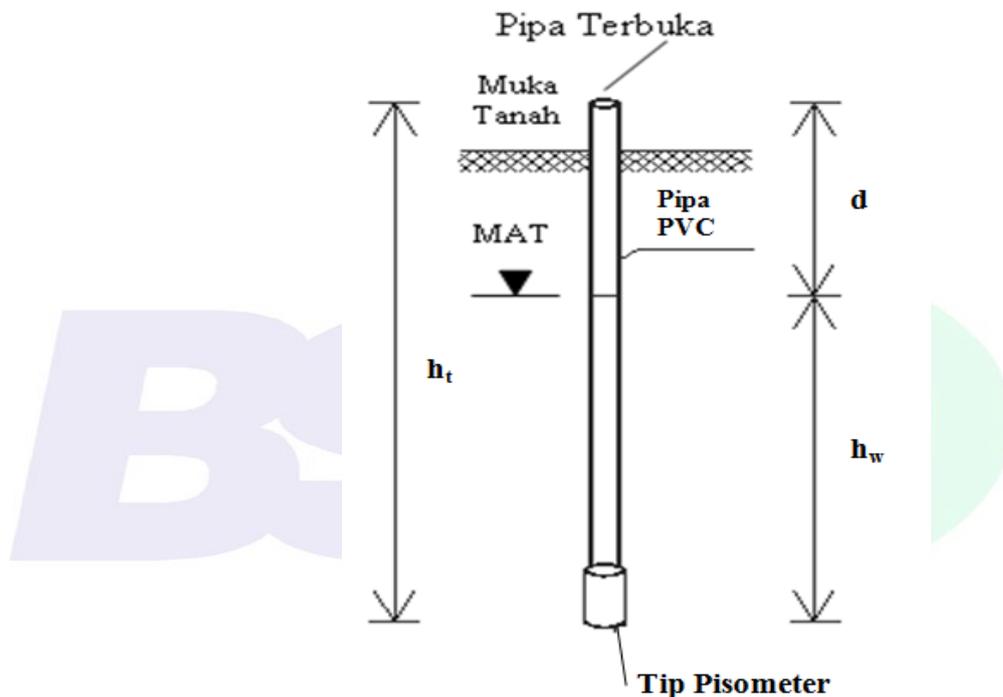
SNI 8134:2015

Setelah timbunan mencapai ketinggian yang direncanakan pada saat beban timbunan sudah tetap, maka pengukuran muka air tanah dapat dilakukan dengan selang waktu yang cukup panjang atau sesuai kebutuhan sampai nilai tekanan air pori relatif konstan mendekati hasil pengukuran awal.

- b) Pada daerah longsoran dan pemotongan lereng setelah dilakukan pengukuran awal muka air tanah, dilanjutkan dengan pengukuran berkala dengan selang waktu tergantung kondisi geologi dan intensitas curah hujan setempat.

5.4 Perhitungan

Besarnya tekanan air pori dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Rumus-rumus yang digunakan dalam pengukuran tekanan air pori adalah sebagai berikut lihat Gambar 1:



Gambar 1- pisometer pipa terbuka Casagrande

$$u_w = \gamma_w \cdot h_w \dots\dots\dots (1)$$

$$h_w = h_t - d \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

u_w adalah besarnya tekanan air pori (k Pa)

γ_w adalah berat isi air (k N/m³)

d adalah pembacaan kedalaman air tanah di dalam pipa dari ujung atas pipa terbuka (m)

h_w adalah tinggi air di dalam pipa diukur dari ujung bawah tip pisometer (m)

h_t adalah kedalaman ujung bawah tip pisometer dari ujung atas pipa PVC (m)

6 Penanggung jawab

Penanggung jawab harus seorang Ahli Geoteknik yang dibuktikan dengan Sertifikat Keahlian (SKA).

7 Pelaporan

7.1 Bentuk laporan

Laporan disajikan dalam bentuk isian formulir, tabel, dan grafik.

7.2 Isi laporan

Laporan berisikan hasil pemasangan dan pemantauan pisometer pipa terbuka Casagrande, meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a) Nomor dan kode pisometer pipa terbuka Casagrande.
- b) Lokasi, tanggal pemasangan, nama petugas, pengawas dan penanggung jawab.
- c) Penampang bor.
- d) Elevasi ujung bawah tiap pisometer dan ujung atas pipa pisometer.
- e) Hasil pengukuran awal muka air tanah.

7.2.1 Formulir

Merupakan formulir perhitungan hasil pemantauan, yang memuat:

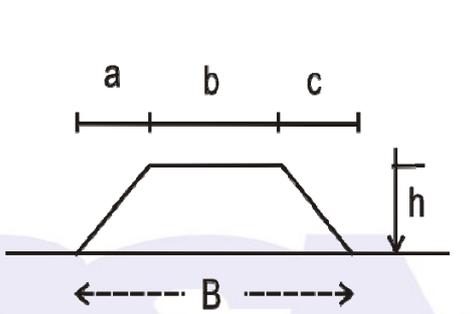
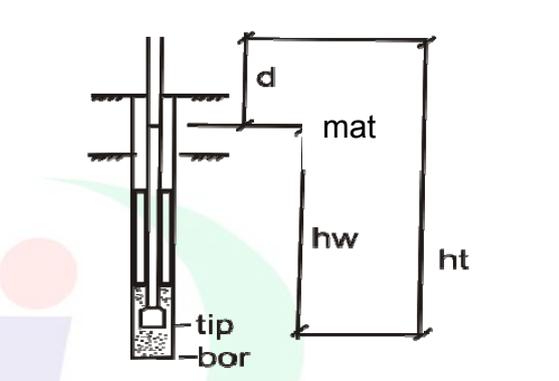
- 1) Nomor dan kode pipa terbuka pisometer.
- 2) Lokasi, tanggal dan waktu pembacaan, nama teknisi, penyelia dan penanggung jawab.
- 3) Keterangan lain yang dianggap perlu.

7.2.2 Grafik

Merupakan grafik hasil yang digambarkan dalam hubungan antara waktu dan besarnya tekanan air pori.

Lampiran A
(normatif)
Contoh formulir bacaan

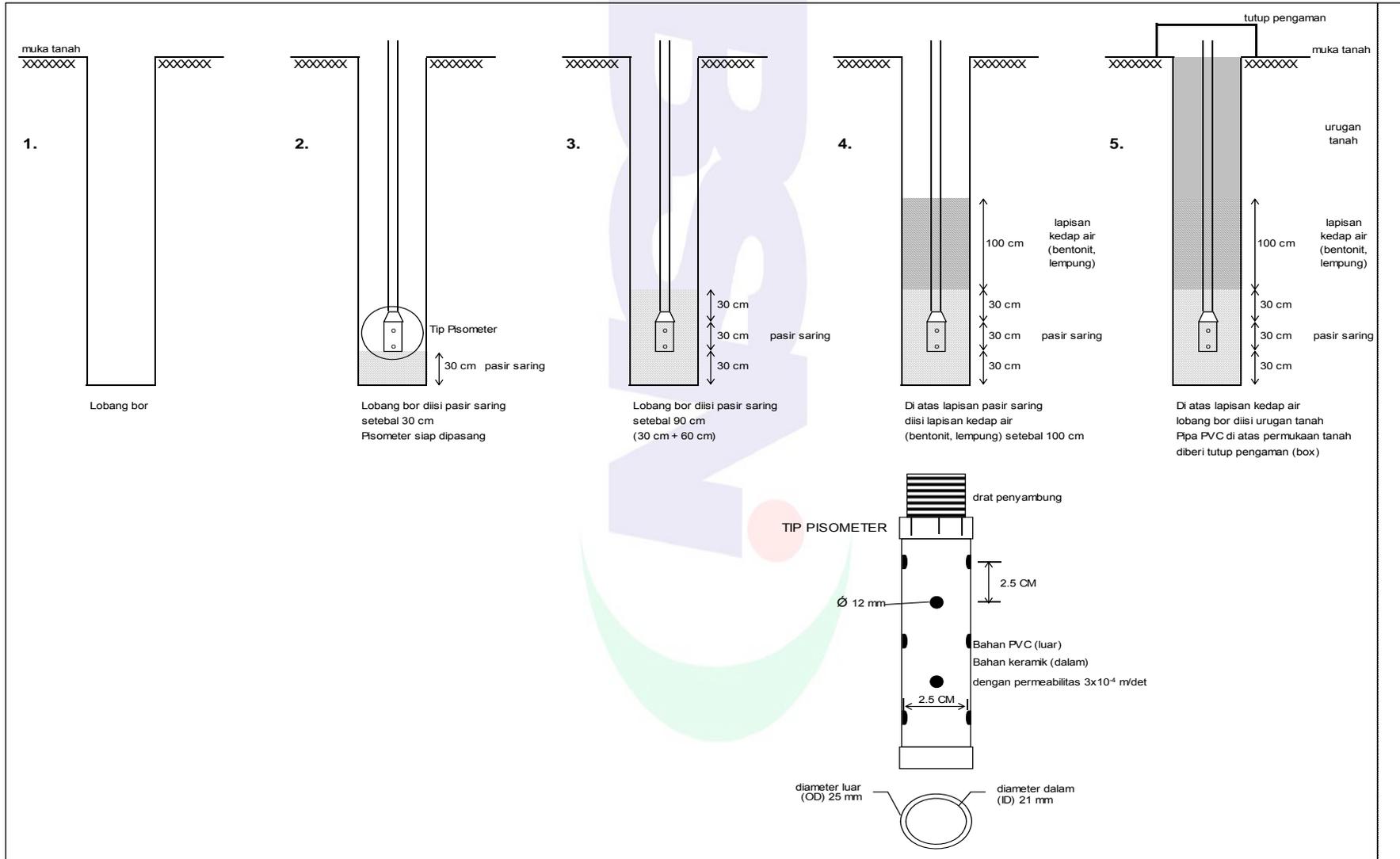
Proyek : _____ Teknisi : _____
 Lokasi : _____
 Kode Tip : _____
 Kedalaman Tip : _____

		DATA TIMBUNAN					DATA PISOMETER				
											
		Tanggal	Waktu Pembacaan	a (m)	b (m)	c (m)	B (m)	h (m)	ht (m)	d (m)	Tinggi Muka Air Tanah $h_w = h_t - d$ (m H ₂ O)

Teknisi, _____
 (.....)
 Penyelia, _____
 (.....)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Lampiran C (informatif) Prosedur pemasangan pisometer pipa terbuka Casagrande (gambar tidak berskala)

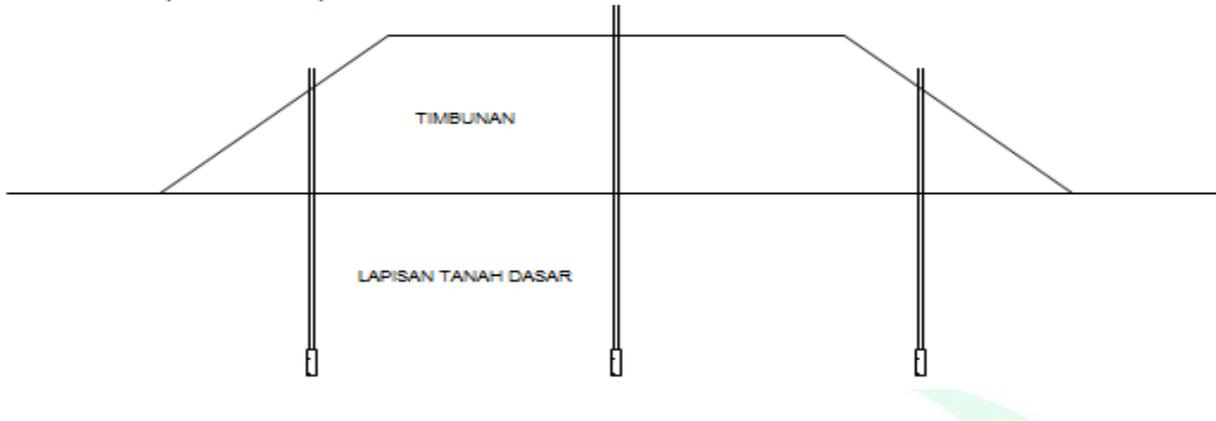


Lampiran D (informatif)

Pola penempatan pisometer pipa terbuka Casagrande (gambar tidak berskala)

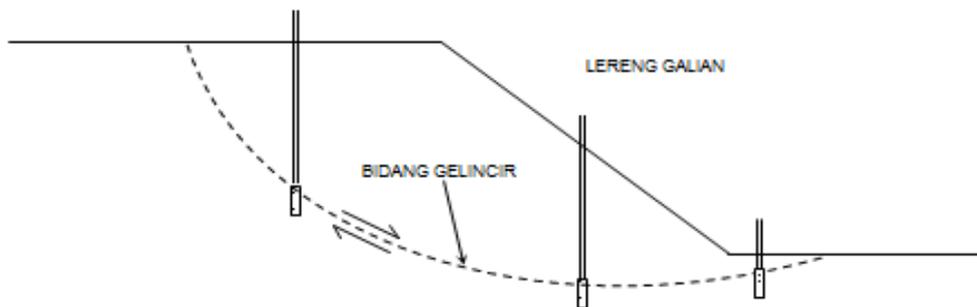
A. Daerah timbunan

Pisometer dipasang pada as jalan, sisi kiri dan sisi kanan timbunan untuk mendapatkan tekanan air pori secara jelas dan cukup lengkap selama waktu dan setelah selesai pelaksanaan penimbunan.



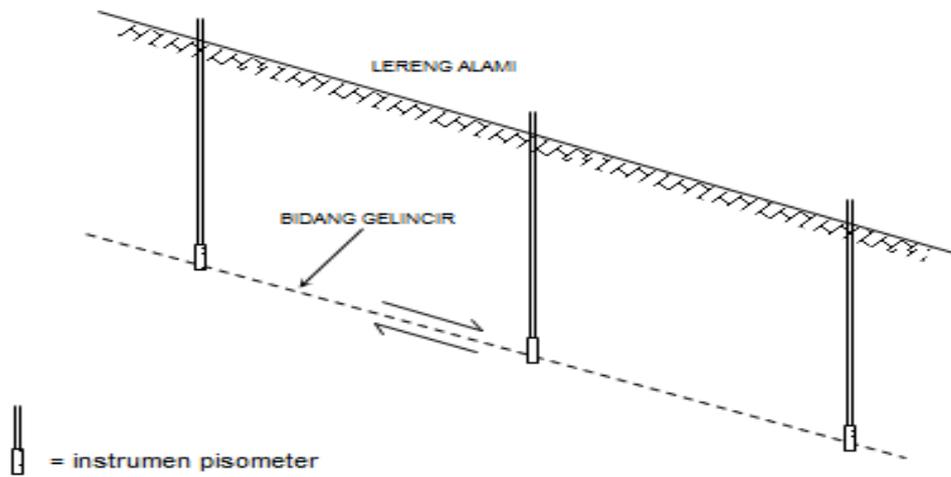
B. Daerah longsor

Pisometer dipasang di daerah berpotensi dan telah mengalami longsor pada kedalaman yang diperkirakan sebagai bidang gelincir.



C. Daerah pemotongan lereng

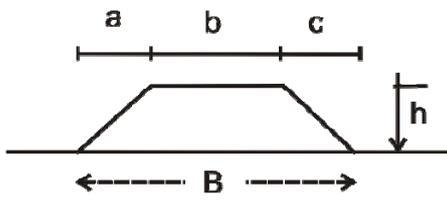
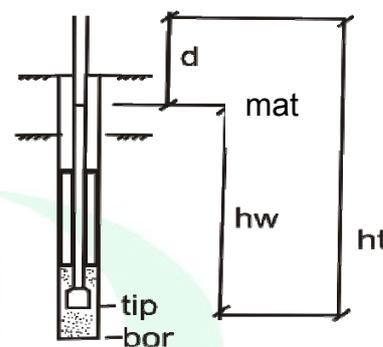
Pisometer dipasang di daerah pemotongan dengan jumlah serta penempatan titik pisometer disesuaikan dengan kondisi muka air tanah setempat.



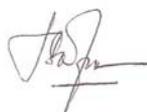
Lampiran E
(informatif)
Contoh isian formulir

Proyek : Akses Cengkareng
 Lokasi : Sta.9+650
 Kode Tip : SP1a (pipa terbuka)
 Kedalaman Tip : - 6,8 m MT

Teknisi : Asep Sopian

Tanggal	Waktu Pembacaan	DATA TIMBUNAN					DATA PISOMETER			
										
		a (m)	b (m)	c (m)	B (m)	h (m)	ht (m)	d (m)	Tinggi Muka Air Tanah $h_w = h_t - d$ (m)	Tekanan Air Pori $U_w = \gamma_w \times h_w$ (kPa)
1-12-2007	9.30	0	0	0	0	0	8.0	1.1	6.9	69
2-12-2007	9.00	0	0	0	0	0	8.0	1.1	6.9	69
3-12-2007	9.28	0	0	0	0	0	8.0	1.1	6.9	69
18-03-2008	14.00	2	32	2	36	1	8.0	1.0	7.0	70
27-03-2008	10.15	3	30	3	36	1.5	9.0	1.5	7.5	75
30-04-2008	9.15	5.2	25.6	5.2	36	2.6	9.0	0.9	8.1	81
30-05-2008	10.00	5.64	24.72	5.64	36	2.82	9.0	0.8	8.2	82
14-06-2008	4.25	8.30	19.4	8.30	36	4.15	10	1.5	8.5	85
16-06-2008	9.15	9.36	17.28	9.36	36	4.68	10	1.2	8.8	88
18-06-2008	9.31	9.68	16.64	9.68	36	4.84	10	1.1	8.9	89
19-06-2008	9.15	9.68	16.64	9.68	36	4.84	10	1.4	8.6	86

Teknisi,



(Asep Sopian)

Penyelia,



(S. Daud)

Lampiran F

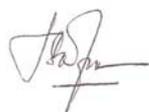
(informatif)

Grafik hubungan antara : Tinggi timbunan – Tekanan air pori – waktu

Lokasi	: Oprit Cengkareng Drain Barat
Sta	: 9 + 650
Kode	: Sp 1a
Tip Level	: - 6.8 m MT

TANGGAL	TEKANAN AIR PORI (kPa)	TINGGI TIMBUNAN (meter)		TEKANAN AIR PORI (kPa)				TINGGI TIMBUNAN (meter)							
		KR	KN	60	70	80	90	1	2	3	4	5	6		
12/01/2007	69	0	0												
12/02/2007	69	0	0												
12/03/2007	69	0	0												
18/03/2008	70	1	1												
27/03/2008	75	1,5	1,5												
30/04/2008	81	2,6	2,6												
30/05/2008	82	2,82	2,82												
14/06/2008	85	4,15	4,15												
16/06/2008	88	4,68	4,68												
18/06/2008	89	4,84	4,84												
19/06/2008	86	4,84	4,84												
20/06/2008	85	4,84	4,84												
21/06/2008	86	5,2	5,2												
23/06/2008	85	5,2	5,2												
28/06/2008	80	5,2	5,2												
07/10/2008	75	5,2	5,2												
13/10/2008	74	5,2	5,2												
17/10/2008	74	5,2	5,2												
20/10/2008	74	5,2	5,2												
03/12/2008	74	5,2	5,2												
10/12/2008	74	5,2	5,2												
15/12/2008	74	5,2	5,2												

Teknisi,



(Asep Sopian)

Penyelia,



(S. Daud)

Bibliografi

Pd. 010-B/PW/2004, *Pedoman pengukuran elevasi*

Guide to Geotechnical Instrumentation, Slope Indicator, Washington, USA, 2004

