

## Cara uji sifat kekekalan agregat dengan cara perendaman menggunakan larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat

*“ Copy standar ini dibuat oleh BSN untuk Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum dalam rangka Penyebarluasan, Pengenalan dan Pengaplikasian Standar, Pedoman, Manual (SPM) Bidang Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil ”*

## Daftar Isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan .....	iii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Istilah dan Definisi .....	1
4 Peralatan .....	2
5 Larutan khusus yang digunakan .....	3
6 Contoh uji .....	5
7 Persiapan contoh uji .....	7
8 Prosedur pengujian .....	7
9 Pengujian secara kuantitatif .....	8
10 Pengujian secara kualitatif .....	9
11 Pelaporan .....	9
12 Ketelitian .....	9
Lampiran A (Normatif) Data hasil pengujian .....	11
Lampiran B (Informatif) Contoh data hasil pengujian .....	12

## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang *Cara uji sifat kekekalan agregat dengan cara perendaman menggunakan larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat* adalah revisi dari SNI 03-3407-1994 *Metode pengujian sifat kekekalan bentuk batu terhadap larutan natrium sulfat dan magnesium sulfat*. Standar ini merupakan hasil adopsi modifikasi dari

Adapun perbedaan dengan SNI lama adalah persiapan contoh uji, persyaratan-persyaratan, perlakuan khusus terhadap contoh uji tertentu serta tambahan metode dan acuan yang dapat digunakan.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, melalui Gugus Kerja Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman BSN Nomor 8 Tahun 2000 dan dibahas pada forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 5 Mei 2006 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Bandung oleh Subpanitia teknis dengan melibatkan para nara sumber, pakar dan lembaga terkait.

## Pendahuluan

Standar ini merupakan revisi dari SNI 03-3407-1994 Metode pengujian sifat kekekalan bentuk batu terhadap larutan natrium sulfat dan magnesium sulfat. Metode pengujian ini secara umum dimaksudkan untuk mengetahui sifat kekekalan agregat terhadap proses kimiawi sebagai akibat dari pengaruh perbedaan iklim dan cuaca, dalam hal ini simulasi dilakukan dengan menggunakan larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat jenuh.

Contoh uji yang digunakan terdiri dari agregat halus dan agregat kasar yang disiapkan sesuai dengan persyaratan contoh uji dalam metode ini. Contoh uji direndam dan lalu dikeringkan selama periode tertentu di dalam larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat jenuh. Selisih kehilangan berat pada saat awal sebelum pengujian dan setelah pengujian, dinyatakan sebagai persentase nilai *soundness* agregat.

Sangatlah ditekankan untuk selalu memperhatikan temperatur larutan dan temperatur ruang pada saat pengujian agar selalu sesuai dengan yang disyaratkan di dalam metode pengujian ini, sebab ketelitian pengujian ini secara garis besar sangat bergantung pada kondisi temperatur larutan dan temperatur ruang.

*“ Copy standar ini dibuat oleh BSN untuk Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum dalam rangka Penyebarluasan, Pengenalan dan Pengaplikasian Standar, Pedoman, Manual (SPM) Bidang Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil ”*

## Cara uji kekekalan agregat dengan cara perendaman menggunakan larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat

### 1 Ruang lingkup

Cara uji ini mencakup tata cara pengujian untuk menentukan kekekalan agregat dari proses disintegrasi oleh larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat jenuh. Hal tersebut dilakukan dengan cara perendaman agregat secara berulang-ulang di dalam larutan natrium atau magnesium sulfat jenuh yang diikuti dengan pengeringan menggunakan oven untuk menguapkan sebagian atau keseluruhan garam terlarut di dalam ruang pori permeabel. Gaya ekspansif internal, berasal dari rehidrasi garam pada saat perendaman kembali, sebagai simulasi dari sifat ekspansif air pada proses pembekuan. Cara uji ini membantu memberikan informasi yang lengkap pada saat menentukan sifat kekekalan agregat terhadap pengaruh cuaca.

Pengujian ini menggunakan peralatan dan larutan kimia berbahaya, sehingga penggunaan peralatan keselamatan kerja sangatlah diperlukan selama melakukan pengujian ini.

### 2 Acuan normatif

SNI 03 – 1968 – 1990, *Metode uji tentang analisis saringan agregat halus dan kasar*

SNI 03 – 6414 – 2002, *Spesifikasi timbangan yang digunakan pada pengujian bahan*

SNI 03 – 6885 – 2002, *Tata cara pelaksanaan program uji untuk penentuan presisi metode uji bahan konstruksi*

SNI 03 – 6866 – 2002, *Spesifikasi saringan anyaman kawat untuk keperluan pengujian*

AASHTO Standard R 16, *Regulatory information for chemicals used in AASHTO Tests*

ASTM Standard E 100, *Specification for ASTM Hydrometers*

AASHTO Designation : T 104-99 (2003) *Standard method of test for soundness of aggregate by use of sodium sulfate or magnesium sulfate.*

### 3 Istilah dan definisi

#### 3.1

##### **agregat bersifat kekal**

agregat yang sangat sedikit atau tidak bereaksi dan atau disintegrasi terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat

#### 3.2

##### **benda uji**

bagian dari contoh yang sudah siap untuk diuji

#### 3.3

##### **berat asal benda uji**

berat benda uji dalam keadaan kering sebelum pengujian

#### 3.4

##### **berat benda uji tertahan saringan**

berat benda uji yang tertahan saringan tertentu dalam keadaan kering

**3.5**

**berat bagian benda uji yang hilang**

selisih berat benda uji awal sebelum pengujian dengan berat benda uji tertahan saringan setelah pengujian

**3.6**

**indeks kekekalan agregat**

nilai kekekalan agregat terhadap proses pelarutan, disintegrasi oleh sebab perendaman di dalam larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat

**4 Peralatan**

**4.1 Saringan**

Ukuran saringan yang digunakan seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1, untuk menyaring contoh uji yang ada dalam pasal 6, pasal 7 dan pasal 9.

**Tabel 1 Ukuran saringan untuk agregat halus dan agregat kasar**

Ukuran saringan untuk agregat halus		Ukuran saringan untuk agregat kasar	
4,75 mm	(No.4)	63 mm	(2 ½ inci)
4,00 mm	(No.5)	50 mm	(2 inci)
2,40 mm	(No.8)	37,5 mm	(1 ½ inci)
1,20 mm	(No.16)	31,5 mm	(1 inci)
600 µm	(No.30)	25,0 mm	(¾ inci)
300 µm	(No.50)	16,0 mm	(5/8 inci)
150 µm	(No.100)	12,5 mm	(1/2 inci)
		9,5 mm	(3/8 inci)
		8,0 mm	(5/16 inci)

**4.2 Wadah contoh uji**

Kawat saringan tahan sulfat dengan diameter 203,2 mm (8 inci) untuk masing-masing ukuran fraksi agregat selama pengujian.

CATATAN 1 Kawat saringan dengan diameter 203,2 mm (8 inci) dapat diganti dengan wadah lain yang memudahkan masuknya larutan ke dalam contoh uji dan pengeluaran larutan dari contoh tanpa kehilangan contoh agregat. Penggantian dengan wadah yang lain dapat mempengaruhi hasil pengujian. Pengujian pemisahan, pengujian perbandingan atau pengujian agregat yang akan digunakan harus disesuaikan dengan menggunakan saringan diameter 203,2 mm (8 inci).

**4.2.1 Wadah untuk agregat kasar**

Kawat kasa berbentuk tabung yang bagian atasnya terbuka yang mempunyai ukuran bukaan saringan 2,36 mm (No.8).

" Copy standar ini dibuat oleh BSN untuk Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum dalam rangka Penyebarluasan, Pengenalan dan Pengaplikasian Standar, Pedoman, Manual (SPM) Bidang Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil "



#### 4.2.2 Wadah untuk agregat halus

Kawat kasa berbentuk tabung yang bagian atasnya terbuka yang mempunyai ukuran bukaan saringan 250  $\mu\text{m}$  ( No.60).

#### 4.3 Peralatan untuk merendam contoh uji dalam larutan

Apabila diperlukan, peralatan untuk menahan wadah saringan yang berisi contoh uji yang akan direndam dalam larutan harus disusun sedemikian rupa agar memudahkan masuknya larutan ke dalam contoh uji dan pengeringan larutan dari contoh uji.

#### 4.4 Pengatur temperatur

Peralatan yang sesuai untuk mengatur temperatur contoh uji selama perendaman dalam larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat.

#### 4.5 Termometer

Sebuah termometer yang mempunyai rentang temperatur yang direkomendasikan untuk larutan selama pengujian dan mempunyai ketelitian sampai 0,1°C.

#### 4.6 Pencatat temperatur

Suatu alat yang dapat mencatat temperatur minimum larutan setiap 10 menit sekali selama waktu pengujian dengan ketelitian sampai 0,3°C.

#### 4.7 Timbangan

Timbangan harus mempunyai kapasitas yang cukup, dengan ketelitian minimal sampai 0,1 persen dari berat contoh uji.

#### 4.8 Oven pengering

Oven harus dapat memanaskan secara terus menerus pada temperatur  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  dan laju penguapan pada daerah temperatur tersebut sedikitnya 25 g/jam selama 4 jam. Selama periode tersebut pintu oven harus selalu tertutup rapat. Besarnya laju dapat ditentukan dengan mengukur kehilangan berat air dalam wadah gelas berkapasitas 1 liter, masing-masing gelas berisi 500 gram air yang ditempatkan di setiap sisi dan tengah oven.

#### 4.9 Alat pengukur berat jenis

Sebuah hidrometer yang sesuai dengan yang disyaratkan dalam ASTM E 100 atau suatu kombinasi yang sesuai antara gelas ukur dan timbangan, yang mampu mengukur berat jenis larutan dengan ketelitian  $\pm 0,001$ .

### 5 Larutan khusus yang digunakan

Siapkanlah larutan untuk merendam contoh uji yang terbuat dari natrium sulfat atau magnesium sulfat sesuai dengan yang dijelaskan di bawah ini (CATATAN 2). Jumlah volume larutan sekurang-kurangnya harus 5 kali volume padatan dari seluruh contoh uji yang direndam pada setiap waktunya.

CATATAN 2 Beberapa agregat mungkin mengandung kalsium karbonat atau magnesium karbonat yang diserang secara kimia oleh larutan sulfat segar, menghasilkan suatu kesalahan yang tinggi yang sangat tidak diharapkan, jika kondisi ini terjadi, ulangi pengujian dengan menggunakan larutan yang telah disaring yang sebelumnya digunakan untuk menguji contoh yang mengandung karbonat.

### **5.1 Larutan natrium sulfat**

- a) Siapkanlah larutan natrium sulfat jenuh dengan cara melarutkan reagen murni dari garam tersebut di dalam air (CATATAN 5) pada temperatur kamar.
- b) Tambahkan lagi secukupnya garam natrium sulfat anhidrat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) (CATATAN 3) ke dalam larutan untuk memastikan bahwa larutan sudah benar-benar jenuh yang ditandai dengan terlihatnya kelebihan kristal yang tidak larut dalam larutan pada saat larutan tersebut akan digunakan untuk pengujian.
- c) Aduklah dengan sempurna campuran selama penambahan garam dan aduk larutan pada setiap interval waktu ketika digunakan. Untuk mengurangi penguapan dan mencegah terjadinya kontaminasi, tutuplah larutan dengan rapat pada saat tidak digunakan, biarkanlah larutan dingin pada temperatur  $20,3^\circ\text{C}$  sampai  $21,9^\circ\text{C}$ .
- d) Aduk dan diamkanlah kembali larutan untuk menyesuaikan temperatur ruang sekurang-kurangnya 48 jam sebelum digunakan.
- e) Sebelum digunakan, pecahkanlah butiran-butiran garam yang terbentuk, jika tidak, di dalam wadah, aduklah dengan sempurna larutan tersebut, lalu tentukanlah berat jenisnya.
- f) Pada saat digunakan, larutan tersebut harus mempunyai berat jenis tidak kurang dari 1,154 dan tidak boleh lebih dari 1,171. Buanglah larutan yang berwarna atau disaring dahulu lalu periksa lagi berat jenisnya.

CATATAN 3 Untuk membuat larutan, 215 gram garam anhidrat per liter air sudah cukup jenuh pada temperatur  $22^\circ\text{C}$ . Walaupun begitu, pada saat garam ini sudah benar-benar tidak stabil dan ketika diinginkan terlihatnya kelebihan kristal dalam larutan, maka dianjurkan untuk menggunakan tidak kurang dari 225 g garam anhidrat per liter air.

### **5.2 Larutan magnesium sulfat**

- a) Siapkanlah larutan magnesium sulfat jenuh dengan cara melarutkan reagen murni dari garam tersebut di dalam air (CATATAN 5) pada temperatur kamar.
- b) Tambahkan lagi secukupnya garam magnesium sulfat anhidrat (CATATAN 4) atau kristal pembentuknya ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) ke dalam larutan untuk memastikan bahwa larutan sudah benar-benar jenuh yang ditandai dengan terlihatnya kelebihan kristal yang tidak larut dalam larutan pada saat larutan tersebut akan digunakan untuk pengujian.
- c) Aduklah dengan sempurna campuran selama penambahan garam dan aduklah larutan pada setiap interval waktu ketika digunakan. Untuk mengurangi penguapan dan mencegah terjadinya kontaminasi, tutuplah larutan dengan rapat pada saat tidak digunakan.
- d) Biarkanlah larutan dingin pada temperatur  $20,3^\circ\text{C}$  sampai  $21,9^\circ\text{C}$ . Aduk dan diamkanlah kembali larutan untuk menyesuaikan temperatur ruang sekurang-kurangnya 48 jam sebelum digunakan.

- e) Sebelum digunakan, pecahkanlah butiran-butiran garam yang terbentuk, jika tidak, di dalam wadah, aduk dengan sempurna larutan tersebut, lalu tentukan berat jenisnya.
- f) Pada saat digunakan, larutan tersebut harus mempunyai berat jenis tidak kurang dari 1,297 dan tidak boleh lebih dari 1,306. Buanglah larutan yang berwarna atau disaring dahulu lalu periksa lagi berat jenisnya.

CATATAN 4 Untuk membuat larutan, 350 gram garam anhidrat atau 1230 heptahidrat per liter air sudah cukup jenuh pada temperatur 23°C. Walaupun begitu, pada saat garam ini sudah benar-benar tidak stabil dan ketika diinginkan terlihatnya kelebihan kristal dalam larutan, maka dianjurkan untuk menggunakan tidak kurang dari 1400 g garam heptahidrat per liter air.

Pada saat membuat larutan jenuh magnesium sulfat, kristal-kristal garam akan melarut dengan cepat jika kristal yang dimasukkan jumlahnya sedikit dan temperatur air yang digunakan lebih dari 35°C akibat efek pendinginan kimia selama pembuatan.

CATATAN 5 Gunakanlah air suling sebagai pembanding.

### 5.3 Larutan barium klorida

Siapkanlah larutan barium klorida 0,2 M (41,6 gram BaCl<sub>2</sub> per liter larutan) untuk menentukan adanya natrium sulfat atau magnesium sulfat dalam air pencuci.

## 6 Contoh uji

### 6.1 Agregat halus

Agregat halus yang akan diuji harus lolos saringan ukuran 9,5 mm (3/8 inci), contoh uji harus mempunyai jumlah yang cukup untuk membentuk suatu kumpulan dengan berat tidak kurang dari 100 gram untuk masing-masing ukuran. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut :

**Tabel 2 Ukuran saringan yang digunakan untuk agregat halus**

<b>Lolos saringan</b>	<b>Tertahan saringan</b>
9,5 mm (3/8 inci)	4,75 mm (No.4)
4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)
2,36 mm (No.8)	1,18 mm (No.16)
1,18 mm (No.16)	600 µm (No.30)
600 µm (No.30)	300 µm (No.50)

### 6.2 Agregat kasar

Agregat kasar yang akan diuji harus tertahan saringan ukuran 4,75 mm (No.4), contoh uji harus mempunyai jumlah yang cukup untuk membentuk suatu kumpulan dengan berat masing-masing ukuran seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 berikut :

**Tabel 3 Ukuran saringan dan berat contoh yang diperlukan untuk pengujian agregat kasar**

Ukuran saringan	Berat contoh uji (gram)
Lolos 63 mm tertahan 37,5 mm ( 2 ½ inci - 1 ½ inci ) Terdiri dari :	5000 ± 300
Lolos 50 mm tertahan 37,5 mm ( 2 inci – 1 ½ inci )	2000 ± 200
Lolos 63 mm tertahan 50 mm ( 2 ½ inci – 2 inci )	3000 ± 300
Lolos 37,5 mm tertahan 19 mm ( 1 ½ inci – ¾ inci ) Terdiri dari :	1500 ± 50
Lolos 25 mm tertahan 19 mm ( 1 inci – ¾ inci )	500 ± 30
Lolos 37,5 mm tertahan 25 mm ( 1 ½ inci – 1 inci )	1000 ± 50
Lolos 19 mm tertahan 9,5 mm ( ¾ inci – 3/8 inci ) Terdiri dari :	1000 ± 10
Lolos 12,5 mm tertahan 9,5 mm ( ½ inci – 3/8 inci )	330 ± 5
Lolos 19 mm tertahan 12,5 mm ( ¾ inci – ½ inci )	670 ± 10
Lolos 9,5 mm tertahan 4,75 mm ( 3/8 inci – No.4 )	300 ± 5

Untuk contoh uji yang jumlahnya kurang dari 5 % dari jumlah keseluruhan untuk masing-masing ukuran, maka contoh tersebut tidak perlu diuji.

Apabila akan dilakukan pengujian terhadap batuan yang ukurannya lebih besar, perkecil ukuran contoh dengan cara dipecah (*crushing*), dibelah (*splitting*) atau dipotong (*sawing*). Jika dilakukan dengan cara dipecah atau dibelah pengujian hanya dilakukan terhadap contoh uji yang ukurannya lolos saringan 37,5 mm (1 ½ inci) dan tertahan saringan 19,0 mm (¾ inci) serta lolos saringan 63 mm dan tertahan saringan 37,5 mm. Jika dilakukan dengan cara dipotong contoh yang diuji hanya yang lolos saringan 63 mm (2 ½ inci) dan tertahan saringan 37,5 mm (1 ½ inci).

Apabila akan dilakukan pengujian terhadap batuan besar dari suatu sumber (untuk mengevaluasi suatu sumber batuan yang potensial), yang akan dihancurkan untuk memproduksi agregat, perkecil ukuran contoh dengan cara dihancurkan dengan pemecahan, lakukan pengujian hanya terhadap contoh uji yang ukurannya akan terdapat dalam agregat yang dihasilkan tersebut, abaikan contoh uji yang ukurannya lebih halus dari 4,75 mm (No.4) dan lebih kasar dari 63,0 mm (2 ½ inci).

Jika terdapat agregat dengan ukuran yang lebih besar dari 63,0 mm (2 ½ inci), hancurkan agregat tersebut dengan cara pemecahan lalu distribusikan secara merata ke dalam agregat dari ukuran 63 mm (2 ½ inci) sampai 4,75 mm (No.4) kemudian buanglah material yang lebih halus dari 4,75 mm (No.4).

Jika agregat yang akan diuji mengandung fraksi halus dan fraksi kasar, dimana terdapat lebih dari 10 % berat bagian contoh uji yang lebih besar dari ukuran 19,0 mm (¾ inci), dan juga terdapat lebih dari 10 % berat bagian contoh uji yang lebih halus dari ukuran 4,75 mm (No.4), maka pengujian dilakukan untuk fraksi halus (di bawah saringan 4,75 mm (No.4)) dan fraksi kasar (di atas saringan 4,75 mm (No.4)).

## 7 Persiapan contoh uji

### 7.1 Agregat halus

- a) Cucilah contoh uji agregat halus di atas saringan 300  $\mu\text{m}$  (No.50).
- b) Keringkanlah sampai didapat berat konstan pada temperatur  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , lalu pisahkanlah dalam ukuran yang berbeda-beda melalui penyaringan, seperti berikut : buatlah pemisahan secara kasar terhadap masing-masing ukuran dengan cara penyaringan sesuai dengan yang disyaratkan pada pasal 6 dari fraksi-fraksi yang dihasilkan.
- c) Pilihlah contoh uji dengan ukuran yang cukup sebanyak 100 gram setelah penyaringan (umumnya cukup diperlukan contoh uji seberat 110 gram), jangan gunakan agregat halus yang menempel pada celah saringan.
- d) Timbang contoh seberat  $(100 \pm 0,1)$  gram untuk masing-masing fraksi yang telah disaring, catat berat totalnya, lalu masukkan ke dalam wadah pengujian masing-masing.

### 7.2 Agregat kasar

- a) Cucilah contoh uji agregat halus di atas saringan 300  $\mu\text{m}$  (No.50).
- b) Keringkanlah sampai didapat berat konstan pada temperatur  $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ , lalu pisahkanlah setiap fraksinya seperti yang terdapat pada pasal 6 melalui penyaringan.
- c) Timbanglah berat masing-masing fraksi dengan toleransi yang sesuai dengan yang dijelaskan pada pasal 6 dan kombinasikan seluruhnya sehingga didapatkan berat total contoh uji.
- d) Catatlah berat total contoh uji dan berat masing-masing fraksi, untuk ukuran yang lebih besar dari 19,0 mm (3/4 inci), catatlah banyaknya partikel yang terkandung dalam contoh uji.

CATATAN 6 Komponen-komponen fraksi dari masing-masing contoh uji dapat juga ditempatkan di dalam wadah yang berbeda jika diinginkan tapi tidak dianjurkan, jika langkah tersebut dilakukan, kedua ukuran harus dikombinasikan di dalam perhitungan pada pasal 9.

## 8 Prosedur Pengujian

### 8.1 Perendaman contoh uji dalam larutan

- a) Rendamlah contoh uji dalam larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat yang telah disediakan selama minimum 16 jam dan maksimum 18 jam dengan jumlah yang cukup sehingga larutan tersebut dapat merendam seluruh permukaan contoh uji dengan ketinggian kurang lebih 12,5 mm (1/2 inci).
- b) Tutuplah wadah dengan rapat untuk mengurangi penguapan dan mencegah masuknya substansi lain.
- c) Selama periode perendaman, aturlah temperatur perendaman pada  $20,3^\circ\text{C}$  sampai  $21,9^\circ\text{C}$ .

**8.2 Pengeringan contoh uji setelah perendaman**

- a) Setelah periode perendaman, keluarkanlah contoh uji dari dalam larutan.
- b) Biarkanlah meniris selama  $(15 \pm 5)$  menit, lalu keringkan di dalam oven pada temperatur  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai diperoleh berat konstan, berat konstan diperoleh apabila diperoleh kehilangan berat kurang dari 0,1% dari berat contoh uji selama 4 jam pengeringan.
- c) Setelah diperoleh berat konstan, dinginkan contoh uji pada temperatur  $20^{\circ}\text{C}$  sampai  $25^{\circ}\text{C}$  (apabila diperlukan gunakan AC atau kipas angin) sebelum direndam kembali di dalam larutan.

**8.3 Jumlah perendaman**

- a) Ulangilah proses perendaman dan pengeringan contoh uji sampai batas waktu yang disyaratkan (secara umum sedikitnya dilakukan 5 kali proses).
- b) Biasanya, pengujian dilakukan secara terus-menerus tanpa berhenti sampai batas waktu tertentu, tetapi apabila pengujian terpaksa dihentikan untuk sementara, simpanlah contoh uji di dalam oven pada temperatur  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai pengujian dilanjutkan kembali.
- c) Periksalah kembali temperatur, pastikan bahwa batas temperatur maksimum larutan tidak terlewati.

**9 Pengujian secara kuantitatif**

Lakukanlah pengujian secara kuantitatif sebagai berikut :

- a) Setelah seluruh periode proses perendaman dan pengeringan selesai dan setelah contoh uji dingin, cucilah contoh uji agar bebas dari natrium atau magnesium sulfat. Cucilah dengan air mengalir pada temperatur  $(43 \pm 6)^{\circ}\text{C}$  dengan cara mengalirkan air panas ke dalam wadah contoh sampai meluap keluar, untuk memastikan bahwa contoh uji telah bebas dari natrium sulfat atau magnesium sulfat, periksalah air cucian dengan larutan barium klorida 0,2 M jika tidak terdapat endapan putih dari barium sulfat maka pencucian sudah selesai. Selama proses pencucian jagalah contoh uji dari guncangan atau tumbukan yang dapat membuat pecah atau retaknya contoh uji.
- b) Setelah contoh uji bebas dari natrium sulfat atau magnesium sulfat, keringkanlah masing-masing fraksi contoh uji pada temperatur  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai diperoleh berat konstan. Saringlah agregat halus dengan ukuran saringan yang sama pada saat persiapan contoh uji. Untuk agregat kasar gunakanlah saringan dengan ukuran sebagai berikut :

**Tabel 4 Ukuran saringan yang digunakan untuk agregat kasar setelah pengujian**

Untuk fraksi	Saringan yang digunakan
63,00 mm – 37,00 mm	31,50 mm
37,50 mm – 19,00 mm	16,00 mm
19,00 mm – 9,50 mm	8,00 mm
9,50 mm – 4,75 mm	4,00 mm

Untuk agregat halus metode dan lamanya penyaringan sama dengan pada saat persiapan contoh uji, untuk agregat kasar penyaringan dapat dilakukan dengan tangan, jangan dilakukan paksaan butiran agar menembus lubang saringan. Timbang dan catatlah berat contoh yang tertahan pada masing-masing saringan. Perbandingan berat antara masing-masing fraksi setelah diuji dengan berat awal dari masing-masing fraksi tersebut adalah kehilangan berat akibat pengujian yang akan dibandingkan dengan persentase contoh uji awal.

## 10 Pengujian secara kualitatif

Lakukanlah pengujian kualitatif untuk contoh uji yang lebih besar dari 19,0 mm dengan cara pisahkanlah partikel-partikel butiran yang retak, pecah, belah, hancur, dan sebagainya sebagai akibat dari pengujian dari masing-masing contoh uji, lalu hitung dan catatlah jumlahnya masing-masing.

## 11 Pelaporan

Laporan yang dibuat harus memuat :

- a) Jumlah dan lokasi pengambilan contoh uji.
- b) Jenis larutan yang digunakan.
- c) Berat masing-masing fraksi contoh sebelum dan sesudah pengujian.
- d) Berat masing-masing fraksi yang tertahan saringan.
- e) Berat setiap bagian fraksi yang hilang.
- f) Berat setiap bagian fraksi yang tidak diuji (untuk fraksi yang jumlahnya tidak sesuai dengan yang disyaratkan).
- g) Persentase kehilangan berat masing-masing fraksi dan secara keseluruhan.
- h) Untuk fraksi yang lebih kasar dari 19,0 mm (3/4 inci), laporkanlah jumlah butiran pada setiap fraksi sebelum pengujian dan setelah pengujian (jumlah yang retak, belah, pecah, hancur dan lain sebagainya).
- i) Metode penghancuran agregat untuk contoh yang berasal dari batuan besar.

## 12 Ketelitian

Untuk agregat kasar dengan persentase rata - rata kehilangan berat akibat sulfat antara 6 persen sampai 16 persen jika menggunakan larutan natrium dan 9 persen sampai 20 persen jika menggunakan larutan magnesium, indeks ketelitiannya ditunjukkan dalam Tabel berikut :

Tabel 6 Indeks ketelitian pengujian untuk multi-laboratorium dan satu operator

Jenis pengujian	Koefisien variasi (%)	Perbedaan antara dua pengujian (% rata-rata)
Multi laboratorium :		
- Natrium sulfat	41	116
- Magnesium sulfat	25	71
Satu operator :		
- Natrium sulfat	24	68
- Magnesium sulfat	11	31

CATATAN 7 Nilai-nilai ketelitian di atas berdasarkan pada hasil pengujian yang sesuai dengan metode ini yang direvisi pada tahun 1991. hasil revisi pada tahun 1991 tersebut diperkirakan dapat meningkatkan ketelitian dari metode tersebut.



## Lampiran A

(Normatif)

## Data hasil pengujian

Ukuran saringan	Persentase gradasi contoh uji asli (%)	Berat contoh uji awal (gram)	Persentase bahan yang lolos saringan setelah pengujian (%)	Persentase berat bagian contoh uji yang hilang (%)
	(A)	(B)	(X)	(Y)
<b>Pengujian Sifat Kekekalan Agregat halus</b>				
Lolos 150 µm				
300 µm - 150 µm				
600 µm - 300 µm				
1,18 mm - 600 µm				
2,36 mm - 1,18 mm				
4,75 mm - 2,35 mm				
9,5 mm - 4,75 mm				
Total :				
<b>Pengujian Sifat Kekekalan Agregat kasar</b>				
63,0 mm - 50 mm	2825 gram	63-37.5mm		
50,0 mm - 37,5 mm	1958 gram			
37,5 mm - 25,0 mm	1012 gram	37.5-19mm		
25,0 mm - 19,0 mm	513 gram			
19,0 mm - 12,5 mm	675 gram	19-9.5 mm		
12,5,0 mm - 9,5 mm	333 gram			
9,5 mm - 4,75 mm	-	-		
Total :				

Perhitungan :

$$X (\%) = \frac{B - C}{B} \times 100\%$$

Dengan :

X adalah persentase bahan yang lolos saringan setelah pengujian (%)

B adalah berat contoh uji awal (gram)

C adalah berat contoh uji tertahan saringan setelah pengujian (gram)

$$Y (\%) = \frac{X}{100} \times A$$

Dengan :

Y adalah persentase berat bagian contoh uji yang hilang (%)

X adalah persentase bahan yang lolos saringan setelah pengujian (%)

A adalah persentase gradasi contoh uji asli masing-masing fraksi (%)

## Lampiran B

(Informatif)

## Contoh data hasil pengujian

Ukuran saringan	Persentase gradasi contoh uji asli (%)	Berat contoh uji awal (gram)	Persentase bahan yang lolos saringan setelah pengujian (%)	Persentase berat bagian contoh uji yang hilang (%)		
	(A)	(B)	(X)	(Y)		
<b>Pengujian Sifat Kekekalan Agregat halus</b>						
Lolos 150 µm	5	-	-	-		
300 µm - 150 µm	12	-	-	-		
600 µm - 300 µm	26	100	4.2	1.1		
1,18 mm - 600 µm	25	100	4.8	1.2		
2,36 mm - 1,18 mm	17	100	8.0	1.4		
4,75 mm - 2,35 mm	11	100	11.2	1.2		
9,5 mm - 4,75 mm	4	-	11.2	0.4		
Total :	100			5		
<b>Pengujian Sifat Kekekalan Agregat kasar</b>						
63,0 mm - 50 mm	2825 gram	63-37.5mm	20	4783	4.8	1.0
50,0 mm - 37,5 mm	1958 gram					
37,5 mm - 25,0 mm	1012 gram	37.5-19mm	45	1525	8.0	3.6
25,0 mm - 19,0 mm	513 gram					
19,0 mm - 12,5 mm	675 gram	19-9.5 mm	23	1008	9.6	2.2
12,5,0 mm - 9,5 mm	333 gram					
9,5 mm - 4,75 mm	-	-	12	298	11.2	1.3
Total :			100			8

Perhitungan :

$$X (\%) = \frac{B - C}{B} \times 100\%$$

Dengan :

X adalah persentase bahan yang lolos saringan setelah pengujian (%)

B adalah berat contoh uji awal (gram)

C adalah berat contoh uji tertahan saringan setelah pengujian (gram)

$$Y (\%) = \frac{X}{100} \times A$$

Dengan :

Y adalah persentase berat bagian contoh uji yang hilang (%)

X adalah persentase bahan yang lolos saringan setelah pengujian (%)

A adalah persentase gradasi contoh uji asli masing-masing fraksi (%)