

Metode uji kuat tekan-bebas tanah kohesif



© BSN 2012

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

BSN

Gd. Mangala Wanabakti

Blok IV, Lt. 3,4,7,10.

Telp. +6221-5747043

Fax. +6221-5747045

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 Terminologi	2
4 Arti dan kegunaan.....	3
5 Peralatan	3
6 Penyiapan benda uji	4
7 Prosedur	6
8 Perhitungan	6
9 Pelaporan	7
10 Ketelitian dan penyimpangan	8
Lampiran A (informatif) Gambar peralatan pengujian kuat tekan bebas	10
Lampiran B (informatif) Penjelasan revisi SNI	12
Lampiran C (informatif) Deviasi teknis.....	13
Lampiran D (normatif) Contoh formulir	14
Lampiran E (informatif) Contoh isian formulir untuk benda uji tidak terganggu	16
Lampiran F (informatif) Contoh isian formulir untuk benda uji dicetak ulang.....	18
Gambar A.1 - Alat uji kuat tekan bebas	10
Gambar A.2 - Peralatan cetak benda uji.....	11
Gambar A.3 - Peralatan untuk mengeluarkan benda uji dari dalam cetakan (<i>extruder</i>).....	11
Tabel 1 - Ringkasan hasil pengujian dari setiap laboratorium (data kuat tekan pada busa <i>polyurethane</i> kaku dengan densitas sekitar 0,09 g/cm ³)	9

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang *Metode uji kuat tekan-bebas tanah kohesif* adalah revisi dari SNI 03-3638-1994, *Metode pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif*. Standar ini merupakan hasil adopsi dari ASTM Designation: D 2166-00, *Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil*, lihat Lampiran C.

Revisi dilakukan untuk memperbaiki dan menyempurnakan beberapa kekurangan yang terdapat pada SNI 03-3638-1994, terutama penyiapan benda uji dan prosedur pembebanan, lihat Lampiran B.

SNI ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01-S2 melalui Gugus Kerja Geoteknik Jalan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) dan dibahas dalam rapat Konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 7 April 2010 di Bandung, oleh Subpanitia Teknis yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Metode uji kuat tekan-bebas tanah kohesif dimaksudkan untuk menentukan kuat tekan bebas contoh tanah yang memiliki kohesi, baik tanah tidak terganggu (*undisturbed*), dicetak ulang (*remolded*) maupun contoh tanah yang dipadatkan (*compacted*).

Standar ini digunakan sebagai acuan atau pegangan, terutama bagi teknisi laboratorium, dalam melakukan uji kuat tekan bebas tanah kohesif.

Secara umum, standar ini meliputi ketentuan dan persyaratan peralatan, benda uji, cara uji (prosedur), perhitungan dan pelaporan. Standar ini dilengkapi pula dengan formulir isian, lihat Lampiran D, contoh isian formulir, lihat Lampiran E dan Lampiran F.





Metode uji kuat tekan-bebas tanah kohesif

1 Ruang lingkup

1.1 Standar ini mencakup metode atau cara menentukan kuat tekan-bebas tanah kohesif dalam kondisi tidak terganggu, dicetak ulang, atau dipadatkan, selanjutnya dibebani beban aksial dengan pengaturan regangan.

1.2 Standar ini digunakan untuk menentukan suatu nilai perkiraan kekuatan tanah kohesif yang dinyatakan dalam tegangan total.

1.3 Standar ini berlaku hanya untuk material kohesif, seperti lempung dan tanah tersemen (*cemented soil*) yang tetap tegak tanpa tahanan keliling dan tidak mengeluarkan air selama pembebanan (air keluar dari tanah akibat deformasi/perubahan bentuk). Untuk pengujian yang menggunakan tahanan keliling, lihat catatan 1. Untuk tanah kering dan mudah hancur (rapuh), material yang retak, lanau, gambut dan pasir tidak dapat diuji dengan standar ini karena memperoleh nilai kuat tekan bebas yang tidak valid.

CATATAN 1 - Penentuan kekuatan tanah kohesif tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase dengan diberikan tahanan keliling ditentukan melalui uji triaksial sesuai dengan SNI 03-4813-1998 (ASTM D 2850).

1.4 Standar ini tidak digunakan untuk menggantikan SNI 03-4813-1998 (ASTM D 2850).

1.5 Satuan yang digunakan dalam standar ini adalah SI. Satuan yang dinyatakan di luar SI hanya untuk membantu penjelasan.

1.6 Standar ini tidak mencantumkan semua yang berkaitan dengan keselamatan kerja, bila ada menjadi tanggung jawab pengguna standar ini untuk menentukan keselamatan dan kesehatan serta menentukan aplikasi batasan-batasan regulasi/ketentuan sebelum digunakan.

2 Acuan normatif

2.1 Standar ASTM:

D 422, *Test Method for Particle-Size Analysis of Soils* (SNI 3423:2008, *Cara uji analisis ukuran butir tanah*)

D 653, *Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids*

D 854, *Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer* (SNI 1964:2008, *Cara uji berat jenis tanah*)

D 1587, *Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soils for Geotechnical Purposes* (SNI 03-4148.1-2000, *Tata cara pengambilan contoh tanah dengan tabung dinding tipis*)

D 2216, *Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass* (SNI 1965:2008, *Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan*)

D 2487, *Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)* (SNI 03-6371-2000, *Tata cara pengklasifikasian tanah dengan cara unifikasi tanah*)

D 2488, *Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)*

D 2850, *Test Method for Unconsolidated, Undrained Compressive Strength of Cohesive Soils in Triaxial Compression* (SNI 03-4813-1998, *Metode pengujian triaksial untuk tanah kohesif dalam keadaan tanpa konsolidasi dan drainase*)

D 3740, *Practice for the Minimum Requirements for Agencies Engaged in the Testing and/or Inspection of Soil and Rock Used in Engineering Design and Construction*

D 4220, *Practices for Preserving and Transporting Soil Samples*

D 4318, *Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils* (SNI 1966:2008, *Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah / SNI 1967:2008, Cara uji penentuan batas cair tanah*)

D 6026, *Practice for Using Significant Digits in Calculating and Reporting Geotechnical Test Data*

E 177, *Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Methods*

E 691, *Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method*

3 Terminologi

3.1 Definisi: Definisi dari istilah-istilah yang digunakan dalam standar ini mengacu pada terminologi sesuai dengan ASTM D 653.

3.2 Definisi dari istilah-istilah khusus

3.2.1

beban maksimum (P)

beban yang terjadi pada saat benda uji kuat tekan bebas runtuh

3.2.2

kuat tekan bebas (q_u)

tegangan tekan yang terjadi pada saat benda uji kuat tekan bebas runtuh melalui uji tekan. Dalam standar ini, kuat tekan bebas ditentukan sebagai beban maksimum yang dicapai per luas penampang atau beban per luas penampang pada regangan aksial 15 %, pilih yang lebih dahulu tercapai selama pengujian

3.2.3

kuat geser (s_u)

untuk benda uji kuat tekan bebas, kuat geser adalah setengah dari kuat tekan bebas yang terjadi pada saat benda uji runtuh atau pada saat regangan aksial 15 %, sesuai dengan butir 3.2.2.

3.2.4

regangan aksial (ε_1)

perbandingan antara perubahan tinggi benda uji dan tinggi benda uji semula, dinyatakan dalam persen

SNI 3638:2012

3.2.5

sensitivitas (S_T)

perbandingan antara kuat tekan bebas benda uji tidak terganggu dan kuat tekan bebas benda uji yang dicetak ulang

3.2.6

tegangannya (σ_c)

beban dibagi luas penampang benda uji

4 Arti dan kegunaan

4.1 Uji kuat tekan bebas ini terutama dimaksudkan untuk mendapatkan dengan cepat kuat tekan bebas tanah berkoheisi sehingga dapat dilakukan pengujian tanpa tahanan keliling.

4.2 Contoh tanah yang mempunyai struktur berlapis atau retak, tanah lepas, lempung sangat lunak, tanah kering dan rapuh/mudah hancur, atau contoh tanah yang mengandung cukup banyak lanau dan/atau pasir, umumnya menghasilkan kekuatan geser yang lebih besar apabila dilakukan pengujian triaksial tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase sesuai dengan SNI 03-4813-1998 (ASTM D 2850). Demikian juga untuk tanah yang tidak jenuh, biasanya akan menghasilkan kekuatan geser yang berbeda apabila dilakukan pengujian triaksial tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase sesuai dengan SNI 03-4813-1998 (ASTM D 2850).

4.3 Jika pengujian dilakukan terhadap benda uji dari contoh yang sama, baik untuk benda uji tidak terganggu maupun dicetak ulang, sensitivitas material dapat ditentukan. Cara penentuan sensitivitas hanya sesuai untuk contoh tanah yang tetap stabil jika dicetak ulang. Untuk contoh tanah yang tidak stabil, lihat Catatan 2.

CATATAN 2 - Untuk tanah yang bentuknya tidak stabil, uji *vane shear* atau uji triaksial tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase sesuai dengan SNI 03-4813-1998 (ASTM D 2850) dapat digunakan untuk menentukan sensitivitas.

CATATAN 3 - Lembaga atau institusi yang melakukan pengujian sesuai standar ini dapat dievaluasi sesuai dengan ASTM D 3740. Dalam standar ini tidak tercakup pernyataan mengenai presisi dan bias. Kepresisian dalam standar ini tergantung kompetensi petugas (personil) yang melakukan pengujian dan kesesuaian peralatan dan fasilitas yang digunakan. Lembaga atau institusi yang memperkenalkan kriteria sesuai dengan ASTM D 3740 umumnya dianggap mampu dan obyektif dalam melakukan pengujian. Pengguna standar ini diperingatkan bahwa pemenuhan kriteria sesuai dengan ASTM D 3740 saja tidak dengan sendirinya menjamin hasil yang diperoleh dapat dipercaya. Kualitas hasil yang diperoleh tergantung pada banyak faktor. ASTM D 3740 memberikan suatu cara mengevaluasi beberapa dari faktor-faktor tersebut.

5 Peralatan

5.1 Alat uji kuat tekan bebas

Alat uji kuat tekan bebas dapat berupa sebuah alat seperti pelat dengan skala beban (*a platform weighing scale*) yang dilengkapi dengan sistem pembebanan menggunakan dongkrak putar (*a screw-jack-activated load yoke*), alat dongkrak hidrolis, atau sistem pembebanan lainnya dengan kapasitas yang sesuai dengan peruntukannya, antara lain untuk mengatur kecepatan pembebanan seperti diuraikan pada butir 7.1. Untuk tanah dengan kuat tekan bebas kurang dari 100 kN/m² (100 kPa), alat uji kuat tekan bebas harus mampu mengukur tekanan untuk setiap peningkatan 1 kN/m² (1 kPa). Untuk tanah dengan

kuat tekan bebas 100 kN/m^2 (100 kPa) atau lebih, alat uji kuat tekan bebas harus mampu mengukur tekanan untuk setiap peningkatan 5 kN/m^2 (5 kPa).

5.2 Alat untuk mengeluarkan contoh tanah

Alat untuk mengeluarkan contoh tanah (*extruder*) harus mempunyai kemampuan untuk mengeluarkan contoh tanah dari dalam tabung tanpa menimbulkan gangguan yang berarti, misalnya kecepatannya tetap dan arahnya disesuaikan dengan arah masuknya contoh tanah ke dalam tabung pada saat pengambilannya di lapangan.

5.3 Alat penunjuk deformasi

Alat penunjuk deformasi harus berupa arloji ukur dengan skala pembacaan 0,03 mm (0,001 inci) atau lebih kecil, dan mempunyai kapasitas pengukuran setidaknya 20 % dari tinggi benda uji, atau alat ukur lainnya yang memenuhi persyaratan, seperti alat ukur elektrik.

5.4 Alat pengukur dimensi

Alat pengukur dimensi berupa jangka sorong (*sigmat*), lihat Catatan 4, atau alat lain yang sesuai, untuk mengukur dimensi fisik benda uji dengan ketelitian pembacaan 0,1 %.

CATATAN 4 - Jangka sorong (*sigmat*) tidak direkomendasikan untuk mengukur dimensi benda uji dari tanah lunak karena dapat menimbulkan kerusakan pada benda uji.

5.5 Alat pengukur waktu

Alat pengukur waktu lamanya pengujian berskala detik harus digunakan untuk menyesuaikan kecepatan regangan yang ditetapkan, sesuai dengan butir 7.1.

5.6 Timbangan

Timbangan yang digunakan untuk menimbang benda uji harus dapat menentukan massa benda uji dengan ketelitian pembacaan 0,1 % dari massa totalnya.

5.7 Peralatan uji kadar air, sesuai dengan SNI 1965 : 2008 (ASTM D 2216).

5.8 Peralatan bantu

Mencakup alat pemotong dan perapihan, peralatan cetak benda uji, dan lembaran data (formulir), dan lain-lain yang diperlukan.

6 Penyiapan benda uji

6.1 Ukuran benda uji

Benda uji harus mempunyai diameter minimum 30 mm dan partikel (butiran) yang paling besar yang terkandung dalam benda uji harus lebih kecil dari 1/10 kali diameter benda uji. Untuk benda uji dengan diameter 72 mm atau lebih, ukuran partikel paling besar harus lebih kecil dari 1/6 kali diameter benda uji. Jika setelah selesai pengujian benda uji tidak terganggu, secara visual terlihat adanya partikel yang lebih besar dari yang diizinkan, harus dinyatakan di dalam laporan, lihat Catatan 5. Rasio tinggi benda uji terhadap diameter harus sama dengan 2 s.d 2,5. Tinggi dan diameter rata-rata benda uji harus ditentukan dengan menggunakan peralatan sesuai dengan butir 5.4. Pengukuran tinggi benda uji minimum 3 kali, dengan sudut pengukuran setiap 120° , dan pengukuran diameter minimum 3 kali dengan posisi pengukuran pada setiap 1/4 kali tinggi benda uji.

CATATAN 5 - Jika setelah pengujian ditemukan partikel tanah berukuran besar dalam benda uji, dilakukan analisis ukuran butir sesuai dengan SNI 3423 : 2008 (ASTM D 422), untuk menyesuaikan dengan pengamatan visual dan hasilnya dinyatakan dalam laporan.

6.2 Benda uji tidak terganggu

Benda uji tidak terganggu dipersiapkan dari contoh tidak terganggu yang berukuran besar atau dari contoh tabung sesuai dengan SNI 03-4148.1-2000 (ASTM D 1587), dan dijaga/dilindungi dan diangkut sesuai dengan ASTM D 4220, grup C. Benda uji dari tabung contoh dapat diuji tanpa pemotongan kecuali untuk merapihkan atau meratakan kedua ujungnya, jika kondisi contoh sesuai untuk prosedur ini. Benda uji ditangani dengan hati-hati untuk mencegah gangguan, perubahan penampang, atau kehilangan kadar air. Jika ada gangguan yang disebabkan oleh peralatan untuk mengeluarkan contoh maka kupas/kikis contoh arah memanjang atau potong menjadi beberapa bagian. Benda uji dijaga terhadap gangguan dan disimpan di dalam ruangan dengan kelembaban yang dapat diatur sedemikian untuk mencegah perubahan kadar air tanah. Benda uji harus berpenampang seragam dengan ujung tegak lurus terhadap tinggi contoh. Pada saat perapihan atau pemotongan, batu kerikil/koral atau kulit kerang yang ditemukan harus dibuang dan selanjutnya rongga pada permukaan benda uji diisi dengan tanah yang diperoleh dari hasil pemotongan secara hati-hati. Apabila karena dikeluarkannya batu kerikil/koral, benda uji mengalami kerusakan yang berlebih, benda uji ditutup dengan gips kapur (*plaster of paris*) yang tipis, pasta semen (*hydrostone*), atau material serupa. Apabila kondisi contoh memungkinkan, sebuah mesin bubut vertikal dapat digunakan untuk merapihkan benda uji agar sesuai dengan diameter yang diperlukan. Apabila pencegahan pengembangan gaya kapilaritas yang cukup besar dianggap penting, benda uji dibungkus dengan membran karet, plastik pembungkus yang tipis atau dengan minyak pelumas, atau dibungkus plastik segera setelah penyiapan dan selama pengujian. Massa dan diameter benda uji ditentukan. Jika benda uji dibungkus, massa dan diameter benda uji sebaiknya ditentukan sebelumnya. Jika seluruh benda uji tidak digunakan untuk penentuan kadar air, ambil contoh yang mewakili dari hasil pemotongan untuk pengujian kadar air, ditempatkan dengan segera di dalam cawan kadar air dan ditutup. Kadar air harus diuji sesuai dengan SNI 1965 : 2008 (ASTM D 2216).

6.3 Benda uji dicetak ulang

Benda uji dapat dipersiapkan, baik dari contoh tidak terganggu yang mengalami kerusakan maupun dari contoh terganggu, asalkan mewakili benda uji tersebut. Dalam kasus contoh tidak terganggu yang mengalami kerusakan, material dibungkus dengan membran karet tipis dan material dirapihkan terus menerus dengan jari untuk menjamin pembuatan benda uji yang sempurna dan mengeluarkan udara yang terperangkap dalam benda uji. Perlu diperhatikan agar densitasnya seragam, dan angka porinya sama dengan contoh tidak terganggu, serta menjaga kadar air asli tanah. Contoh tanah terganggu dicetak dalam cetakan berpenampang bundar (lingkaran) dengan ukuran yang sesuai dengan persyaratan pada butir 6.1. Setelah dikeluarkan dari cetakan, tentukan massa dan dimensi benda uji.

6.4 Benda uji dipadatkan

Benda uji harus dipersiapkan sesuai dengan kadar air dan densitas yang ditentukan, lihat catatan 6. Setelah benda uji dicetak, rapihkan penampang ujungnya, keluarkan dari dalam cetakan, dan tentukan massa dan dimensi benda uji.

CATATAN 6 - Pengalaman menunjukkan bahwa sulit untuk memadatkan, menangani dan mendapatkan hasil yang tepat untuk benda uji yang mempunyai derajat kejenuhan lebih dari 90 %.

7 Prosedur

7.1 Pasang benda uji pada alat pembebanan sedemikian sehingga tepat pada pusat pelat dasar. Alat pembebanan digerakkan dengan hati-hati sedemikian sehingga pelat atas menyentuh benda uji. Arloji ukur deformasi dinolkan, kemudian dilakukan pembebanan sehingga menghasilkan regangan aksial dengan kecepatan 1/2 % s.d 2 % per menit. Catat beban, deformasi, dan waktu pada interval yang sesuai untuk mendapatkan bentuk kurva tegangan-regangan (umumnya cukup 10 sampai 15 titik). Kecepatan regangan sebaiknya dipilih sedemikian sehingga waktu yang dibutuhkan sampai benda uji runtuh tidak melebihi sekitar 15 menit, lihat Catatan 7. Pembebanan terus dilakukan sampai nilai beban berkurang sesuai meningkatnya regangan, atau sampai tercapai regangan aksial 15 %. Kecepatan regangan yang digunakan untuk pengujian terhadap benda uji yang dibungkus dapat dikurangi (minimum 1/2 %) jika dianggap perlu sekali untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih baik. Kecepatan regangan harus dicantumkan dalam laporan data hasil pengujian, sebagaimana diperlukan dalam 9.1.7. Kadar air benda uji ditentukan dengan menggunakan seluruh contoh, kecuali hasil perapihan/pemotongan telah diperiksa kadar airnya. Dalam laporan harus dicantumkan apakah contoh kadar air diperoleh sebelum atau setelah pengujian sebagaimana diperlukan dalam 9.1.2.

CATATAN 7 - Material yang bersifat lunak yang akan menunjukkan deformasi yang lebih besar pada saat runtuh harus diuji dengan kecepatan regangan yang lebih tinggi. Sebaliknya material yang bersifat kental (*stiff*) atau rapuh yang akan menunjukkan deformasi kecil pada saat runtuh harus diuji dengan kecepatan regangan yang lebih rendah.

7.2 Buat sketsa atau foto benda uji pada saat runtuh yang memperlihatkan sudut kemiringan dan cantumkan jika dapat diukur.

7.3 Contoh formulir isian dapat dilihat pada Lampiran D. Formulir isian harus mencakup semua data yang diperlukan.

8 Perhitungan

8.1 Hitung regangan aksial (ε_1), sampai 0,1 % terdekat, sesuai dengan beban yang diberikan, sebagai berikut:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta H}{H_0} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

ε_1 adalah regangan aksial, dinyatakan dalam %

ΔH adalah perubahan tinggi benda uji sesuai bacaan pada arloji ukur deformasi, dinyatakan dalam mm

H_0 adalah tinggi benda uji semula, dinyatakan dalam mm

8.2 Luas penampang rata-rata atau luas terkoreksi (A_c) dihitung, sesuai dengan beban yang diberikan, sebagai berikut:

$$A_c = \frac{A_0 \times 10^{-6}}{(1 - \varepsilon_1)} \dots\dots\dots (2)$$

SNI 3638:2012

Keterangan:

- A_c adalah luas penampang rata-rata atau luas terkoreksi, dinyatakan dalam m^2
- A_0 adalah luas penampang rata-rata benda uji semula, dinyatakan dalam satuan mm^2
- ε_1 adalah regangan aksial untuk beban yang diberikan, dinyatakan dalam bilangan desimal

8.3 Hitung tegangan tekan (σ_c), sampai 1 kN/m^2 (1 kPa) terdekat, sesuai dengan beban yang diberikan, sebagai berikut:

$$\sigma_c = \frac{P}{A_c} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- σ_c adalah tegangan tekan, dinyatakan dalam kN/m^2
- P adalah beban yang diberikan, dinyatakan dalam kN
- A_c adalah luas penampang rata-rata atau luas terkoreksi sesuai dengan beban yang diberikan, dinyatakan dalam m^2

8.4 Jika diperlukan, grafik hubungan antara tegangan tekan (ordinat) dan regangan aksial (absis) dapat digambarkan. Tentukan nilai tegangan tekan maksimum, atau tegangan tekan pada 15 % regangan aksial (pilih salah satu, tergantung mana yang terlebih dahulu tercapai), dan dilaporkan sebagai kuat tekan bebas (q_u). Grafik ini dapat membantu menginterpretasi hasil yang lebih tepat, termasuk grafik tegangan-regangan sebagai bagian dari data yang dilaporkan.

8.5 Jika kuat tekan benda uji tidak terganggu dan dicetak ulang ditentukan, sensitivitas (S_T) dapat dihitung, sebagai berikut:

$$S_T = \frac{q_{uu}}{q_{ur}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- S_T adalah sensitivitas
- q_{uu} adalah kuat tekan bebas benda uji tidak terganggu
- q_{ur} adalah kuat tekan bebas benda uji yang dicetak ulang

9 Pelaporan

9.1 Laporan harus terdiri dari:

9.1.1 Identifikasi dan deskripsi visual benda uji, termasuk klasifikasi tanah, dan apakah benda uji adalah tidak terganggu, dicetak ulang, dipadatkan dan lain-lain. Juga informasi-informasi, seperti proyek, lokasi, nomor bor, nomor contoh, kedalaman dan lain-lain. Deskripsi visual harus sesuai dengan ASTM D 2488.

9.1.2 Densitas kering dan kadar air semula (tetapkan jika kadar air benda uji diperoleh sebelum dan setelah pengujian kuat tekan, dan apakah menggunakan hasil pemotongan atau seluruh benda uji).

9.1.3 Derajat kejenuhan, lihat Catatan 8, jika dihitung.

CATATAN 8: Berat jenis ditentukan sesuai dengan SNI 1964 : 2008 (ASTM D 854), diperlukan untuk menghitung derajat kejenuhan.

9.1.4 Kuat tekan bebas dan kuat geser.

9.1.5 Tinggi dan diameter rata-rata benda uji.

9.1.6 Rasio tinggi terhadap diameter.

9.1.7 Kecepatan rata-rata dari regangan sampai benda uji runtuh, %/menit.

9.1.8 Regangan pada saat runtuh, %.

9.1.9 Jika diperlukan, batas cair sesuai dengan SNI 1967 : 2008 (ASTM D 4318) dan batas plastis sesuai dengan SNI 1966 : 2008 (ASTM D 4318).

9.1.10 Sketsa keruntuhan atau foto.

9.1.11 Grafik tegangan – regangan, jika dipersiapkan.

9.1.12 Sensitivitas, jika ditentukan.

9.1.13 Analisis ukuran butir, jika ditentukan, sesuai dengan SNI 3423 : 2008 (ASTM D 422).

9.1.14 Catatan beberapa kondisi benda uji yang tidak lazim atau data lain yang diperlukan untuk menginterpretasikan hasil yang didapat, misalnya, struktur berlapis, perlapisan/stratifikasi, kulit kerang, kerikil/koral, akar-akar, atau kerapuhan, tipe keruntuhan (seperti tonjolan/membesar, keruntuhan diagonal, dan lain-lain).

10 Ketelitian dan penyimpangan

10.1 Ketelitian

Kriteria yang digunakan untuk menilai keabsahan hasil uji kuat tekan bebas ini dapat dilakukan dengan menggunakan material yang telah distandarkan, misalnya kaolin atau busa *polyurethane* kaku (*rigid polyurethane foam*). Pada standar ini, digunakan busa *polyurethane* kaku (densitas sekitar $0,09 \text{ g/cm}^3$) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Estimasi ketelitian tersebut harus didasari pada hasil program uji banding antar laboratorium. Estimasi ketelitian akan bervariasi sesuai tipe material/tanah yang diuji, dan pertimbangan diperlukan apabila estimasi tersebut digunakan untuk tanah.

Tabel 1 - Ringkasan hasil pengujian dari setiap laboratorium (data kuat tekan pada busa *polyurethane* kaku dengan densitas sekitar 0,09 g/cm³)

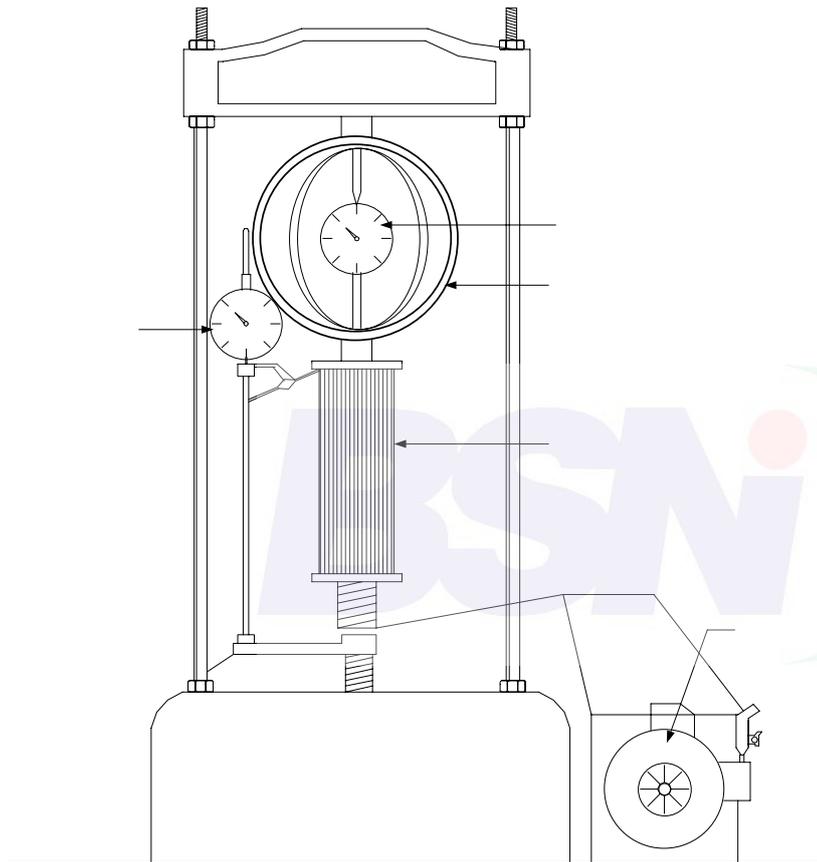
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Jumlah pengujian, masing-masing 3 benda uji (<i>triplicate</i>)	Parameter uji ^A	Nilai rata-rata ^B	Deviasi standar ^C	Selang/batasan hasil uji yang diperbolehkan ^D
Hasil pengujian oleh operator tunggal (berulangkali dalam satu laboratorium):				
22	Kekuatan, kPa	989	42	120
22	Regangan, %	4,16	0,32	0,9
Hasil pengujian pada beberapa laboratorium (multi laboratorium):				
22	Kekuatan, kPa	989	53	150
22	Regangan, %	4,16	0,35	1,0
Keterangan:				
<ul style="list-style-type: none"> - ^AKekuatan adalah tegangan tekan maksimum dan ^Aregangan adalah regangan aksial pada tegangan tekan maksimum. - ^BJumlah digit dan desimal yang dinyatakan adalah mewakili data masukan. Sesuai ASTM D 6026, deviasi standar dan batasan yang diizinkan dari hasil tidak dapat melebihi angka desimal dari data masukan. - ^CDeviasi standar dihitung sesuai ASTM E 691 dan ditunjukkan sebagai batas 1_s. - ^DBatasan yang diizinkan dari dua hasil uji ditunjukkan sebagai batas $d2s$. Ini dihitung sebagai $1,960\sqrt{2} \times 1s$, sesuai ASTM E 117. Perbedaan antara 2 pengujian tidak boleh melebihi batas ini. Jumlah digit (desimal) yang signifikan sama dengan yang ditentukan dengan menggunakan cara uji ini atau sesuai ASTM D 6020. Tambahan, jumlah digit dari nilai yang diperoleh bisa sama seperti deviasi standar, bahkan bisa lebih. 				

10.1.1 Data dalam Tabel 1 didasari pada hasil pengujian 3 benda uji serupa (*replicate*) yang dilakukan masing-masing laboratorium. Deviasi standar untuk operator tunggal dan multi laboratorium ditunjukkan pada Tabel 1, kolom 4 diperoleh sesuai ASTM E 691. Hasil dari dua pengujian yang tepat, yang dilakukan oleh operator yang sama terhadap material yang sama, menggunakan peralatan yang sama, dan dalam periode waktu yang lebih pendek, tidak boleh berbeda lebih dari batas $d2s$ sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1, kolom 5. Untuk definisi $d2s$ (lihat keterangan D pada Tabel 1). Hasil dari dua pengujian yang tepat, yang dilakukan oleh operator yang berbeda dan pada hari yang berbeda tidak boleh berbeda lebih dari batas $d2s$ untuk multi laboratorium sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1, kolom 5.

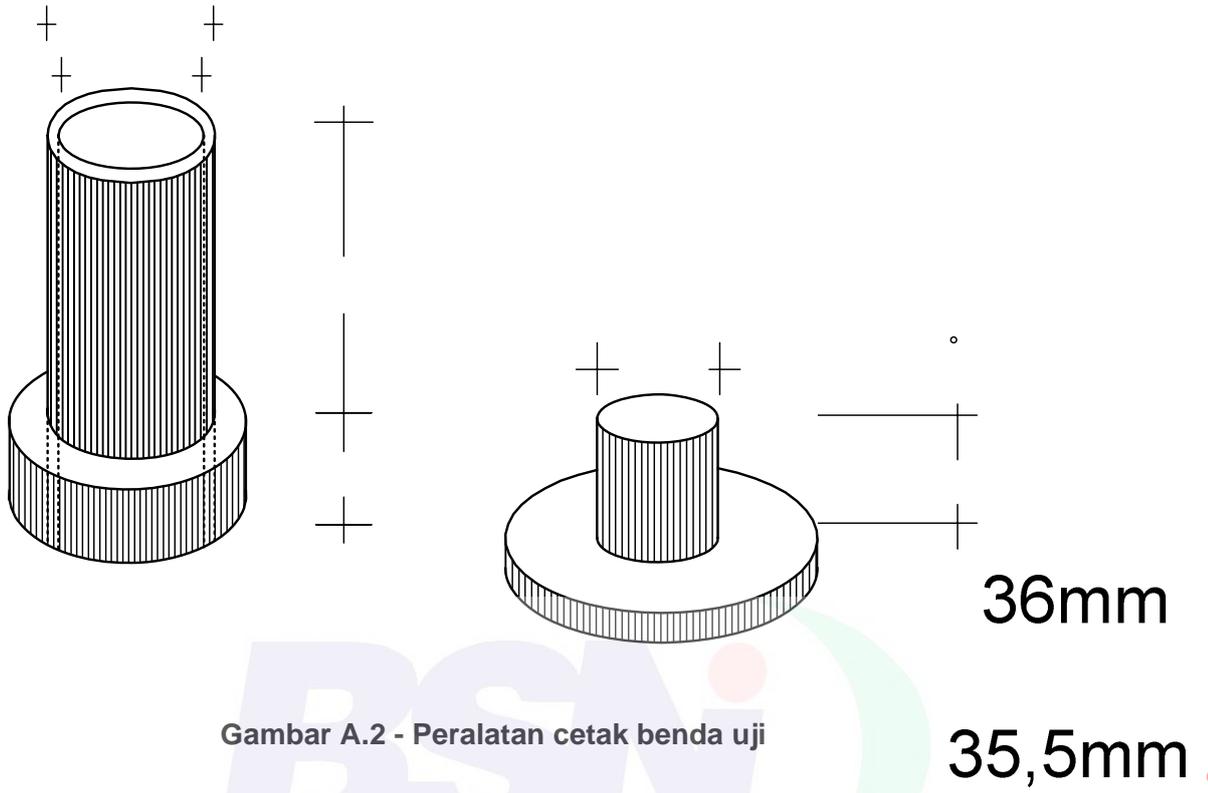
10.2 Penyimpangan

Tidak ada nilai referensi/acuan yang diizinkan untuk metode pengujian ini, oleh karena itu, penyimpangan tidak dapat ditentukan.

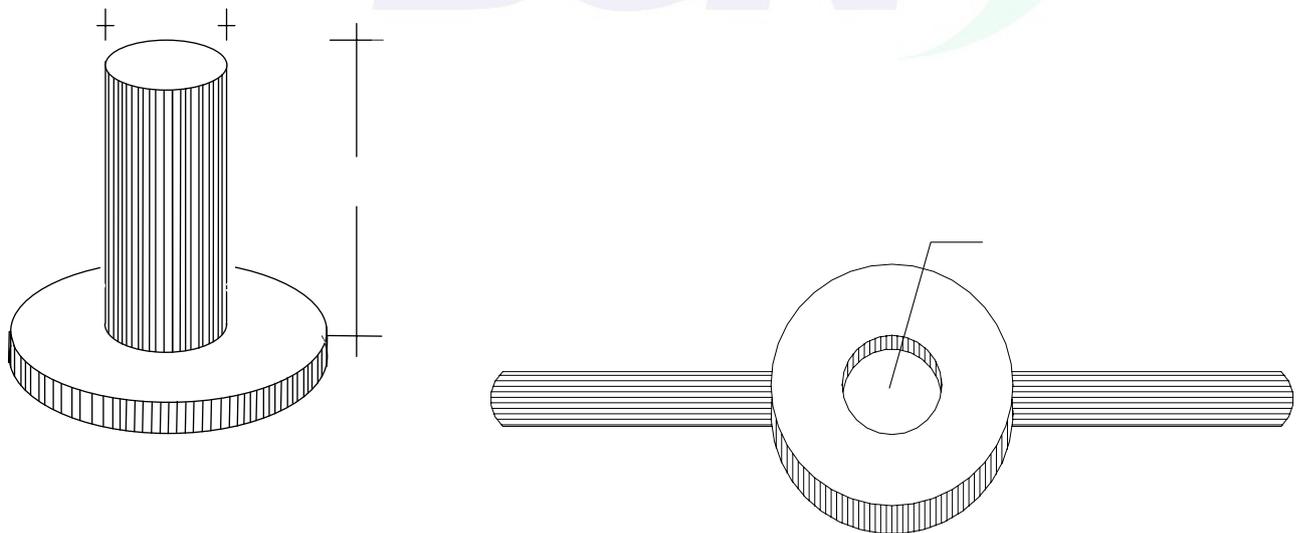
Lampiran A
(informatif)
Gambar peralatan pengujian kuat tekan bebas



Gambar A.1 - Alat uji kuat tekan bebas



Gambar A.2 - Peralatan cetak benda uji



Gambar A.3 - Peralatan untuk mengeluarkan benda uji dari dalam cetakan (*extruder*)

**Lampiran B
(informatif)
Penjelasan revisi SNI**

Cara uji kuat tekan bebas tanah kohesif yang diuraikan pada standar ini relatif sama dengan cara uji kuat tekan bebas tanah kohesif yang diuraikan pada SNI 03-3638-1994, kecuali beberapa perbaikan dan tambahan, lihat Tabel B.

Tabel B – Perbandingan antara SNI 03-3638-1994 dan SNI 3638 : 2012

No.	Uraian	SNI 03-3638-1994	SNI 3638 : 2012
1.	Tata cara penulisan	Tidak diuraikan	Diuraikan pada Prakata, mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) Nomor 03.1: 2007
2.	Acuan normatif	Tidak diuraikan	Diuraikan pada butir 2, mencakup Standar-standar yang berkaitan dengan SNI 3638
3.	Istilah dan definisi	Diuraikan pada Lampiran	Diuraikan pada butir 3, mencakup definisi dari istilah-istilah yang sering dipakai dalam SNI 3638
4.	Arti dan kegunaan	Tidak diuraikan secara rinci	Diuraikan lebih rinci pada butir 4, mencakup maksud utama pengujian dan kondisi contoh tanah
5.	Benda uji - Ukuran benda uji - Ukuran butir (partikel) - Kondisi benda uji	- Diameter 33 mm dan tinggi 71 mm (tinggi 2 kali diameter) - Tidak ditentukan - Terdiri dari benda uji dari tanah asli dan benda uji tidak asli	- Diameter 30 mm dan 72 mm atau lebih dengan rasio tinggi terhadap diameter 2 s.d 2,5, lihat butir 6.1 - Untuk benda uji dengan diameter 30 mm, ukuran butir maksimum lebih kecil dari 1/10 kali diameter benda uji, dan untuk benda uji dengan diameter 72 mm atau lebih, ukuran butir maksimum lebih kecil dari 1/6 kali diameter benda uji, lihat butir 6.1 - Terdiri dari benda uji tidak terganggu, dicetak ulang dan dipadatkan, lihat butir 6.2 s.d 6.4
6.	Prosedur pembebanan - Kecepatan pembebanan - Lama pembebanan	- 1 % regangan per menit atau sesuai petunjuk penanggungjawab - Sampai benda uji runtuh atau regangan 20 %	- 0,5 % s.d 2 % regangan per menit, tergantung sifat tanah, lihat butir 7.1 - Sampai benda uji runtuh atau regangan aksial 15 %, lihat butir 7.1

**Lampiran C
(informatif)
Deviasi teknis**

Standar ini mengacu pada ASTM D 2166-00. Adapun modifikasi yang ada terdapat Tabel C.

Tabel C – Deviasi Teknis terhadap ASTM D 2166-00

No.	ASTM D 2166-00	SNI 3638 : 2012	Keterangan
1.	Butir 1.5	Tidak diuraikan	Langsung dinyatakan dalam SNI 3638 : 2012
2.	Butir 2 - Butir 2.1, Standar ASTM - ASTM D 6026	Butir 2 - Butir 2.1, Standar ASTM - Tidak diuraikan	- SNI digunakan untuk metode uji yang sudah ada SNI-nya - Tidak digunakan, sistem digitasi dan pembulatan langsung dinyatakan dalam SNI 3638 : 2012
3.	Butir 3	Butir 3, dilengkapi beberapa definisi dari istilah-istilah penting (butir 3.2.1, 3.2.4, 3.2.5 dan 3.2.6)	Melengkapi istilah-istilah yang ada pada ASTM D 6026
4.	Butir 5.3, panjang benda uji	Butir 5.3, tinggi benda uji	Istilah panjang diganti dengan tinggi
5.	Butir 8 - Butir 8.1, persamaan regangan aksial $\varepsilon_1 = 100 \times \frac{\Delta L}{L_0}$ - Butir 8.2, persamaan luas penampang rata-rata $A = \frac{A_0}{(1 - \varepsilon_1)}$ - Butir 8.3, persamaan tegangan tekan $\sigma_c = \left(\frac{P}{A} \right)$ - Butir 8.3, satuan beban (P) dalam kPa	Butir 8 - Butir 8.1, persamaan regangan aksial $\varepsilon_1 = 100 \times \frac{\Delta H}{H_0}$ - Butir 8.2, persamaan luas penampang rata-rata atau luas terkoreksi $A_c = \frac{A_0 \times 10^{-6}}{(1 - \varepsilon_1)}$ - Butir 8.3, persamaan tegangan tekan $\sigma_c = \frac{P}{A_c}$ - Butir 8.3, satuan beban (P) dalam kN	Notasi ΔL diganti dengan ΔH dan L_0 diganti dengan H_0 A diganti dengan A_c (A_c menunjukkan luas penampang terkoreksi) A diganti dengan A_c (A_c menunjukkan luas penampang terkoreksi) kPa diganti dengan kN

Lampiran D (normatif) Contoh formulir

Laboratorium pengujian :
 Pekerjaan : Lokasi contoh tanah :
 No. bor/tabung : Kedalaman :
 Jenis contoh tanah :

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS SNI 3638 : 2012

Dimensi, massa dan densitas benda uji

Kadar air benda uji

Diameter awal rata-rata, D_0	..... mm	No. cawan	.....
Tinggi awal rata-rata, H_0	..... mm	Massa contoh basah + cawan, m_1	..... g
Luas penampang awal, A_0	..... mm ²	Massa contoh kering + cawan, m_2	..... g
Volume awal, V_0	..... mm ³	Massa air, m_w	..... g
Massa basah, m	..... G	Massa cawan, m_3	..... g
Densitas basah, $\rho = \left(\frac{m \times 10^{-6}}{V_0 \times 10^{-9}} \right)$	..... t/m ³	Massa contoh kering, m_d	..... g
		Kadar air, W %
Densitas kering, $\rho_d = \frac{\rho}{1 + \left(\frac{w}{100} \right)}$	..... t/m ³		

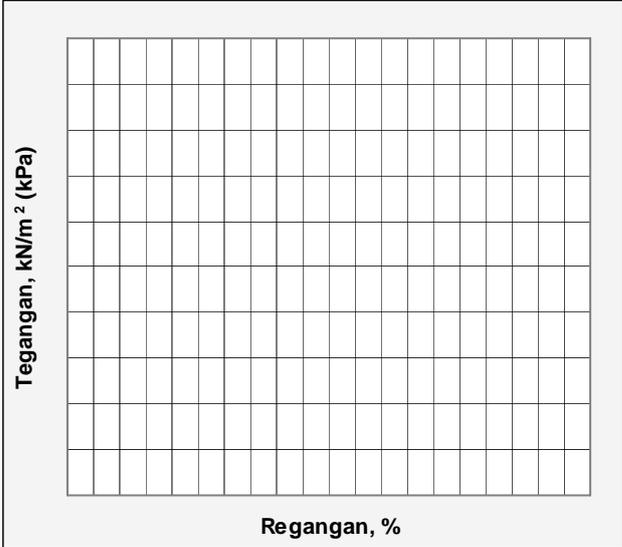
No. alat: - No. proving ring: - Tipe benda uji: Tidak terganggu / dibentuk ulang / dipadatkan

$\epsilon = \frac{\Delta H}{H_0}$ $\frac{H}{D} = \dots\dots\dots$ $A_c = \frac{A_0 \times 10^{-6}}{1 - \epsilon}$ $\sigma_c = \frac{P}{A_c}$

Waktu	Regangan aksial		Beban aksial			Luas terkoreksi, A_c	Tegangan, σ_c
	Pembacaan arloji deformasi	Regangan, ϵ	Pembacaan arloji beban	Kalibrasi arloji beban	Beban, P		
menit	devisi	%	devisi	kN	kN	m ²	kN/m ² (kPa)

Kecepatan pembebanan = %/menit
 Kuat tekan bebas (q_u) = kN/m² (kPa)
 Kuat geser (s_u) = kN/m² (kPa)

" Copy SNI ini dibuat oleh BSN untuk Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan "

	<p><u>Sketsa pola keruntuhan benda uji / foto:</u></p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

Catatan:



Diperiksa oleh oleh :
Nama :
Tanggal :
Tanda tangan :

.....
Dikerjakan oleh :
Nama :
Tanggal :
Tanda tangan :

Lampiran E
(informatif)
Contoh isian formulir untuk benda uji tidak terganggu

Laboratorium pengujian : Balai Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung
 Pekerjaan : Penanggulangan Longsor Pipa Transmisi Air Bersih Lokasi contoh tanah : Slawi, Jawa Tengah
 No. bor/tabung : BM. 1 / TB.1 Kedalaman : (1,00–1,50) m
 Jenis contoh tanah : Lempung abu-abu

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS
RSNI 3638 : 20xx

Dimensi, massa dan densitas benda uji**Kadar air benda uji**

Diameter awal rata-rata, D_0	35,5	mm	No. cawan	A
Tinggi awal rata-rata, H_0	71,0	mm	Massa contoh basah + cawan, m_1	163,20 g
Luas penampang awal, A_0	990	mm ²	Massa contoh kering + cawan, m_2	130,05 g
Volume awal, V_0	70276	Mm ³	Massa air, m_w	33,15 g
Massa basah, m	118,20	g	Massa cawan, m_3	45,00 g
Densitas basah, $\rho = \left(\frac{m \times 10^{-6}}{V_0 \times 10^{-9}} \right)$	1,682	t/m ³	Massa contoh kering, m_d	85,05 g
			Kadar air, w	38,98 %
Densitas kering, $\rho_d = \frac{\rho}{1 + \left(\frac{w}{100} \right)}$	1,210	t/m ³		

No. alat: -

No. proving ring: -

Tipe benda uji: Tidak terganggu / ~~dicetak ulang~~ / dipadatkan

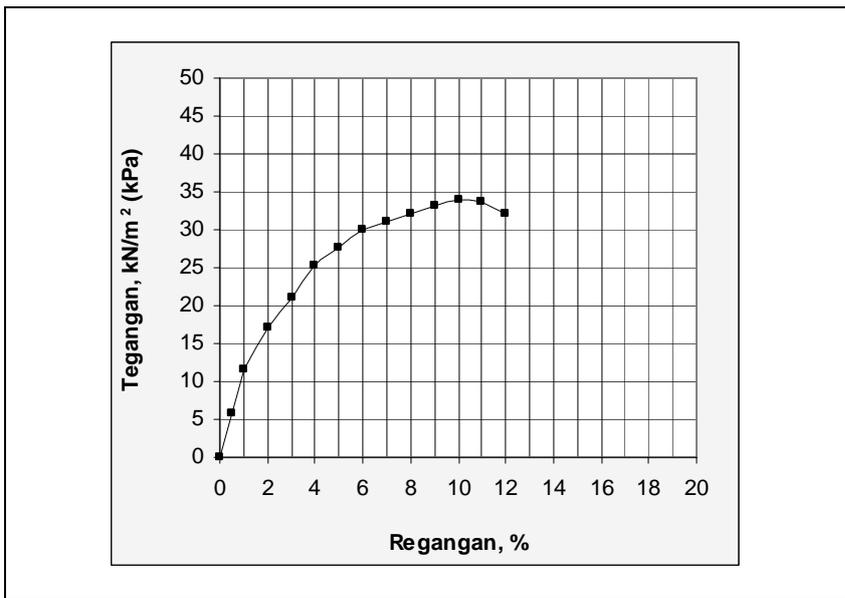
$$\varepsilon = \frac{\Delta H}{H_0}$$

$$\frac{H}{D} = 2,00$$

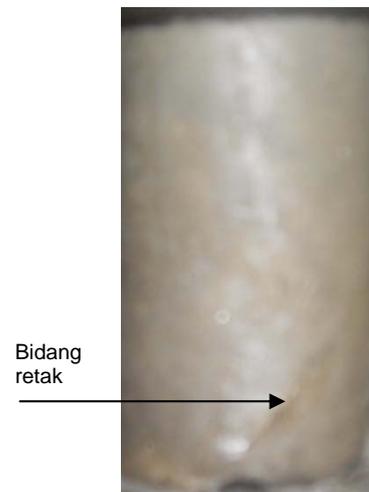
$$A_c = \frac{A_0 \times 10^{-6}}{1 - \varepsilon}$$

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

Waktu	Regangan aksial		Beban aksial			Luas terkoreksi, A_c	Tegangan, σ_c
	Pembacaan arloji deformasi	Regangan, ε	Pembacaan arloji beban	Kalibrasi arloji beban	Beban, P		
menit	devisi	%	devisi	kN	kN	m ²	kN/m ² (kPa)
0	0	0	0	0,001 4	0	0,00099	0
0,5	35	0,5	4	0,001 4	0,0056	0,00099	5,66
1	70	1	8	0,001 4	0,0112	0,00100	11,20
2	140	2	12	0,001 4	0,0168	0,00101	16,63
3	210	3	15	0,001 4	0,0210	0,00102	20,59
4	280	4	18	0,001 4	0,0252	0,00103	24,47
5	350	5	20	0,001 4	0,0280	0,00104	26,92
6	420	6	22	0,001 4	0,0308	0,00105	29,33
7	490	7	23	0,001 4	0,0322	0,00106	30,38
8	560	8	24	0,001 4	0,0336	0,00108	31,11
9	630	9	25	0,001 4	0,0350	0,00108	32,11
10	700	10	26	0,001 4	0,0364	0,00110	33,09
11	770	11	26	0,001 4	0,0364	0,00111	32,79
12	840	12	25	0,001 4	0,0350	0,00112	31,25
Kecepatan pembebanan	= 1 %/menit						
Kuat tekan bebas (q_u)	= 33 kN/m ² (kPa)						
Kuat geser (s_u)	= 17 kN/m ² (kPa)						



Sketsa pola keruntuhan benda uji / foto:



Catatan:

- 1) Pengujian kadar air dilakukan setelah pengujian kuat tekan bebas, dalam hal ini menggunakan seluruh bagian benda uji
- 2) Nilai kuat tekan bebas benda uji dicetak ulang = 13 kN/m² (lihat Lampiran F), sehingga:

$$\text{Sensitivitas } (S_T) = \frac{33}{13} = 2,5$$



Bandung, 15 Juli 2009

Diperiksa oleh oleh :

Nama : A. Jaenudin

Tanggal : 10 Juli 2009

Tanda tangan :

Dikerjakan oleh :

Nama : Ayun

Tanggal : 15 Juli 2009

Tanda tangan :

Lampiran F
(informatif)
Contoh isian formulir untuk benda uji dicetak ulang

Laboratorium pengujian : Balai Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung
 Pekerjaan : Penanggulangan Longsor Pipa Transmisi Air Bersih Lokasi contoh tanah : Slawi, Jawa Tengah
 No. bor/tabung : BM. 1 / TB.1 Kedalaman : (1,00–1,50) m
 Jenis contoh tanah : Lempung abu-abu

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS
RSNI 3638 : 20xx

Dimensi, massa dan densitas benda uji**Kadar air benda uji**

Diameter awal rata-rata, D_0	35	mm	No. cawan	A
Tinggi awal rata-rata, H_0	70	mm	Massa contoh basah + cawan, m_1	163,20 g
Luas penampang awal, A_0	962	mm ²	Massa contoh kering + cawan, m_2	130,05 g
Volume awal, V_0	67 348	mm ³	Massa air, m_w	33,15 g
Massa basah, m	118,20	g	Massa cawan, m_3	45,00 g
Densitas basah, $\rho = \left(\frac{m \times 10^{-6}}{V_0 \times 10^{-9}} \right)$	1,755	t/m ³	Massa contoh kering, m_d	85,05 g
			Kadar air, W	38,98 %
Densitas kering, $\rho_d = \frac{\rho}{1 + \left(\frac{w}{100} \right)}$	1,263	t/m ³		

No. alat: -

No. proving ring: -

Tipe benda uji: ~~Tidak terganggu~~ / dicetak ulang / dipadatkan

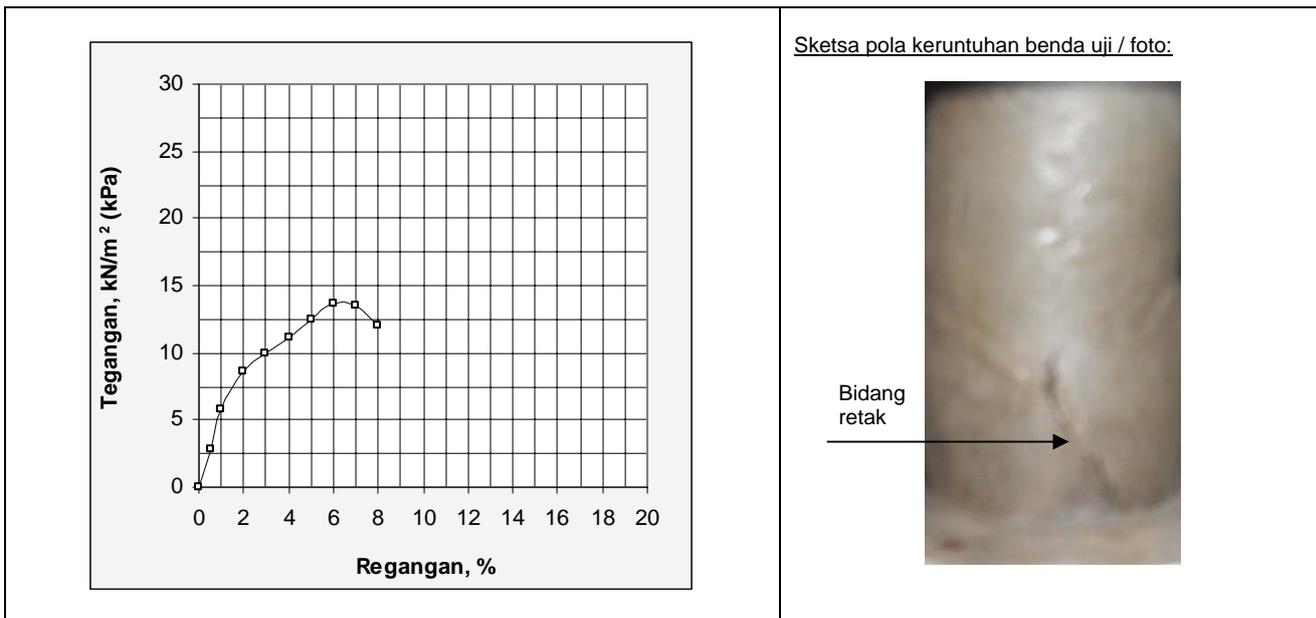
$$\varepsilon = \frac{\Delta H}{H_0}$$

$$\frac{H}{D} = 2,00$$

$$A_c = \frac{A_0 \times 10^{-6}}{1 - \varepsilon}$$

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

Waktu	Regangan aksial		Beban aksial			Luas terkoreksi, A_c	Tegangan, σ_c
	Pembacaan arloji deformasi	Regangan, ε	Pembacaan arloji beban	Kalibrasi arloji beban	Beban, P		
menit	devisi	%	devisi	kN	kN	m ²	kN/m ² (kPa)
0	0	0	0	0,001 4	0	0,00099	0
0,5	35	0,5	2	0,001 4	0,0028	0,00099	2,83
1	70	1	4	0,001 4	0,0056	0,00100	5,60
2	140	2	6	0,001 4	0,0084	0,00101	8,32
3	210	3	7	0,001 4	0,0098	0,00102	9,61
4	280	4	8	0,001 4	0,0112	0,00103	10,87
5	350	5	9	0,001 4	0,0126	0,00104	12,12
6	420	6	10	0,001 4	0,0140	0,00105	13,33
7	490	7	10	0,001 4	0,0140	0,00106	13,21
8	560	8	9	0,001 4	0,0126	0,00108	11,67
9	630	9					
10	700	10					
11	770	11					
12	840	12					
13	910	13					
14	980	14					
15	1050	15					
Kecepatan pembebanan	= 1	%/menit					
Kuat tekan bebas (q_u)	= 13	kN/m ² (kPa)					
Kuat geser (s_u)	= 7	kN/m ² (kPa)					



Catatan:

- 1) Pengujian kadar air dilakukan setelah pengujian kuat tekan bebas, dalam hal ini menggunakan seluruh bagian benda uji



Bandung, 15 Juli 2009

Diperiksa oleh oleh :

Nama : A. Jaenudin

Tanggal : 10 Juli 2009

Tanda tangan :

Dikerjakan oleh :

Nama : Ayun

Tanggal : 15 Juli 2009

Tanda tangan :







BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3,4,7,10
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id