

Metode uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium

(ASTM D2216-10, MOD)

© ASTM 2010 – All rights reserved

© BSN 2019 untuk kepentingan adopsi standar © ASTM menjadi SNI – Semua hak dilindungi

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 BSN

BSN

Email: dokinfo@bsn.go.id

www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

"This Standard is modified from ASTM D2216-10 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock mass, Copyright ASTM International, 100 Barr Harbour Drive, West Conshohocken PA 19428 USA.

Reprinted by permission of ASTM International."

ASTM International has authorized the distribution of this translation of SNI 1965:2019, but recognizes that the translation has gone through a limited review process. ASTM neither represents nor warrants that the translation is technically or linguistically accurate. Only the English edition as published and copyrighted by ASTM shall be considered the official version. Reproduction of this translation, without ASTM's written permission is strictly forbidden under U.S. and international copyright laws.

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan Normatif	3
3 Istilah dan definisi	3
4 Ringkasan cara uji	4
5 Arti dan kegunaan.....	4
6 Peralatan	4
7 Contoh uji	5
8 Benda uji	5
9 Pemilihan benda uji	6
10 Prosedur.....	7
11 Perhitungan	8
12 Pelaporan	8
13 Ketelitian dan penyimpangan.....	9
13.1 Ketelitian.....	9
13.2 Penyimpangan.....	10
Lampiran A (Normatif) Model Formulir uji kadar air untuk tanah dan batuan.....	11
Lampiran B (Informatif) Contoh formulir uji kadar air untuk tanah dan batuan (Metode A).....	12
Lampiran C (Informatif) Contoh formulir uji kadar air untuk tanah dan batuan (Metode B).....	13
Bibliografi.....	14
 Tabel 1 - Persyaratan Minimum untuk Massa Benda Uji, dan Ketelitian Timbangan*	 2

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan judul *Metode uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium* adalah revisi dari SNI 1965:2008, *Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium* merupakan adopsi modifikasi dari ASTM D2216-10 *Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock mass*.

Adapun perbedaan dengan ASTM D2216-10 adalah penetapan koefisien variasi ketelitian operator tunggal dan koefisien variasi multi laboratorium.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subkomite Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan melalui Gugus Kerja Balai Litbang Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Peraturan Kepala BSN Nomor 4 Tahun 2016 tentang Pedoman Penulisan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan mengikuti Peraturan Kepala BSN Nomor 2 Tahun 2018 tentang Adopsi Standar dan Publikasi Internasional menjadi Standar Nasional Indonesia. Standar ini telah dibahas dalam rapat konsensus pada tanggal 18 Juli 2018 di Bandung yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*) terkait, yaitu perwakilan dari produsen, konsumen, pakar, dan pemerintah.

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 1 September 2018 sampai dengan 30 Oktober 2018, dengan hasil akhir disetujui.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ASTM D2216-10 dan atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

Pendahuluan

Penentuan kadar air untuk tanah dan batuan dilakukan di laboratorium terhadap contoh tanah atau batuan yang diambil dari lapangan. Standar ini tidak mencakup pengujian untuk material yang mengandung organik atau gipsum SNI 03-6793-2002 Metode pengujian kadar air, kadar abu dan bahan organik dari tanah gambut dan tanah organik lainnya.

Kegunaan hasil uji kadar air ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifat fisik pada tanah kohesif, konsistensi tanah bergantung dari nilai kadar airnya. Di samping itu, nilai kadar air ini dapat digunakan untuk pengujian lainnya seperti Cara uji kepadatan ringan untuk tanah.

Standar ini berisikan ruang lingkup, persyaratan peralatan, benda uji, pemilihan benda uji, prosedur uji, perhitungan, serta ketelitian dan penyimpangan. Dalam standar ini dilampirkan contoh hasil uji pemeriksaan kadar air yang lengkap dengan perhitungannya.

Metode uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium

1 Ruang lingkup

1.1 Standar ini menetapkan penentuan kadar air terhadap massa tanah, batu, dan material serupa yang dilakukan di laboratorium, pengurangan massa dengan cara pengeringan menyebabkan kehilangan air kecuali sebagaimana disebutkan pada 1.4, 1.5, dan 1.7. Untuk penyederhanaan, kata material mengacu pada tanah, batu, atau agregat yang paling sesuai.

1.2 Beberapa disiplin ilmu, seperti ilmu tanah, perlu memutuskan kadar air berdasarkan volume. Penentuan tersebut berada di luar lingkup metode pengujian ini.

1.3 kadar air dari suatu material didefinisikan dalam 3.1.

1.4 Istilah "material padat" seperti yang digunakan dalam rekayasa geoteknik biasanya diasumsikan sebagai partikel mineral tanah dan batu yang terjadi secara alami yang tidak mudah larut air. Oleh karena itu, air material yang mengandung material asing (perlu di cek material lainnya.) mungkin memerlukan perlakuan khusus atau didefinisikan kandungan air yang tertentu. Sebagai tambahan, beberapa material organik dapat diuraikan dengan pengeringan oven pada suhu pengeringan standar untuk metode ini (110° C). Material yang mengandung gipsum (kalsium sulfat dihidrat) atau senyawa lain yang memiliki jumlah air terhidrasi yang signifikan dapat menimbulkan masalah khusus karena bahan ini perlahan-lahan hilang pada suhu pengeringan standar (110° C) dan pada kelembapan yang relatif rendah membentuk senyawa (seperti kalsium sulfat hemihidrat) yang biasanya tidak ada di material alam, kecuali di beberapa tanah gurun. Untuk mengurangi tingkat dehidrasi gipsum pada bahan-bahan yang mengandung gipsum atau untuk mengurangi dekomposisi material organik yang memiliki kandungan tinggi/serat tinggi, material perlu dikeringkan pada suhu 60° C atau dalam desikator pada suhu ruangan. Jadi, ketika suhu pengeringan yang digunakan berbeda dari suhu standar, seperti yang ditentukan oleh metode uji ini, kadar air yang dihasilkan mungkin berbeda dari kadar air standar yang ditentukan pada suhu pengeringan standar 110° C.

CATATAN 1 Cara uji SNI 03-6793-2002 memberikan prosedur alternatif untuk menentukan kadar air material gambut.

Material yang mengandung air dengan jumlah larutan padat yang banyak (seperti garam dalam kasus sedimen laut), bila diuji dengan menggunakan cara uji ini, akan menambah massa dari partikel yang terlarut lebih dahulu. Material ini membutuhkan perlakuan khusus untuk mengeluarkan atau menghitung jumlah endapan padat dalam massa kering benda uji atau dengan menggunakan persyaratan ketentuan kadar air.ASTM D4542 untuk informasi sedimen laut.

1.5 Cara uji ini memerlukan waktu beberapa jam untuk pengeringan yang sempurna terhadap kadar air benda uji. Cara pengeringan benda uji dengan proses yang lebih cepat dapat dilakukan dengan oven *microwave*.

ASTM D4643, D4944 dan D4945 menunjukkan proses penentuan kadar air yang lebih cepat

1.6 Dua metode uji disediakan dalam standar ini. Metode tersebut berbeda dalam *significant digits* yang dilaporkan dan ukuran benda uji (massa) yang diperlukan. Metode yang akan digunakan mungkin ditentukan oleh otoritas yang meminta; kalau tidak ada permintaan khusus, Metode A akan digunakan.

1.6.1 Metode A - Kandungan air terhadap massa dicatat 1 % terdekat. Untuk kasus perselisihan, Metode A adalah metode pembuat keputusan/lebih diprioritaskan.

1.6.2 Metode B - Kandungan air dengan massa dicatat 0,1 % terdekat.

1.7 Standar ini membutuhkan pengeringan material dalam oven. Jika material yang dikeringkan terkontaminasi bahan kimia, aspek kesehatan dan keselamatan harus diperhatikan. Oleh karena itu, standar ini tidak boleh digunakan dalam menentukan kandungan air tanah yang terkontaminasi kecuali adanya kondisi kesehatan dan tindakan pencegahan keselamatan yang memadai.

1.8 Satuan— Nilai pengujian yang dinyatakan dalam SI harus digunakan dalam standar (tidak termasuk ukuran saringan alternatif yang tercantum dalam Tabel 1) . Tidak ada unit pengukuran lain yang termasuk dalam metode pengujian ini.

Tabel 1 - Persyaratan Minimum untuk Massa Benda Uji, dan Ketelitian Timbangan*

Ukuran partikel maksimum (100 % lolos)		Metode A Kadar Air tercatat hingga ± 1 %		Metode B Kadar Air tercatat hingga $\pm 0,1$ %	
Satuan SI Ukuran Saringan	Ukuran Saringan Alternatif	Massa Benda Uji	Ketelitian timbangan** (g)	Massa Benda Uji	Ketelitian timbangan** (g)
75,0 mm	3 in	5 kg	10	50 kg	10
37,5 mm	1-1/2 in	1 kg	10	10 kg	10
19,0 mm	3/4 in	250 g	1	2,5 kg	1
9,5 mm	3/8 in	50 g	0,1	500 g	0,1
4,75 mm	No. 4	20 g	0,1	100 g	0,1
2,00 mm	No.10	20 g	0,1	20 g	0,01

* apabila data kadar air akan digunakan untuk menghitung nilai uji lainnya, seperti berat isi basah, berat isi kering, dan densitas, massa benda uji harus lebih besar dari 200 g yang diukur menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,01 g.

** ketelitian timbangan minimum disyaratkan oleh ASTM D 4753-02

1.9 Berdasarkan ASTM D6026 digunakan untuk panduan tentang penggunaan digit signifikan yang akan menentukan penggunaan Metode A atau Metode B. Pemilihan ini menjadi sangat penting jika kadar air akan digunakan untuk menghitung hubungan lain, seperti massa basah ke massa kering atau sebaliknya, berat isi basah ke berat isi kering atau sebaliknya, dan densitas total ke densitas kering atau sebaliknya. Misalnya, jika diperlukan empat digit penting di salah satu perhitungan di atas, kandungan air harus dicatat hingga 0,1 % terdekat. Ini terjadi karena 1 (satu) ditambah kadar air (tidak dalam persen) akan memiliki empat *significant digit* terlepas dari nilai dari kadar air itu sendiri (1 ditambah $0,1 / 100 = 1,001$), nilai dengan empat digit signifikan. Sementara, jika tiga digit signifikan dapat diterima, maka kadar air dapat dicatat hingga 1 % terdekat.

1.10 Standar ini tidak dimaksudkan untuk mengatasi semua masalah keamanan. Jika ada, terkait dengan penggunaannya, hal ini adalah tanggung jawab pengguna standar ini untuk menetapkan kesehatan dan keselamatan yang tepat dan menentukan penerapan pembatasan regulasi sebelum digunakan.

2 Acuan normatif

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

SNI 1966:2008, *Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah*

SNI 1967:2008, *Cara uji penentuan batas cair tanah*

SNI 03- 6793-2002, *Metode pengujian kadar air, kadar abu dan bahan organik dari tanah gambut dan tanah organik lainnya*

ASTM D 653, *Terminology relating to soil, rock and contained fluids*

ASTM D 4220, *Practice for preserving and transporting soil samples*

ASTM D 4643, *Test method for determination of water (moisture) content of soil by the microwave oven method*

ASTM D 4753-02, *Specification for evaluating, selecting, and specifying balances and scales for use in soil and rock testin*

ASTM E 145, *Specification for gravity-convection and forced ventilation ovens*

ASTM D 6026-13, *Standard practice for using significant digits in geotechnical data*

ASTM E 145, *Standard specification for gravity-convection and forced-ventilation ovens*

ASTM E 898, *Standard test method of testing top-loading, direct-reading laboratory scales and balances*

ASTM D4643, *Standard test method for determination of water content of soil and rock by microwave oven heating*

ASTM D4944, *Standard test method for field determination of water (moisture) content of soil by the calcium carbide gas pressure tester*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan Standar ini, istilah dan defenisi berikut digunakan.

3.1

kadar air material

Perbandingan massa air yang mengisi rongga pori material tanah atau material batuan terhadap massa partikel padatnya, yang dinyatakan dalam persen, penentuan massa pada temperatur standar $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

3.2

material

Merupakan salah satu material tanah atau material batuan, dalam material ini banyak mengandung air hasil larutan partikel padat

3.3

partikel padat

Partikel material tanah atau material batuan yang tidak larut dalam air

3.4

massa kering konstan (dari material)

Kondisi kadar air benda uji setelah dikeringkan memiliki toleransi kehilangan massa tambahan kurang dari 0,1 % - 1 %. Waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi ini dipengaruhi oleh banyak faktor, pengaruh faktor tersebut pada umumnya dipengaruhi oleh pengambilan keputusan dan pengalaman terhadap material uji dan alat uji yang digunakan

4 Ringkasan cara uji

Benda uji dikeringkan dalam oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hingga massanya konstan, kehilangan massa akibat pengeringan merupakan massa air, kadar air dihitung dengan menggunakan massa air dan massa benda uji kering.

5 Arti dan kegunaan

5.1 Untuk beberapa material, kadar air merupakan satu dari sifat-sifat indeks yang digunakan untuk membuat korelasi antara perilaku tanah dan sifat-sifatnya.

5.2 Kadar air material digunakan untuk menyatakan hubungan antara fase udara, air, dan butiran padat yang berada dalam volume material.

5.3 Pada tanah yang berbutir halus (kohesif), konsistensi tanah yang diberikan bergantung pada kadar airnya. Kadar air tanah yang berhubungan dengan batas cair (SNI 03-1967-2008) dan batas plastis (SNI 03-1966-2008) digunakan untuk menyatakan konsistensi relatif atau indeks kecairan.

CATATAN 2 Kualitas pengujian menggunakan standar ini bergantung pada kompetensi personil pengujian dan kesesuaian peralatan dan fasilitas yang digunakan. Institusi yang telah memenuhi kriteria dalam ASTM D3740 dianggap telah berkompetensi dan objektif dalam melakukan pengujian, pengambilan contoh, dan inspeksi. Pengguna standar ini diperingatkan bahwa kesesuaian dengan ASTM D3740 tidak menjamin hasil yang diandalkan. Keterandalan hasil bergantung pada banyak faktor yang pada ASTM D3740 dijelaskan cara mengevaluasi beberapa faktor terkait.

6 Peralatan

6.1 Oven - Oven Pengering Berventilasi, dikontrol secara termostatik, lebih diutamakan jenis blower/*forced-draft*, diutamakan mampu mempertahankan keseragaman temperatur $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ di dalam oven.

6.2 Timbangan - Sesuai ASTM D4753, Timbangan dengan ketelitian 0,01 g keterbacaan diperlukan untuk contoh uji yang memiliki massa hingga 200 g (tidak termasuk massa kontainer contoh uji) dan timbangan dengan ketelitian 0,1 g diperlukan untuk contoh uji yang memiliki massa lebih dari 200 g. Namun, timbangan yang digunakan mungkin dikontrol oleh jumlah digit signifikan yang dibutuhkan (lihat 1.10).

6.3 Cawan Benda Uji — Wadah yang sesuai, terbuat dari material yang tahan terhadap korosi dan perubahan massa setelah dilakukan pengulangan pemanasan, pendinginan, paparan material dengan variasi pH, dan pembersihan. Kecuali desikator yang digunakan, kontainer dengan tutup rapat harus digunakan untuk menguji benda uji yang memiliki massa kurang dari 200 g, sedangkan untuk contoh uji yang memiliki massa lebih besar dari sekitar 200 g, wadah tanpa tutup dapat digunakan (lihat Catatan 4). Satu kontainer atau kombinasi wadah beserta tutupnya harus diberi nomor unik (diidentifikasi) digit signifikan seperti yang disyaratkan.

CATATAN 3 tujuan penutup yang rapat adalah untuk mencegah hilangnya kelembapan contoh uji sebelum penentuan massa awal, dan untuk mencegah penyerapan kelembapan dari atmosfer setelah pengeringan dan sebelum akhir penentuan massa akhir.

6.4 Desikator (Opsional) – Lemari kaca desikator atau botol desikator besar dengan ukuran yang sesuai mengandung *silica gel* atau kalsium sulfat anhidrat. Lebih baik menggunakan zat pengering yang bersifat berubah warna untuk menunjukkan keadaan semula.

CATATAN 4 kalsium sulfat anhidrat dijual dengan nama dagang drierite.

6.5 Alat pemegang cawan: kaos tangan tahan panas, jepitan atau alat pemegang lainnya yang dapat digunakan untuk memindahkan atau mencapit cawan panas setelah pengeringan.

6.6 Peralatan lain seperti pisau, spatula, sendok, kain pembersih, dan pengiris contoh.

7 Contoh uji

7.1 Contoh uji harus dilindungi dan dipelihara selama pengangkutan berdasarkan ASTM D4220. Simpan contoh uji di dalam tempat yang antikarat dan kedap udara pada temperatur antara 3°C dan 30°C sebelum pengujian serta pada tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung. Contoh uji terganggu yang berada dalam wadah atau pada tempat lain harus disimpan sedemikian rupa untuk meminimalkan kondensasi uap air di bagian dalam wadah.

7.2 Penentuan kadar air harus dilakukan segera setelah pengambilan contoh uji, terutama jika alat pengambil contoh uji berpotensi untuk berkarat (seperti tabung baja dinding tipis, kaleng cat) atau menggunakan kantong plastik.

8 Benda uji

8.1 Untuk nilai kadar air yang ditentukan dengan metode ASTM lainnya, persyaratan massa benda uji yang dinyatakan dalam metode tersebut harus digunakan. Jika tidak ada ketentuan minimum massa benda uji, nilai-nilai yang diberikan harus sesuai dengan Tabel 1.

8.2 Massa minimum benda uji material basah yang dipilih untuk mewakili contoh uji total, didasarkan pada visual ukuran partikel maksimum dalam sampel dan metoda (Metode A atau Metode B) yang digunakan untuk merekam data. Massa minimum contoh uji harus sesuai dengan Tabel 1.

8.3 Membutuhkan kehati-hatian dalam penggunaan massa benda uji yang lebih kecil dari massa minimum yang direkomendasikan pada Tabel 1, meskipun mungkin cukup untuk tujuan pengujian, perlu dicatat pada lembar pengujian dan formulir pengujian.

8.4 Saat bekerja dengan benda uji yang sedikit (kurang dari 200 g) yang mengandung partikel kerikil yang relatif besar, sebaiknya partikel ini tidak diikutsertakan dalam contoh uji. Namun, material yang dibuang harus dicatat pada formulir uji.

8.5 Untuk contoh-contoh yang seluruhnya terdiri atas batuan atau kerikil berukuran agregat, massa benda uji minimum harus 500 g. Bagian contoh uji yang representatif mungkin rusak menjadi partikel yang lebih kecil. Ukuran partikel ditentukan oleh massa contoh uji, volume kontainer, dan timbangan digunakan. Untuk menentukan massa konstan, lihat 10.4. Massa benda uji sekecil 200 g dapat diuji jika kadar air hanya disyaratkan dua angka signifikan.

8.6 Benda uji dibuat minimal tiga buah agar hasil uji dapat dirata-ratakan.

9 Pemilihan benda uji

9.1 Ketika benda uji adalah bagian dari jumlah material yang lebih besar, benda uji harus dipilih supaya merepresentasikan kondisi air dari seluruh jumlah material. Cara benda uji dipilih bergantung pada tujuan dan penerapan uji, jenis material yang sedang diuji, kondisi air, dan jenis sampel (berasal dari pengujian lain, karung, contoh blok, dll).

9.2 Untuk benda uji terganggu seperti contoh uji dalam karung, benda uji dipilih berdasarkan satu dari metode-metode berikut (tercantum dalam urutan):

9.2.1 Jika material diambil dan dimobilisasi ke laboratorium dengan penanganan baik, yaitu material tidak mengalami segregasi dan kehilangan kelembapan secara signifikan, material harus dicampur secara menyeluruh. Pilih bagian atas contoh uji yang mewakili dengan menggunakan sendok yang terdiri dari beberapa sendok hingga memenuhi jumlah yang ditentukan pada 8.2. gabungkan setiap bagian tersebut sebagai benda uji.

9.2.2 Jika material sedemikian rupa tidak dapat dicampur secara menyeluruh atau dicampur dan diambil bagiannya menggunakan sendok, bentuk tumpukan material, lakukan pencampuran sebanyak mungkin. Ambil sekurang-kurangnya lima bagian dari material pada titik acak dengan menggunakan tabung sampel, sekop, sendok, atau peralatan serupa yang sesuai dengan ukuran partikel maksimum material. Gabungkan semua bagian sebagai benda uji.

9.3 Contoh uji utuh seperti blok, tabung, split, dan barel, dapatkan benda uji dengan menggunakan salah satu dari metoda (berdasarkan tujuan penggunaan contoh uji).

9.3.1 Dengan menggunakan pisau, gergaji, atau peralatan pemotong lainnya, potong bagian luar contoh uji pada lebar secukupnya untuk melihat lapisan pada material, dan untuk membuang material yang terlihat lebih kering atau lebih basah jika dibandingkan dengan porsi utama contoh uji. Apabila keberadaan lapisan tidak dapat dipastikan, belah contoh uji menjadi dua dan apabila contoh uji berlapis.

9.3.2 Jika material tidak berlapis, persyaratan massa benda uji ditunjukkan pada 8.2 dengan cara: (1) gunakan seluruh atau setengah interval contoh uji yang diuji, (2) potong bagian yang mewakili dari interval yang diuji, (3) potong setengah bagian permukaan yang terekspos atau potong permukaan terekspos dari interval yang diuji.

CATATAN 5 Perpindahan kadar air pada beberapa tanah nonkohesif dapat terjadi, sehingga memerlukan pengambilan contoh uji secara utuh.

9.3.3 Pada material berlapis (atau terdapat lebih dari satu material pada contoh uji), pilih rata-rata benda uji atau benda uji individu, atau keduanya. Benda uji harus diidentifikasi terkait lokasi pengambilan, kondisi yang diwakili, serta keterangan lainnya dan dimasukkan pada formulir pengujian atau lembar pengujian.

10 Prosedur

10.1 Timbang dan catat massa cawan kering yang kosong untuk tempat benda uji (beserta tutupnya jika memakai tutup).

10.2 Pilih benda uji yang mewakili sesuai dengan pasal 9.

10.3 Masukkan benda uji dalam cawan dan jika memakai tutup pasang tutupnya hingga rapat. Tentukan massa cawan yang berisi material basah dengan menggunakan timbangan (lihat 8.2) yang telah dipilih sebagai acuan massa benda uji. Catat nilai tersebut.

CATATAN 6: Untuk membantu pengeringan dengan oven terhadap benda uji yang cukup besar, benda uji ini harus ditempatkan dalam cawan yang mempunyai areal permukaan yang luas (wadah) dan material dipecah-pecah menjadi bagian yang lebih kecil.

10.4 Buka penutup wadah uji (jika digunakan) dan tempatkan wadah yang berisi benda uji pada oven pengering. Pertahankan temperatur oven pengering pada $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ kecuali ditentukan lain (lihat 1.4). Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan massa benda uji konstan akan bervariasi bergantung pada jenis material, ukuran benda uji, jenis dan kapasitas oven serta faktor-faktor lainnya. Pengaruh dari faktor-faktor tersebut umumnya dapat dihindari dengan pengkondisian, dan pengalaman terhadap material yang diuji serta peralatan yang digunakan.

10.4.1 Dalam banyak kasus, mengeringkan benda uji selama 12--16 jam (semalaman) adalah cukup, terutama saat menggunakan oven jenis *forced draft*. Apabila ada keraguan terkait kecukupan pengeringan hingga massa kering konstan, lihat 3.4 dan periksa kehilangan massa tambahan dengan pengeringan oven selama periode waktu yang cukup. Jangka waktu pengeringan minimum selama ialah 2 jam (bisa lebih pada jumlah benda uji yang banyak). Pemeriksaan cepat dilakukan untuk melihat apakah benda uji dengan jumlah banyak (> 100gr) telah kering ialah dengan meletakkan potongan kecil kertas di atas benda uji saat berada dalam oven atau tepat setelah dikeluarkan dari oven, jika kertas menggulung, benda uji belum kering dan membutuhkan waktu pengeringan tambahan. Benda uji pasir sering kali dapat dikeringkan hingga massa konstan selama periode waktu 4 jam (menggunakan oven jenis *forced draft*).

10.4.2 Karena beberapa material kering dapat menyerap kadar air (kelembapan) dari benda uji berkadar air yang masih dikeringkan dalam oven, benda uji kering harus dipindahkan sebelum menempatkan benda uji lainnya dalam oven, kecuali benda-benda uji tersebut dikeringkan semalaman

10.5 Setelah benda uji dikeringkan hingga massanya konstan, keluarkan wadah uji dari oven (buka tutup jika digunakan). Kondisikan benda uji dan wadah untuk mendingin hingga suhu ruangan atau hingga wadah dapat ditangani dengan nyaman dengan tangan kosong dan pengoperasian timbangan tidak terpengaruh oleh arus konveksi atau transmisi panas atau keduanya. Hitung massa wadah uji dan benda uji kering dengan menggunakan timbangan yang sesuai dengan 10.3, catat nilainya. Gunakan tutup rapat jika benda uji terlihat menyerap kelembapan dari udara sebelum memulai perhitungan massa kering.

10.5.1 Pendinginan pada desikator tertutup dapat digunakan untuk mengurangi penyerapan kelembapan dari udara selama pendinginan.

10.6 Lampiran lembar pengujian ditunjukkan pada lampiran A, format resmi lembar uji tidak ditentukan selama mencakup seluruh isian data yang diperlukan.

11 Perhitungan

Hitung kadar air material dengan cara sebagai berikut :

$$w = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\%$$

Keterangan:

W	adalah kadar air (%)
W ₁	adalah massa cawan dan tanah basah (gram)
W ₂	adalah massa cawan dan tanah kering (gram)
W ₃	adalah massa cawan (gram)
(W ₁ -W ₂)	adalah massa air (gram)
(W ₂ -W ₃)	adalah massa tanah kering (partikel padat) (gram)

12 Pelaporan

Laporan atau lembaran data harus mencakup hal-hal berikut :

12.1 Metode yang digunakan untuk menentukan bagaimana data dicatat pada lembar uji atau formulir uji adalah standar industri dan perwakilan digit signifikan yang harus dipertahankan. Persyaratan-persyaratan ini tidak mempertimbangkan variasi material lapangan, tujuan penggunaan data, penelitian bertujuan khusus, atau tujuan-tujuan lainnya dari pengguna. Ini adalah pengujian umum untuk menambah atau mengurangi digit signifikan dari data dalam laporan. Metode ini diluar lingkup standar untuk mempertimbangkan digit signifikan yang digunakan pada metode analisis untuk perancangan rekayasa.

12.1.1 Formulir uji atau lembar data uji harus mencakup hal-hal berikut:

12.1.2 Identifikasi contoh uji (material), seperti nomor bor, kedalaman, nomor contoh uji, nomor pengujian, dan nomor wadah uji.

12.1.3 Kadar air material benda uji hingga ketelitian 1 % untuk metoda A, atau 0,1 % untuk metoda B yang disesuaikan dengan massa minimum benda uji. Jika metode ini digunakan bersama dengan metode lain, kadar air benda uji harus diuji sesuai metoda yang dipilih (berdasarkan ASTM D6026) yang merupakan persyaratan dari pemberi pekerjaan, terutama jika hasil uji kadar air sesuai metoda ini digunakan untuk menghitung pengujian lainnya, seperti berat isi dan berat jenis. Misalnya apabila nilai kadar air digunakan untuk menentukan berat isi kering (ASTM D7263) tingkat ketelitian adalah 0,02 kN/m³/0,002 g/cm³. Apabila dimungkinkan, gunakan timbangan dengan kapasitas bacaan lebih besar atau gunakan benda uji yang lebih banyak (besar) untuk memenuhi digit signifikan yang disyaratkan. digit signifikan pada ASTM D6026 perlu dinaikkan ketika menghitung hubungan fase yang disyaratkan pada digit signifikan

12.1.4 Menunjukkan jika benda uji memiliki massa di bawah minimal, seperti disyaratkan pada 8.2.

12.1.5 Menunjukkan jika benda uji mengandung lebih dari satu lapisan material.

12.1.6 Menunjukkan jika suhu pengeringan berbeda dari 110 ± 5°C.

12.1.7 Menunjukkan jika ada material (ukuran dan jumlah) dikeluarkan dari benda uji.

12.2 Ketika melaporkan nilai kadar air dalam tabel, gambar, dll, data-data yang tidak memenuhi persyaratan harus dicatat, seperti tidak memenuhi persyaratan massa, kesetimbangan, atau persyaratan suhu, atau bagian yang dikeluarkan dari benda uji.

13 Ketelitian dan penyimpangan

13.1 Ketelitian

13.1.1 Ketelitian operator tunggal

Untuk operator tunggal, koefisien variasi adalah 2,7 %. Dua hasil uji yang diperoleh dengan operator yang sama dan peralatan yang sama, telah cukup memadai bila tidak ada perbedaan lebih dari 7,8 % dari nilai rata-ratanya;

13.1.2 Ketelitian multi laboratorium

Untuk multi laboratorium, koefisien variasi adalah 5,0 %. Dua hasil uji yang diperoleh dengan operator yang berbeda, menggunakan peralatan yang berbeda, telah cukup memadai bila tidak ada perbedaan lebih dari 14,0 % dari nilai rata ratanya.

13.2 Penyimpangan

Tidak ada nilai referensi yang dapat diterima untuk pengujian ini sehingga penyimpangan/bias tidak dapat ditentukan.

**Lampiran A
(normatif)
Model Formulir uji kadar air untuk tanah dan batuan**

Formulir Uji Kadar Air Tanah dan Batuan																																																																
Proyek/Pekerjaan :	Metode Pengujian :		Metode A																																																													
Lokasi :			Metode B																																																													
No Contoh dan kedalaman :																																																																
	Tanggal sampel diterima di lab :																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Nomor pengujian laboratorium</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Nomor cawan</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa cawan (W_3)</td> <td>gram</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa cawan + tanah basah (W_1)</td> <td>gram</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tanggal dan waktu dimasukkan ke oven</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa cawan + tanah kering (W_2)</td> <td>gram</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tanggal dan waktu dikeluarkan dari oven</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa air = ($W_1 - W_2$)</td> <td>gram</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa tanah kering ($W_2 - W_3$)</td> <td>gram</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatur oven jika lebih dari 110°C</td> <td>°C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Massa air (w) = $(W_1 - W_2) : (W_2 - W_3) \times 100\%$</td> <td>%</td> <td style="text-align: center;">a</td> <td style="text-align: center;">b</td> <td style="text-align: center;">c</td> </tr> <tr> <td>Kadar air rata-rata (w) = $(a+b+c)/2$</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Nomor pengujian laboratorium					Nomor cawan					Massa cawan (W_3)	gram				Massa cawan + tanah basah (W_1)	gram				Tanggal dan waktu dimasukkan ke oven					Massa cawan + tanah kering (W_2)	gram				Tanggal dan waktu dikeluarkan dari oven					Massa air = ($W_1 - W_2$)	gram				Massa tanah kering ($W_2 - W_3$)	gram				Temperatur oven jika lebih dari 110°C	°C				Massa air (w) = $(W_1 - W_2) : (W_2 - W_3) \times 100\%$	%	a	b	c	Kadar air rata-rata (w) = $(a+b+c)/2$	%			
Nomor pengujian laboratorium																																																																
Nomor cawan																																																																
Massa cawan (W_3)	gram																																																															
Massa cawan + tanah basah (W_1)	gram																																																															
Tanggal dan waktu dimasukkan ke oven																																																																
Massa cawan + tanah kering (W_2)	gram																																																															
Tanggal dan waktu dikeluarkan dari oven																																																																
Massa air = ($W_1 - W_2$)	gram																																																															
Massa tanah kering ($W_2 - W_3$)	gram																																																															
Temperatur oven jika lebih dari 110°C	°C																																																															
Massa air (w) = $(W_1 - W_2) : (W_2 - W_3) \times 100\%$	%	a	b	c																																																												
Kadar air rata-rata (w) = $(a+b+c)/2$	%																																																															
Catatan : 1. * 2. 3. 4.																																																																
Diuji oleh : Berat kering oleh : Dihitung oleh : Tanggal: Tanggal: Tanggal: Diperiksa oleh : Pemeriksaan di tempat : Disetujui oleh :																																																																

*Misalkan diisi dengan:

1. Menunjukkan jika benda uji memiliki massa di bawah minimal persyaratan
2. Menunjukkan jika benda uji mengandung lebih dari satu lapisan material
3. Menunjukkan jika suhu pengeringan berbeda dari 110° C
4. Menunjukkan jika ada material (ukuran dan jumlah) dikeluarkan dari benda uji

Lampiran B
(informatif)
Contoh formulir uji kadar air untuk tanah dan batuan (Metode A)

Formulir Uji Kadar Air Tanah dan Batuan				
Proyek/Pekerjaan :	Metode Pengujian :	☒		Metode A
Lokasi :				Metode B
No Contoh dan kedalaman :	Bor 2 (4-4, 4 m)	Tanggal sampel diterima di lab :	8/19/2016	

Nomor pengujian laboratorium		04-726-S	04-727-S	04-728-S
Nomor cawan		727	727	728
Massa cawan (W_3)	gram	770,6	770,6	771,2
Massa cawan + tanah basah (W_1)	gram	2008,4	1827,9	1945,3
Tanggal dan waktu dimasukkan ke oven		8/20/2016, 07.00	8/20/2016, 07.00	8/20/2016, 07.00
Massa cawan + tanah kering (W_2)	gram	1801,2	1660,8	1760,5
Tanggal dan waktu dikeluarkan dari oven		8/21/2004, 07.00	8/21/2004, 07.00	8/21/2004, 07.00
Massa air = ($W_1 - W_2$)	gram	207,2	167,1	184,8
Massa tanah kering ($W_2 - W_3$)	gram	1069,5	890,2	989,3
Temperatur oven jika lebih dari 110°C	°C	-	-	-
Massa air (w) = $(W_1 - W_2) : (W_2 - W_3) \times 100\%$	%	19	19	19
Kadar air rata-rata (w) = $(a+b+c)/2$	%	19		

Catatan : -

Diuji oleh :	Tanggal:	Diperikasa oleh :
Berat kering oleh :	Tanggal:	Pemeriksaan di tempat :
Dihitung oleh :	Tanggal:	Disetujui oleh :

Lampiran C
(Informatif)
Contoh formulir uji kadar air untuk tanah dan batuan (Metode B)

Formulir Uji Kadar Air Tanah dan Batuan				
Proyek/Pekerjaan :		Metode Pengujian :	Metode A	
Lokasi :		√	Metode B	
No Contoh dan kedalaman :	Bor 2 (4-4, 4 m)	Tanggal sampel diterima di lab :	8/19/2016	

Nomor pengujian laboratorium		04-726-S	04-727-S	04-728-S
Nomor cawan		726	727	728
Massa cawan (W_3)	gram	731,7	770,6	771,2
Massa cawan + tanah basah (W_1)	gram	2008,4	1827,9	1945,3
Tanggal dan waktu dimasukkan ke oven		8/20/2004, 07.00	8/20/2004, 07.00	8/20/2016, 07.00
Massa cawan + tanah kering (W_2)	gram	1801,2	1660,8	1760,5
Tanggal dan waktu dikeluarkan dari oven		8/21/2004, 07.00	8/21/2004, 07.00	8/21/2004, 07.00
Massa air = ($W_1 - W_2$)	gram	207,2	167,1	184,8
Massa tanah kering ($W_2 - W_3$)	gram	1069,5	890,2	989,3
Temperatur oven jika lebih dari 110°C	°C	-	-	-
Massa air (w) = $(W_1 - W_2) : (W_2 - W_3) \times 100\%$	%	19,4	18,8	18,7
Kadar air rata-rata (w) = $(a+b+c)/2$	%	18,9		

Catatan : -

Diuji oleh :	Tanggal:	Diperiksa oleh :	
Berat kering oleh :	Tanggal:	Pemeriksaan di tempat :	
Dihitung oleh :	Tanggal:	Disetujui oleh :	

Bibliografi

- [1] SNI 1975:2012, *Metode penyiapan secara kering contoh tanah terganggu dan tanah-agregat untuk pengujian*
- [2] ASTM D3704, *Standard Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction*

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/Subkomtek perumus SNI

Subkomite Teknis 91-01-S2, *Rekayasa Jalan dan Jembatan*.

[2] Susunan keanggotaan Subkomtek perumus SNI

Ketua : Ir. Deded Permadi Sjamsudin, M.Eng.Sc
Wakil Ketua : Dr. Ir. Samun Haris, MT
Sekretaris : Setyo Hardono, ST., MT
Anggota :
1. Prof. Dr. Ir. Raden Anwar Yamin, MT., ME
2. Dr. Ir. Dwi Prasetyanyto, MT
3. Prof (R). Furqon Afandi
4. Dr. Ir. Imam Aschuri, M.Sc
5. Ir. GJW Fernandez
6. Dr. Ir. Hindra Mulya, MM

CATATAN:

Susunan keanggotaan Subkomite Teknis 91-01-S2 diatas adalah pada saat standar ini ditetapkan. Pada saat perumusan standar ini terdapat anggota Subkomtek yang berubah antara lain : Prof. Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc, dan Dr. Ir. Siegfried, M.Sc.

[3] Konseptor rancangan SNI

Nama	Lembaga
I Putu Dwiasta, ST	Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan
Fahmi Aldiamar, ST., MT	Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan
Erdina Tyagita Utami, ST., MT	Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

[4] Sekretariat pengelola Subkomtek perumus SNI

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.