

Spesifikasi beton segar siap pakai

(ASTM C94/C94M-14, *IDT*)

© ASTM – All rights reserved

© BSN 2016 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

Daftar isi

| | |
|--|-----|
| Daftar isi..... | i |
| Prakata | ii |
| Pendahuluan..... | iii |
| 1 Ruang lingkup..... | 1 |
| 2 Acuan normatif..... | 1 |
| 3 Istilah dan definisi | 2 |
| 4 Dasar pembelian..... | 3 |
| 5 Bahan-bahan | 3 |
| 5.2 Bahan sementisius | 3 |
| 6 Informasi pemesanan | 4 |
| 7 Toleransi <i>slump</i> atau aliran <i>slump</i> | 7 |
| 8 Beton yang mengandung gelembung udara..... | 7 |
| 9 Pengukuran bahan | 8 |
| 10 Lokasi pencampuran | 9 |
| 11 Mikser dan <i>agitators</i> | 10 |
| 12 Pencampuran dan pengiriman..... | 11 |
| 13 Penggunaan peralatan tanpa pengaduk..... | 15 |
| 14 Informasi keterangan <i>batch</i> | 15 |
| 15 Pemeriksaan pabrik..... | 17 |
| 16 Tata cara, metode uji, dan pelaporan | 17 |
| 17 Pengambilan sampel dan pengujian beton segar..... | 17 |
| 18 Kekuatan..... | 18 |
| 19 Kegagalan untuk memenuhi persyaratan kekuatan | 19 |
| 20 Kata kunci..... | 19 |
| Lampiran A1 Persyaratan keseragaman beton | 20 |
| Lampiran X1 Perhitungan kekuatan tekan rata-rata (f_{cr}^1) | 22 |
| Tabel 1 – Jumlah kadar udara yang disarankan untuk beton yang mengandung gelembung udara ^{A, B} | 4 |
| Tabel 2 – Minimum beban standar lapangan dan beban uji ^A | 10 |
| Tabel A1.1 – Persyaratan keseragaman beton | 20 |
| Tabel X1.1 – Kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan ketika data tersedia untuk menetapkan deviasi standar..... | 22 |
| Tabel X1.2 – Kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan ketika data tidak tersedia untuk menentukan deviasi standar..... | 23 |
| Tabel X1.3 – Diperlukan <i>over-desain</i> sesuai dengan kekuatan tekan yang ditentukan | 24 |

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 4433-2016 dengan judul “Spesifikasi beton segar siap pakai” merupakan revisi dari SNI 03-4433-1997 Spesifikasi beton siap pakai, yang merupakan adopsi identik dengan metode terjemahan dari ASTM C94/C94M-14, *Standard Specification for Ready-Mixed Concrete*. Standar ini disusun untuk menyediakan acuan dalam bidang konstruksi khususnya beton segar siap pakai.

Standar ini dipersiapkan oleh Komite Teknik Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, pada Subkomite Teknis 91-01-S4 Bahan, Sain, Struktur dan Konstruksi Bangunan melalui Gugus Kerja Bahan Bangunan. Tata cara penulisan disusun sesuai Peraturan Kepala BSN Nomor 4 tahun 2016 tentang Ppedoman Penulisan Standar Nasional Indonesia dan telah dibahas dalam forum Rapat Konsensus pada tanggal 24 Juni 2014 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman yang melibatkan para nara sumber, pakar, dan lembaga terkait.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ASTM C94-14 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

Standar ini mencakup beton segar siap pakai yang diproduksi dan dikirim kepada pembeli dalam keadaan campuran segar dan belum mengeras. Persyaratan mutu beton akan ditentukan oleh pembeli. Standar ini tidak mencakup penempatan, pemadatan, perawatan, atau perlindungan beton setelah pengiriman kepada pembeli.

Standar ini membahas dasar pembelian, bahan-bahan yang digunakan, informasi pemesanan, toleransi *slump* atau aliran *slump*, beton yang mengandung gelembung udara, pengukuran bahan, lokasi pencampuran, mikser dan *agitator*, pencampuran dan pengiriman, penggunaan peralatan tanpa pengaduk, informasi keterangan *batch*, pemeriksaan pabrik, tata cara, metode uji dan pelaporan, pengambilan sampel dan pengujian beton segar, kekuatan, kegagalan untuk memenuhi persyaratan kekuatan.

“Hak cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk SPT 91-01-S4 Bahan, Sain, Struktur & Konstruksi Bangunan, dan tidak untuk dikomersialkan”



Spesifikasi beton segar siap pakai

1 Ruang lingkup

1.1 Standar ini mencakup beton segar siap pakai sebagaimana didefinisikan dalam Pasal 3.2.2. Persyaratan untuk mutu beton akan ditentukan selanjutnya atau sebagaimana ditentukan oleh pembeli. Apabila kebutuhan pembeli berbeda dari apa yang ada dalam standar ini, maka spesifikasi dari pembeli harus ditetapkan. Standar ini tidak mencakup penempatan, pemadatan, perawatan, atau perlindungan beton setelah pengiriman kepada pembeli.

1.2 Nilai-nilai dinyatakan dalam satuan SI, atau satuan *inchi-pound* dalam tanda kurung, adalah dianggap terpisah sebagai standar. Nilai-nilai yang dinyatakan dalam setiap sistem tidak tepat setara; oleh karena itu, setiap sistem akan digunakan secara independen dari yang lain. Menggabungkan nilai-nilai dari kedua sistem dapat menghasilkan ketidaksesuaian dengan standar ini.

1.3 Melalui standar ini produsen menghasilkan beton segar siap pakai. Pembeli membeli beton segar siap pakai.

1.4 Teks dari CATATAN dan CATATAN KAKI referensi standar ini memberikan penjelasan tentang bahan. CATATAN dan CATATAN KAKI di sini (tidak termasuk yang ada dalam tabel dan gambar) tidak harus dianggap sebagai persyaratan standar.

1.5 Standar ini tidak dimaksudkan untuk mengatasi seluruh masalah keselamatan, jika ada, terkait dengan penggunaannya. Hal ini merupakan tanggung jawab pemakai standar untuk menetapkan praktik yang tepat untuk keselamatan dan kesehatan dan menentukan penerapan batasan peraturan sebelum digunakan. (Peringatan – Campuran sementisius hidraulis segar adalah panas dan dapat menyebabkan kulit dan jaringan di atas kulit terbakar sepanjang penggunaan).

2 Acuan normatif

2.1 Standar ASTM:

C31/C31M, *Practice for making and curing concrete test specimens in the field*

C33/C33M, *Specification for concrete aggregates*

C39/C39M, *Test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens*

C125, *Terminology relating to concrete and concrete aggregates*

C138/C138M, *Test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete*

C143/C143M, *Test method for slump of hydraulic-cement concrete*

C150/C150M, *Specification for portland cement*

C172/C172M, *Practice for sampling freshly mixed concrete*

C173/C173M, *Test method for air content of freshly mixed concrete by the volumetric method*

C231/C231M, *Test method for air content of freshly mixed concrete by the pressure method*

SNI 4433:2016



- C260/C260M, *Specification for air-entraining admixtures for concrete*
- C330/C330M, *Specification for lightweight aggregates for structural concrete*
- C494/C494M, *Specification for chemical admixtures for concrete*
- C567/C567M, *Test method for determining density of structural lightweight concrete*
- C595/C595M, *Specification for blended hydraulic cements*
- C618, *Specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete*
- C637, *Specification for aggregates for radiation-shielding concrete*
- C989/C989M, *Specification for slag cement for use in concrete and mortars*
- C1017/C1017M, *Specification for chemical admixtures for use in producing flowing concrete*
- C1064/C1064M, *Test method for temperature of freshly mixed hydraulic-cement concrete*
- C1077, *Practice for agencies testing concrete and concrete aggregates for use in construction and criteria for testing agency evaluation*
- C1157/C1157M, *Performance specification for hydraulic cement*
- C1240, *Specification for silica fume used in cementitious mixtures*
- C1602/C1602M, *Specification for mixing water used in the production of hydraulic cement concrete*
- C1611/C1611M, *Test method for slump flow of self-consolidating concrete*

2.2 Dokumen ACI:

- 211.1, *Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete*
- 211.2, *Standard practice for selecting proportions for structural lightweight concrete*
- 301, *Standard specifications for structural concrete*
- 305R, *Guide to hot weather concreting*
- 306R, *Guide to cold weather concreting*
- 318, *Building code requirements for structural concrete and commentary*

2.3 Dokumen Lain:

- NIST 105-1, *National institute of standards and technology handbook*

3 Istilah dan definisi

3.1 *Definisi:* Istilah yang digunakan dalam standar ini dibatasi dalam istilah dan definisi ASTM C125.

3.2 Definisi dari istilah khusus pada standar ini:

3.2.1 *beton, dicampur terpusat*, -- beton segar siap pakai yang dicampur seluruhnya dalam mikser stasioner.

3.2.2 *beton, siap pakai*, -- beton diproduksi dan dikirim kepada pembeli dalam kondisi segar.



3.2.3 *beton, dicampur sebagian (shrink-mixed)* — beton segar siap pakai yang dicampur sebagian di dalam mikser stasioner kemudian dilanjutkan di dalam truk mikser.

3.2.4 *beton yang dicampur di dalam truk* — beton segar siap pakai yang dicampur seluruhnya dalam truk mikser.

4 Dasar pembelian

4.1 Dasar pembelian harus dalam meter kubik atau yard kubik beton segar yang dituang dari unit pengangkutan.

4.2 Volume beton segar dinyatakan dalam *batch* harus ditentukan dari massa total dari *batch* dibagi dengan densitas dari beton. Massa total dari *batch* harus ditentukan sebagai massa bersih dari beton dalam *batch* yang dikirim, termasuk jumlah air pencampur yang dibatasi dalam Pasal 9.3. Densitas harus ditentukan sesuai dengan ASTM C138/C138M. Produksi harus ditentukan sebagai rata-rata dari sekurang-kurangnya tiga pengukuran, satu dari masing-masing dari tiga pengambilan sampel dari unit pengangkutan yang berbeda sesuai dengan ASTM C172/C172M.

CATATAN 1 Harus dipahami bahwa volume dari beton yang telah mengeras, mungkin, atau tampaknya, kurang dari yang diharapkan karena terbuang dan tertumpah, kelebihan penggalian, perubahan bentuk cetakan, kehilangan gelembung udara, atau penurunan pengecoran pada campuran basah, bukan tanggung jawab produsen.

5 Bahan-bahan

5.1 Tidak adanya petunjuk yang berlaku dalam standar bahan, maka standar bahan berikut harus digunakan:

5.2 Bahan sementisius

5.2.1 *Semen hidraulis* — Semen hidraulis harus sesuai dengan ASTM C150/C150M, ASTM C595/C595M, atau ASTM C1157/C1157M.

5.2.2 *Bahan sementisius tambahan* — Abu terbang batubara atau pozolan alam harus sesuai dengan ASTM C618. Semen *slag* harus sesuai dengan ASTM C989/C989M. *Silica fume* harus sesuai dengan ASTM C1240.

5.3 *Agregat* — Berat agregat normal harus sesuai dengan ASTM C33/C33M. Agregat ringan harus sesuai dengan ASTM C330/C330M dan agregat berat harus sesuai dengan ASTM C637.

5.4 *Air* — Air harus sesuai dengan ASTM C1602/C1602M.

5.5 *Bahan tambahan pembentuk gelembung udara* — Bahan tambahan pembentuk gelembung udara harus sesuai dengan ASTM C260/C260M (CATATAN 2).

5.6 *Bahan tambahan kimia* — Bahan tambahan kimia harus sesuai dengan ASTM C494/C494M atau C1017/C1017M (CATATAN 2).

CATATAN 2 Dalam setiap hal, dosis yang diperlukan dari bahan tambahan pembentuk gelembung udara, pemercepat, dan pemerlambat boleh berbeda-beda. Oleh karena itu, adanya rentang dosis diijinkan untuk memperoleh efek yang diinginkan.



CATATAN 3 Penggantian dari jenis, karakteristik, tipe, klasifikasi, atau mutu dari bahan-bahan yang diijinkan dalam beton segar siap pakai kemungkinan akan menghasilkan beton dengan sifat yang berbeda.

6 Informasi pemesanan

6.1 Jika petunjuk dalam spesifikasi umum tidak tersedia, pembeli harus menjelaskan hal-hal sebagai berikut:

6.1.1 Petunjuk ukuran, atau ukuran, dari agregat kasar.

6.1.2 *Slump*, diinginkan pada lokasi pengiriman (lihat Pasal 7 untuk toleransi yang dapat diterima).

6.1.3 Aliran *slump*, diinginkan pada lokasi pengiriman (lihat Pasal 7 untuk toleransi yang dapat diterima).

6.1.4 Jika beton yang mengandung gelembung udara ditentukan, kadar udara sampel yang diambil pada lokasi penuangan dari unit pengangkutan (lihat Pasal 8 dan Tabel 1 untuk total kadar udara dan toleransinya (CATATAN 5)).

Tabel 1 – Jumlah kadar udara yang disarankan untuk beton yang mengandung gelembung udara^{A, B}

| Kondisi Paparan ^C | Jumlah Kadar Udara, % | | | | | | |
|------------------------------|---|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| | Ukuran Maksimum Nominal Agregat, mm [in.] | | | | | | |
| | 9,5 [3/8] | 12,5 [1/2] | 19,0 [3/4] | 25,0 [1] | 37,5 [1,5] | 50,0 [2] | 75,0 [3] |
| Ringan | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| Sedang | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 3,5 |
| Parah | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 |

^AUntuk beton yang mengandung gelembung udara, bila disyaratkan.

^BKecuali kondisi paparan menyatakan sebaliknya, diperbolehkan untuk mengurangi kadar udara seperti yang direkomendasikan di atas hingga 1 % untuk beton dengan kekuatan tekan disyaratkan, f'_c 35 MPa [5000 psi] atau lebih.

^CUntuk gambar kondisi paparan, mengacu pada ACI 211.1, Pasal 6.3.3.

6.1.5 Pilihan A, B, atau C akan digunakan sebagai dasar untuk penetapan proporsi beton untuk menghasilkan mutu beton yang diperlukan,

6.1.6 Jika disyaratkan beton ringan struktural, massa per satuan volume sebagai massa basah, massa kering udara, atau massa kering oven (CATATAN 6), dan

6.1.7 Jika diinginkan, setiap pilihan persyaratan pada Tabel 2 dalam ASTM C1602/C1602M.

6.1.8 Pembeli harus menyatakan batas putaran drum ketika penuangan beton harus dimulai. Jika batas putaran drum tidak dinyatakan oleh pembeli, maka produsen harus menentukan dan mengkomunikasikan batasan tersebut kepada pembeli sebelum dikirim.

CATATAN 4 Contoh batas putaran drum adalah “XXX” putaran.



6.2 Jika tipe, jenis, atau klasifikasi dari bahan sementisius dalam Pasal 5.2.1 dan Pasal 5.2.2 tidak ditentukan oleh pembeli, maka diijinkan untuk menggunakan bahan sementisius dalam campuran beton, sifat-sifat beton dan persyaratan lainnya, sebagai pesanan yang akan memuaskan pembeli.

CATATAN 5 Dalam pemilihan penentuan kadar udara, pembeli harus mempertimbangkan kondisi paparan dimana beton akan diterapkan. Kadar udara kurang dari yang ditunjukkan dalam Tabel 1 mungkin tidak menghendaki ketahanan terhadap pembekuan dan pencairan, yang merupakan tujuan utama dari adanya gelembung udara dalam beton. Kadar udara yang lebih tinggi daripada tingkat yang ditunjukkan dapat mengurangi kekuatan tanpa berkontribusi perbaikan lebih lanjut dari keawetan.

CATATAN 6 Massa per satuan volume beton segar, yang merupakan satu-satunya satuan massa yang dapat ditentukan pada waktu pengiriman, selalu lebih tinggi dari massa kering udara atau massa kering oven. Definisi, dan metode untuk menentukan atau menghitung massa kering udara dan massa kering oven, tercakup dalam ASTM C567/C567M.

6.3 Pilihan A:

6.3.1 Jika pembeli menginginkan produsen untuk bertanggung jawab penuh atas pemilihan proporsi campuran beton (CATATAN 7), pembeli juga akan menentukan sebagai berikut:

6.3.1.1 Persyaratan untuk kekuatan tekan seperti ditentukan pada sampel yang diambil dari unit pengangkutan pada lokasi penuangan dievaluasi sesuai dengan Pasal 18. Pembeli harus menentukan persyaratan dalam konteks kekuatan tekan dari spesimen standar yang dirawat sesuai dengan standar perawatan benda uji di laboratorium untuk perawatan kelembaban (lihat Pasal 18). Kecuali dinyatakan lain, maka pengujian harus dilakukan pada umur uji 28 hari.

CATATAN 7 Pembeli, dalam memilih persyaratan untuk bertanggung jawab harus memberikan pertimbangan untuk persyaratan kelecakan (*workability*), penempatan, keawetan, tekstur permukaan, dan densitas, dalam tambahan untuk desain struktural. Pembeli mengacu ke ACI 211.1 dan ACI 211.2 untuk pemilihan proporsi yang akan menghasilkan beton sesuai untuk berbagai jenis struktur dan kondisi paparan. Perbandingan air semen beton ringan struktural tidak dapat ditentukan dengan ketelitian cukup untuk digunakan sebagai dasar standar.

6.3.2 Atas permintaan pembeli, sebelum mengirim beton, produsen akan memberikan pernyataan kepada pembeli, memberikan massa semen kering dan massa kering permukaan jenuh dari agregat halus dan agregat kasar dan jumlah, jenis, dan nama bahan tambahan (jika ada) dan air per meter kubik atau per yard kubik beton yang akan digunakan dalam pembuatan setiap kelas beton yang dipesan oleh pembeli. Juga akan memberikan bukti kepuasan untuk pembeli bahwa bahan-bahan yang digunakan dan proporsi yang dipilih akan menghasilkan beton dengan kualitas yang ditentukan.

6.4 Pilihan B:

6.4.1 Bila pembeli bertanggung jawab atas proporsi campuran beton, juga akan menentukan sebagai berikut:

6.4.1.1 Kadar semen dalam kilogram per meter kubik [*pounds per yard kubik*] beton.

6.4.1.2 Kadar air maksimum yang diijinkan dalam liter per meter kubik [*gallons per yard kubik*] beton, mencakup kelembapan permukaan agregat, tetapi tidak termasuk penyerapan air (CATATAN 7), dan



6.4.1.3 Jika bahan tambahan diperlukan, jenis, nama, dan dosis yang akan digunakan. Kadar semen tidak harus dikurangi bila bahan tambahan yang digunakan adalah pilihan tanpa persetujuan tertulis dari pembeli.

6.4.2 Atas permintaan pembeli, sebelum mengirim beton, produsen akan memberikan pernyataan kepada pembeli mengenai sumber, densitas, dan analisis saringan agregat dan massa kering semen dan massa kering permukaan jenuh agregat halus dan agregat kasar dan jumlah, jenis dan nama bahan tambahan (jika ada) dan air per meter kubik atau per yard kubik beton yang akan digunakan dalam pembuatan setiap kelas beton yang dipesan oleh pembeli.

6.5 Pilihan C:

6.5.1 Jika pembeli menginginkan produsen untuk bertanggung jawab penuh atas pemilihan proporsi campuran beton dengan kadar semen minimum yang diijinkan (CATATAN 7), pembeli harus juga menentukan sebagai berikut:

6.5.1.1 Persyaratan untuk kekuatan tekan seperti ditentukan pada sampel yang diambil dari unit pengangkutan pada lokasi penuangan dievaluasi sesuai dengan Pasal 18. Pembeli akan menentukan persyaratan dalam konteks kekuatan tekan dari spesimen yang dirawat sesuai dengan standar perawatan benda uji di laboratorium untuk perawatan kelembaban (lihat Pasal 18). Kecuali dinyatakan lain pada umur uji 28 hari.

6.5.1.2 Kadar semen minimum dalam kilogram per meter kubik [pounds per yard kubik] beton.

6.5.1.3 Jika bahan tambahan diperlukan, jenis, nama, dan dosis yang akan digunakan. Kadar semen tidak harus dikurangi bila bahan tambahan digunakan.

CATATAN 8 Pilihan C dapat berbeda dan hanya berguna jika diberikan kadar semen minimum pada tingkat yang sama yang biasanya akan diperlukan untuk kekuatan, ukuran agregat, dan *slump* atau aliran *slump* yang ditentukan. Pada waktu yang sama, jumlah itu akan cukup untuk menjamin keawetan di bawah kondisi pelayanan yang diharapkan, serta permukaan tekstur dan densitas, dalam hal ditentukan kekuatan yang dicapai. Untuk informasi tambahan merujuk kepada ACI 211.1 dan 211.2 CATATAN 7.

6.5.2 Atas permintaan pembeli, sebelum mengirim beton, produsen harus memberikan pernyataan kepada pembeli, mengenai massa semen kering dan massa kering permukaan jenuh dari agregat halus dan agregat kasar dan jumlah, jenis, dan nama bahan tambahan (jika ada) dan air per meter kubik atau per yard kubik beton yang akan digunakan dalam pembuatan setiap kelas beton yang dipesan oleh pembeli. Juga akan memberikan bukti kepuasan kepada pembeli bahwa bahan-bahan yang digunakan dan proporsi yang dipilih akan menghasilkan beton dengan kualitas yang ditentukan. Kekuatan apapun yang tercapai jumlah semen yang digunakan tidak boleh kurang dari syarat minimum yang telah ditentukan.

6.6 Proporsi yang didapat dengan pilihan A, B, atau C untuk setiap kelas beton dan disetujui untuk digunakan dalam suatu proyek harus diberi kode untuk memfasilitasi identifikasi setiap campuran beton yang dikirim ke lokasi proyek. Ini adalah kode yang diperlukan dalam Pasal 14.1.7 dan persediaan informasi mengenai proporsi beton bila beton tidak diberikan secara terpisah pada setiap formulir pengiriman seperti yang diuraikan dalam Pasal 14.2. Salinan resmi dari semua campuran sebagaimana ditetapkan pada pilihan A, B, atau C harus ada datanya di lokasi pencampuran (*batch plant*).



6.7 Pembeli harus memastikan bahwa produsen menyediakan salinan semua laporan pengujian yang dilakukan pada sampel beton yang diambil untuk menentukan sesuai dengan persyaratan standar ini. Laporan harus disediakan pada waktu yang tepat.

7 Toleransi *slump* atau aliran *slump*

7.1 Kecuali toleransi lainnya ditentukan oleh pembeli, berikut ini akan diterapkan.

7.1.1 Jika *slump* diterapkan sebagai persyaratan maksimum atau tidak melebihi:

Toleransi untuk *slump* maksimum atau tidak melebihi *slump*

| Untuk <i>slump</i> : | Toleransi |
|---------------------------|------------------------|
| 75 mm [3 in.] atau kurang | 40 mm [+0 dan -1½ in.] |
| Lebih dari 75 mm [3 in.] | 65 mm [+0 dan -2½ in.] |

7.1.2 Jika *slump* diterapkan sebagai target atau *slump* nominal:

Toleransi target atau *slump* nominal

| Untuk <i>slump</i> dari: | Toleransi |
|---|------------------|
| 50 mm [2 in.] atau kurang | ± 15 mm [½ in.] |
| Lebih dari 50 mm - 100 mm [2 in. - 4 in.] | ± 25 mm [1 in.] |
| Lebih dari 100 mm [4 in.] | ± 40 mm [1½ in.] |

CATATAN 9 Pilihan ini berlaku jika *slump* yang diterapkan sebagai target *slump* atau *slump* nominal. Untuk cara lain dari penerapan *slump*, toleransi harus ditentukan oleh pembeli.

7.1.3 Bila pembeli menerapkan persyaratan aliran *slump* untuk beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete - SCC*):

Toleransi untuk aliran *slump*

| Untuk aliran <i>slump</i> | Toleransi |
|--|------------------|
| Kurang dari atau sama dengan 550 mm [22 in.] | ± 40 mm [1½ in.] |
| Lebih dari 550 mm [22 in.] | ± 65 mm [2½ in.] |

7.1.4 Toleransi *slump* berlaku jika tambahan air yang diijinkan sesuai dengan Pasal 12.7.

7.2 Beton akan tersedia dalam jangkauan *slump* atau aliran *slump* yang diijinkan selama 30 menit sejak saat kedatangan di lokasi kerja atau setelah penyesuaian *slump* awal yang diijinkan di Pasal 12.7, mana yang lebih dulu. Penuangan yang pertama dan yang terakhir dari ¼ m³ (1/4 yd³) bebas dari persyaratan ini. Jika pengguna tidak siap mengeluarkan beton dari kendaraan, produsen tidak bertanggung jawab untuk batasan minimum *slump* atau aliran *slump* setelah 30 menit berlalu sejak kedatangan kendaraan di tempat tujuan atau pada waktu pengiriman yang diminta, digunakan mana yang lebih lambat.

8 Beton yang mengandung gelembung udara

8.1 Jika pembeli menginginkan beton yang mengandung gelembung udara maka harus menyebutkan jumlah kadar udara dalam beton. Lihat Tabel 1 untuk rekomendasi jumlah kadar udara (CATATAN 2).



8.2 Kadar udara dari beton yang mengandung gelembung udara bila sampel dari unit pengangkutan pada lokasi penuangan harus berada dalam toleransi $\pm 1,5$ dari nilai yang ditetapkan.

8.3 Jika sampel awal diambil dalam batas-batas waktu pada Pasal 12.7 dan sebelum dituangkan pada tempat penuangan menunjukkan kadar udara dibawah tingkat yang ditentukan lebih dari toleransi yang diijinkan sesuai dengan Pasal 8.2, produsen dapat menggunakan penambahan bahan tambahan pembentuk gelembung udara dalam beton untuk mencapai tingkat kadar udara yang diinginkan, diikuti minimum 30 putaran pada kecepatan mencampur, selama tidak melebihi batas putaran pada Pasal 12.7 (lihat CATATAN 10).

CATATAN 10 Penerimaan pengambilan sampel dan pengujian sesuai dengan ASTM C172/C172M tidak dihilangkan dengan ketentuan ini.

9 Pengukuran bahan

9.1 Kecuali jika diijinkan secara khusus, bahan sementisius akan diukur dengan satuan massa. Bila bahan tambahan sementisius digunakan dalam campuran beton, massa kumulatif diperbolehkan untuk diukur dengan semen hidraulis, tetapi dalam suatu tempat penampungan (*batch hopper*) dan pada timbangan yang terpisah dan berbeda dari yang digunakan untuk bahan-bahan lainnya. Massa semen hidraulis harus diukur sebelum menambahkan bahan sementisius. Bila jumlah bahan sementisius melebihi 30 % dari kapasitas penuh timbangan, jumlah terukur dari semen hidraulis harus berada dalam ± 1 % dari massa yang disyaratkan, dan jumlah terukur kumulatif dari semen hidraulis ditambah bahan sementisius tambahan juga harus berada dalam ± 1 % dari massa kumulatif yang disyaratkan pada setiap penimbangan. Untuk *batches* yang lebih kecil sampai minimum 1 m³ [1 yd³], jumlah terukur dari semen hidraulis dan jumlah kumulatif terukur dari semen hidraulis ditambah bahan sementisius tambahan yang digunakan harus tidak boleh kurang dari jumlah yang disyaratkan atau tidak boleh lebih dari 4 % kelebihannya. Ketika pembeli membutuhkan metode-metode alternatif untuk mengukur bahan sementisius, metode pengukuran dan pelaporan akan tercantum dalam pesanan (lihat CATATAN 11).

CATATAN 11 Bahan sementisius dalam kantong dapat digunakan ketika diminta oleh pembeli.

9.2 Agregat harus diukur dalam massa. Pengukuran massa *batch* harus didasarkan pada bahan-bahan kering dan harus merupakan massa bahan kering yang dipersyaratkan ditambah total massa air (baik yang diserap dan yang ada di permukaan) yang terkandung dalam agregat.

9.2.1 Untuk agregat diukur masing-masing atau penimbangan kumulatif *batch*, ketika diperlukan setengah dari massa terakhir adalah kurang dari 30 % dari kapasitas timbangan massa agregat harus $\pm 0,3$ % dari kapasitas timbangan atau ± 3 % dari massa yang dipersyaratkan, mana yang lebih kecil.

9.2.2 Ketika agregat diukur individual timbang *batch* dan massa agregat yang diperlukan adalah sama atau lebih besar 30 % dari kapasitas timbangan, jumlah agregat harus ± 2 % dari massa yang diperlukan. Ketika agregat diukur dalam agregat kumulatif timbang *batch*, dan diperlukan setengah dan massa akhir kumulatif dari komponen agregat adalah sama atau lebih besar 30 % dari kapasitas timbangan, jumlah agregat pada setiap penimbangan berturut-turut harus ± 1 % dari massa yang diperlukan.



CATATAN 12 Batas akurasi *batch* 0,3 % dari kapasitas timbangan menetapkan batas toleransi berat minimal yang wajar secara independen dari jumlah bahan yang ditimbang. Hal tersebut umumnya mengatur untuk jumlah berat *batch* lebih kecil dalam berat *batch* (timbangan).

9.3 Air pencampur harus terdiri atas air yang ditambahkan pada *batch*, es yang ditambahkan pada *batch*, air yang berasal dari permukaan lembap pada agregat, dan air yang berasal dari bahan tambahan. Penambahan air harus diukur dengan massa atau volume dengan ketelitian 1 % dari total air pencampur yang diperlukan. Es yang ditambahkan harus diukur dengan massa. Dalam hal truk pencampur, setiap air pencuci yang tertinggal dalam drum untuk digunakan dalam pencampuran beton berikutnya harus diukur dengan teliti; jika hal ini tidak praktis atau tidak mungkin air pencuci harus dikeluarkan sebelum pencampuran beton berikutnya. Total air (termasuk setiap air pencuci) harus diukur atau ditimbang dengan ketelitian ± 3 % dari jumlah total yang disyaratkan.

9.4 Bahan tambahan kimia dalam bentuk bubuk harus diukur dengan massa. Bahan tambahan kimia berbentuk cair harus dalam massa atau volume. Bahan tambahan dengan massa atau volume, dengan ketelitian ± 3 % dari jumlah total yang diperlukan atau ditambah atau dikurangi jumlah atau dosis yang diperlukan untuk 50 kg [100 lb] semen hidraulis, mana yang lebih besar.

CATATAN 13 Direkomendasikan dispenser bahan tambahan dari jenis mekanik yang mampu menyesuaikan untuk berbagai variasi dosis, dan kalibrasi sederhana.

10 Lokasi pencampuran

10.1 Bak dengan kompartemen terpisah yang memadai harus disediakan dalam lokasi pencampuran agregat halus dan untuk setiap ukuran agregat kasar yang diperlukan. Setiap bak kompartemen harus dirancang dan dioperasikan sehingga pelaksanaannya efisien dan bebas, dengan segregasi minimum, ke dalam alat timbang (*weighing hopper*). Kontrol rata-rata harus tersedia sehingga, jumlah yang diperlukan dalam alat timbang tercapai, bahan harus ditutup secara presisi. Alat timbang harus dibentuk sedemikian rupa sehingga menghilangkan akumulasi bahan *tare* dan dituang sepenuhnya.

10.2 Perangkat ukur harus dalam tampilan penuh dan cukup dekat untuk dapat dibaca secara akurat oleh operator pada saat mengisi penampung (*hopper*). Operator harus nyaman untuk mengakses seluruh alat kontrol.

10.3 Timbangan harus dipertimbangkan keakuratannya paling sedikit satu uji beban statis dalam setiap seperempat dari kapasitas timbangan dapat menunjukkan $\pm 0,15$ % dari total kapasitas timbangan atau 0,4% dari beban bersih yang diterapkan, mana yang lebih besar.

10.4 Seluruh permukaan dudukan, *clevises*, dan bagian kerja timbangan harus bersih. Timbangan balok harus dilengkapi dengan indikator keseimbangan yang cukup sensitif untuk memperlihatkan pergerakan ketika beratnya sama dengan 0,1 % dari kapasitas nominal timbangan yang ditempatkan dalam penampung (*batch hopper*). Jarum penunjuk harus minimum 5 % dinilai dari kapasitas bersih rata-rata dari berat balok terbesar untuk kekurangan berat dan 4 % untuk kelebihan berat.

10.5 Alat ukur penambahan air harus mampu menuangkan ke dalam *batch* dengan jumlah yang dibutuhkan dengan ketelitian sesuai yang disyaratkan dalam Pasal 9.3. Alat tersebut harus sedemikian rupa sehingga pengukuran tidak akan terpengaruh oleh variabel tekanan dalam jalur pasokan air. Tangki pengukur harus dilengkapi dengan tutup dan katup di luar untuk memeriksa hasil kalibrasi, kecuali cara lain yang disediakan mudah dibaca dan akurat untuk menentukan jumlah air di tangki.



CATATAN 14 Batas ketelitian timbangan dari *National Ready Mixed Concrete Association Plant Certification* memenuhi persyaratan standar ini.

Tabel 2 – Minimum beban standar lapangan dan beban uji^A

| Kapasitas Perangkat | Minimum (dalam hal kapasitas perangkat) | | Minimum beban untuk verifikasi skala akurasi |
|--|---|------------------------|---|
| | Bobot Standar Lapangan | Beban Uji ^C | |
| 0 – 2.000 kg [0 – 4.000 lb] | 100 % | 100 % | |
| 2.001 – 20.000 kg [4.001 – 40.000 lb] | Lebih besar dari ^B 10 % atau 500 kg [1.000 lb] | 50 % ^D | Bobot standar lapangan atau beban uji untuk kapasitas digunakan, jika lebih besar dari minimum ditentukan. Beban uji-regangan ^E diijinkan untuk digunakan di atas beban uji minimum. Selama verifikasi awal, skala yang akan diuji untuk kapasitas penuh |

^AJika konfigurasi dan mengatur sistem skala mencegah akses atau penerapan memadai bobot standar lapangan atau jika kondisi tidak aman diciptakan oleh proses verifikasi maka penggunaan skala di atas posisi verifikasi harus dihentikan sampai tindakan korektif telah selesai.

^BBobot standar lapangan yang digunakan dalam verifikasi akurasi berat perangkat harus sesuai dengan persyaratan dari NIST Handbook 105-1.

^CIstilah “beban uji” berarti jumlah kombinasi bobot standar lapangan dan beban diterapkan lain yang digunakan dalam melakukan pengujian menggunakan substitusi metode uji.

Substitusi uji – Dalam substitusi prosedur uji, bahan atau objek disubstitusi untuk bobot standar lapangan, atau kombinasi bobot standar lapangan dan jumlah bahan atau objek sebelumnya, menggunakan skala di bawah uji sebagai pembanding. Tambahan uji beban atau beban uji terkenal lainnya mungkin ditambahkan untuk mengetahui beban uji untuk verifikasi akurasi berat lebih tinggi pada skala.

^DSkala harus diuji dari 0 % sampai sedikitnya 10 % dari skala kapasitas menggunakan bobot standar lapangan, dan kemudian sedikitnya 50 % dari skala kapasitas menggunakan serangkaian substitusi beban uji yang menggunakan bobot standar lapangan kapasitas sedikitnya 10 % dari skala kapasitas.

^EBeban uji regangan harus dilakukan untuk verifikasi akurasi dari 50 % skala kapasitas untuk skala kapasitas yang digunakan. Sekurangnya satu beban uji harus dilakukan pada setiap seperempat skala kapasitas. Beban uji regangan – Dalam prosedur beban uji regangan, tidak diketahui jumlah bahan atau objek yang digunakan untuk menentukan referensi beban atau *tare* dimana bobot standar lapangan atau substitusi beban uji yang ditambahkan.

11 Mikser dan agitators

11.1 Mikser akan menjadi mikser stasioner atau truk pencampur. *Agitator* akan menjadi truk pencampur atau truk *agitator*.

11.1.1 Mikser stasioner harus dilengkapi pelat logam atau pelat yang permukaannya ditandai dengan kecepatan pencampuran drum atau batang pengaduk, dan kapasitas maksimum dalam konteks volume campuran beton. Bila digunakan untuk pencampuran beton secara lengkap, mikser stasioner harus dilengkapi dengan alat pengukur waktu yang dapat diterima hal tersebut tidak akan melebihi batasan penuangan hingga waktu pencampuran yang dipersyaratkan tercapai.



11.1.2 Setiap truk pencampur atau *agitator* harus sudah terpasang pelat logam atau pelat yang permukaannya ditandai volume kotor drum, kapasitas drum atau wadah dalam konteks volume campuran beton, dan kecepatan campuran minimum dan maksimum dari putaran drum, mata pisau, atau batang pengaduk. Jika beton dicampur di truk pencampur seperti yang dijelaskan dalam Pasal 12.5, atau berkurangnya campuran seperti yang dijelaskan dalam Pasal 12.4, volume campuran beton tidak akan melebihi 63 % dari total volume drum atau wadah. Bila beton dicampur di pusat seperti yang dijelaskan dalam Pasal 12.3, volume beton dalam truk pencampur atau *agitator* tidak akan melebihi 80 % dari total volume drum atau wadah. Truk pencampuran *agitator* harus dilengkapi dengan sarana untuk mempermudah verifikasi jumlah putaran dari drum, mata pisau, atau batang pengaduk.

11.2 Semua stasioner dan truk pencampur harus mampu menggabungkan bahan-bahan beton dalam waktu tertentu atau jumlah putaran yang ditentukan dalam Pasal 12.5, kemudian dicampur dan massanya harus homogen dan penuangan beton sehingga harus dipenuhi tidak kurang lima dari enam persyaratan yang ditunjukkan dalam Tabel A1.1.

CATATAN 15 Urutan atau metode pengisian mikser mempunyai pengaruh penting terhadap keseragaman beton.

11.3 *Agitator* tersebut harus mampu mempertahankan campuran beton yang dicampur dan massa homogen dan penuangan beton dengan tingkat keseragaman memuaskan seperti didefinisikan pada Lampiran A1.

11.4 Uji *slump* masing-masing sampel diambil setelah penuangan ± 15 % dan 85 % dari banyaknya beton yang disediakan untuk memeriksa tingkat keseragaman (CATATAN 16). Dua sampel ini harus diperoleh dalam waktu tidak lebih dari 15 menit. Jika *slump* disini berbeda lebih dari yang ditentukan dalam Lampiran A1, mikser atau *agitator* harus tidak digunakan kecuali kondisinya diperbaiki, kecuali seperti dalam Pasal 11.5.

CATATAN 16 Sampel tidak boleh diambil sebelum 10 % atau setelah 90 % proses penuangan. Akibat sulitnya menentukan jumlah sebenarnya dari beton yang dituangkan, hal tersebut dilakukan dengan maksud agar mendapatkan sampel yang mewakili dari sebagian besar campuran, tetapi bukan bagian awal dan akhir penuangan.

11.5 Penggunaan peralatan diperbolehkan jika pelaksanaan waktu pencampuran lebih lama, jumlah lebih kecil, atau penuangan yang lebih efisien harus memenuhi persyaratan pada Lampiran A1.

11.6 Mikser dan *agitators* harus diperiksa atau massanya ditentukan dengan frekuensi sesuai kebutuhan untuk mendeteksi perubahan kondisi akibat dari akumulasi perkerasan beton atau mortar dan diperiksa untuk mendeteksi pemakaian mata pisau. Jika perubahan cukup ekstensif mempengaruhi kinerja mikser, uji bukti seperti dalam Lampiran A1 harus dilakukan untuk menunjukkan apakah koreksi defisiensi diperlukan.

12 Pencampuran dan pengiriman

12.1 Beton segar siap pakai harus dicampur dan dikirim ke lokasi yang ditunjuk oleh pembeli dengan menggunakan salah satu kombinasi pelaksanaan berikut:

12.1.1 Beton yang dicampur terpusat.

12.1.2 Beton yang dicampur sebagian (*shrink-mixed concrete*).

12.1.3 Beton yang dicampur di truk.



12.2 Mikser dan *agitators* harus dioperasikan dalam batas-batas kapasitas dan kecepatan putaran yang ditunjuk oleh produsen peralatan.

12.3 *Beton yang dicampur terpusat* — Beton yang dicampur sempurna di mikser stasioner dan diangkut ke lokasi pengiriman baik dalam truk *agitator*, atau truk pencampur yang beroperasi pada kecepatan pengadukan, atau tanpa peralatan pengaduk yang disetujui oleh pembeli dan memenuhi persyaratan Pasal 13, harus sesuai dengan: Waktu pencampuran harus dihitung dari waktu semua bahan padat yang ada di dalam drum. Lokasi pencampuran harus dihubungkan pada mikser sehingga air harus masuk ke dalam semen dan agregat, dan seluruh air harus berada di dalam drum pada akhir seperempat pertama waktu pencampuran yang disyaratkan.

12.3.1 Jika uji kinerja mikser tidak dilakukan, waktu pencampuran yang diterima untuk mikser yang memiliki kapasitas 0.76 m^3 [1 yd^3] atau kurang, harus tidak kurang dari 1 menit. Untuk mikser dengan kapasitas yang lebih besar, syarat minimum ini harus ditambah 15 detik untuk setiap meter kubik [yard kubik] atau sebagian dari kapasitas tambahan (lihat CATATAN 17).

CATATAN 17 Mikser stasioner dengan desain bantalan serupa adalah dasar kinerja yang dinilai *The Concrete Plant Manufacturers Bureau* telah diuji untuk kehandalan dalam memproduksi campuran beton yang homogen sesuai dengan Lampiran A1 untuk *slump* rendah (50 mm [$< 2 \text{ in}$]) dan *slump* normal (100 mm – 150 mm [$4 \text{ in} - 6 \text{ in}$]) beton dalam waktu pencampuran antara 30 detik dan 90 detik.

12.3.2 Jika uji kinerja mikser dibuat pada campuran beton yang diberikan sesuai dengan program pengujian yang telah ditetapkan dalam paragraf berikut, dan mikser telah dinilai kapasitas rata-ratanya, waktu pencampuran yang dapat diterima diperbolehkan untuk dikurangi untuk keadaan tertentu pada saat campuran optimal seperti didefinisikan dalam Pasal 12.3.3 harus telah dicapai. Bila waktu pencampuran dikurangi, waktu pencampuran maksimum tidak akan melebihi pengurangan waktu lebih dari 60 detik untuk beton yang mengandung gelembung udara.

12.3.3 Pengambilan sampel untuk uji keseragaman dari mikser stasioner -- Sampel beton untuk keperluan perbandingan akan diperoleh segera setelah selesai waktu pencampuran, sesuai dengan salah satu prosedur berikut:

12.3.3.1 *Alternatif prosedur 1* — Mikser akan berhenti, dan sampel beton yang diperlukan dipindahkan pada kira-kira dengan jarak yang sama di depan dan belakang drum, atau

12.3.3.2 *Alternatif prosedur 2* — Mikser yang sedang dikosongkan, masing-masing sampel harus diambil setelah penuangan mendekati 15 % dan 85 % dari penuangan. Metode pengambilan sampel harus menyediakan sampel yang mewakili dari sebagian besar campuran, tetapi tidak pada akhir *batch* (CATATAN 16).

12.3.3.3 Sampel beton harus diuji sesuai dengan Pasal 18, dan perbedaan dari hasil uji untuk dua sampel harus tidak melebihi ketentuan dalam Lampiran A1. Uji kinerja mikser harus diulangi meskipun tampilan beton atau kandungan agregat kasar dari sampel yang terpilih seperti yang diuraikan dalam pasal ini menunjukkan bahwa kecukupan pencampuran belum dicapai.

12.4 *Beton yang dicampur sebagian (shrink-mixed concrete)* — Beton pada bagian pertama dicampur dalam mikser stasioner, selanjutnya dicampur secara lengkap dalam truk pencampur, harus sesuai dengan peraturan berikut: Waktu pencampuran menjadi persyaratan minimum untuk mencampur bahan-bahan. Setelah dipindahkan ke truk



pencampur jumlah campuran pada kecepatan pencampuran akan diperlukan untuk memenuhi persyaratan keseragaman beton seperti yang ditunjukkan dalam Lampiran A1. Uji untuk mengkonfirmasi kinerja seperti itu akan dilakukan sesuai dengan Pasal 12.3.3 dan Pasal 12.3.3.3. Tambahkan pengadukan dari mikser, jika ada, harus disesuaikan dengan kecepatan pengadukan.

12.5 Beton yang dicampur di truk — Beton yang dicampur secara lengkap dalam truk pencampur, 70 sampai 100 putaran pada kecepatan pencampuran diberikan oleh produsen untuk mendapatkan keseragaman beton sesuai dalam Lampiran A1 (lihat CATATAN 18). Uji keseragaman beton akan dilakukan sesuai dengan Pasal 12.5.1 dan jika persyaratan untuk keseragaman beton yang ditunjukkan dalam Lampiran A1 tidak terpenuhi dengan 100 putaran dari pencampuran, setelah semua bahan-bahan termasuk air, berada dalam drum, mikser harus tidak digunakan sampai kondisi diperbaiki, kecuali seperti yang diberikan dalam Pasal 11.5. Jika kinerja memuaskan diperoleh pada satu truk pencampur, maka kinerja mikser-mikser yang memiliki desain yang pada dasarnya sama dan kondisi mata pisau diijinkan, dianggap memenuhi. Tambahkan putaran mikser di luar jumlah yang ditentukan untuk menghasilkan keseragaman beton yang disyaratkan adalah kecepatan pengadukan yang ditentukan.

CATATAN 18 Truk mikser desain serupa bantalan kinerja rata-rata pelat dari *The Truck Mixer Manufacturers Bureau* telah diuji karena kemampuan mereka untuk memproduksi campuran beton segar yang seragam sesuai dengan Lampiran A1.

12.5.1 Pengambilan sampel untuk menghasilkan beton yang homogen dalam truk pencampur — Beton harus dituang pada tingkat pelaksanaan normal untuk mikser yang sedang diuji, dengan perawatan yang dilakukan tidak menghalangi atau menghambat penuangan karena pintu yang tidak terbuka sempurna atau tertutup. Sampel terpisah, masing-masing terdiri dari $\pm 0.1 \text{ m}^3$ ($\pm 2 \text{ ft}^3$) harus diambil setelah dituangkan $\pm 15\%$ dan 85% dari penuangan beton (CATATAN 16). Sampel ini harus diperoleh dalam waktu tidak lebih dari 15 menit. Sampel harus diamankan sesuai dengan ASTM C172/C172M, tetapi harus disimpan terpisah dari tempat khusus dalam lokasi pencampuran daripada digabungkan untuk membentuk sampel komposit. Diantara sampel-sampel, apabila diperlukan untuk mempertahankan *slump*, mikser harus dihidupkan pada arah pencampuran sesuai kecepatan pengadukan. Pada saat pengambilan sampel penuangan beton harus telah seluruhnya dikeluarkan. Personil yang cukup harus tersedia untuk melakukan uji sesuai persyaratan. Segregasi selama pengambilan sampel dan penanganannya harus dihindari. Setiap sampel harus dicampur kembali pada jumlah minimum untuk meyakinkan keseragamannya sebelum spesimen dicetak untuk uji sebagian.

12.6 Bila truk pencampur atau truk *agitator* digunakan untuk mengangkut beton yang telah diaduk sempurna dalam stasioner, pengadukan selama pengangkutan harus berada pada kecepatan yang dirancang oleh produsen peralatan sesuai kecepatan pengadukan.

12.7 Untuk truk pengaduk memenuhi persyaratan Pasal 12.5 untuk mencampur beton, tanpa air dari sistem truk air atau yang lain harus ditambahkan setelah air pencampur awal ditambahkan ke dalam *batch* kecuali jika kedatangan di lokasi pekerjaan *slump* atau aliran *slump* dari beton kurang dari yang ditetapkan, dan kecuali diijinkan terpisah dalam Pasal 2.9. Jika diinginkan *slump* atau aliran *slump* kurang daripada yang ditentukan, dan kecuali dinyatakan lain, mencapai *slump* atau aliran *slump* yang diinginkan dalam batas toleransi yang dinyatakan dalam Pasal 7.1.1, Pasal 7.1.2, atau Pasal 7.1.3 dengan tambahan air satu kali. Jangan melebihi kadar air maksimum untuk *batch* ditetapkan oleh proporsi campuran yang dirancang. Satu kali penambahan air tidak dilarang menjadi beberapa kali penambahan air yang berbeda asalkan tidak ada beton yang telah dituang kecuali untuk pengujian *slump* atau aliran *slump*. Semua penambahan air harus diselesaikan dalam 15 menit dari awal penambahan air pertama. Penambahan air harus dimasukkan ke dalam mikser di bawah



tekanan dan arah aliran untuk memungkinkan distribusi yang tepat dalam mikser tersebut. Drum harus dinyalakan dengan 30 putaran tambahan atau lebih jika diperlukan, pada kecepatan pencampuran untuk memastikan bahwa campuran homogen dicapai. Air tidak boleh ditambahkan ke dalam *batch* kemudian. Penuangan beton harus selesai dalam 1½ jam setelah air pencampur awal dimasukkan ke dalam semen dan agregat atau pertama kali dicampur semen dan agregat. Batasan ini dapat diabaikan oleh pembeli jika beton mempunyai *slump* atau aliran *slump* setelah 1½ jam telah mencapai syarat untuk dituangkan, tanpa penambahan air ke dalam *batch*. Dalam cuaca panas, atau di bawah kondisi yang menyebabkan beton cepat mengeras, waktu kurang dari 1½ jam diperbolehkan ditentukan oleh pembeli.

12.8 Bila batas putaran drum (Pasal 6.1.8) untuk memulai penuangan ditentukan oleh pembeli, batas ini harus diatur.

CATATAN 19 Tergantung pada persyaratan proyek teknologi tersedia untuk produsen setelah sifat beton segar (seperti waktu *setting*, *slump* atau aliran *slump*, kadar udara, dll). Pada beberapa proyek produsen dapat meminta perubahan sifat-sifat tertentu beton segar akibat jarak atau diproyeksikan waktu pengangkutan antara tempat penampungan (*batch plant*) dan lokasi pengiriman.

12.9 Untuk truk mikser dengan pengukuran air otomatis dan perlengkapan monitoring *slump* atau aliran *slump* didefinisikan pada Pasal 12.9.1 dan jika diijinkan oleh pembeli, air dapat ditambahkan selama pengangkutan ke tempat pelaksanaan pekerjaan. Air tambahan tersebut akan disuntikkan ke dalam mikser di bawah tekanan dan arah aliran untuk memungkinkan distribusi yang tepat dalam mikser tersebut. Kadar air *batch* harus tidak melebihi yang ditetapkan oleh rancangan proporsi campuran. Jika air ditambahkan, mikser akan diputar untuk putaran 30 drum tambahan, atau lebih jika diperlukan, pada kecepatan putaran untuk memastikan keseragaman campuran dicapai. Pencampuran dilakukan setelah penambahan air terakhir tetapi sebelum memulai penuangan. Penerimaan atau penolakan beton didasarkan pada *slump* atau aliran *slump* sesuai dengan Pasal 17 standar ini.

12.9.1 Perlengkapan monitoring otomatis *slump* atau aliran *slump* harus mampu mendapatkan satu atau lebih pengukuran fisik pada truk mikser berkaitan dengan *slump* atau aliran *slump* beton dan memberikan indikasi dari *slump* atau aliran *slump* berdasarkan korelasi sebelum ditetapkan. Perlengkapan pengukuran *slump* atau aliran *slump* harus melaporkan dalam konteks *slump* atau aliran *slump*. Perlengkapan untuk pengukuran air yang ditambahkan ke dalam truk mikser harus tepat ± 3 % dari jumlah air yang ditambahkan. Atas permintaan pembeli, produsen harus menyerahkan data tidak lebih lama dari 6 bulan menguatkan akurasi dari perlengkapan untuk pengukuran air yang ditambahkan. Perlengkapan harus memiliki kontrol untuk mencegah keluarnya air sebelum diset batas untuk menghindari melebihi kadar air maksimum pada *batch* sebagaimana ditetapkan oleh rancangan proporsi campuran

12.10 Beton yang dikirim pada cuaca dingin harus memiliki temperatur minimum yang berlaku sesuai tabel berikut. (Pembeli akan menginformasikan ke produsen jenis konstruksi beton yang dimaksud).

| Temperatur minimum beton saat penuangan | |
|---|--------------------------|
| Ukuran penampang, mm [in] | Temperatur, min, °C [°F] |
| < 300 [< 12] | 13 [55] |
| 300–900 [12–36] | 10 [50] |
| 900–1800 [36–72] | 7 [45] |
| > 1800 [> 72] | 5 [40] |



Temperatur maksimum beton yang dihasilkan dengan agregat yang dipanaskan, air yang dipanaskan, atau keduanya, selama produksi atau pengangkutan harus tidak melebihi 32 °C [90 °F].

CATATAN 20 Jika digunakan air panas dapat cepat mengeras bila terjadi kontak langsung air panas dengan semen. Informasi tambahan pada cuaca dingin beton terdapat dalam ACI 306R.

12.11 Produsen harus mengirim beton segar siap pakai selama cuaca panas dengantemperatur beton serendah mungkin, sesuai persetujuan pembeli.

CATATAN 21 Dalam beberapa situasi, kesulitan mungkin ditemukan ketika temperatur beton mendekati 32 °C [90 °F]. Informasi tambahan dapat ditemukan dalam ACI 305R.

13 Penggunaan peralatan tanpa pengaduk

13.1 Jika menggunakan peralatan pengangkutan tanpa pengaduk disetujui oleh pembeli, beton harus diproduksi di tempat pencampuran terpusat. Proporsi beton harus disetujui oleh pembeli dan batasan sebagai berikut harus diterapkan:

13.2 Permukaan peralatan tanpa pengaduk harus halus, kedap air, dilengkapi dengan wadah logam dengan lubang kontrol untuk penuangan beton. Penutup harus disediakan untuk perlindungan terhadap cuaca bila diperlukan oleh pembeli.

13.3 Beton harus dikirim ke lokasi kerja setelah benar-benar tercampur dan massanya homogeny serta dituangkan dengan derajat keseragaman sesuai dengan Lampiran A1.

13.4 Uji *slump* pada masing-masing sampel diambil setelah penuangan mendekati 15 % dan 85 % dari beton yang dituang untuk diuji cepat perkiraan derajat keseragamannya (CATATAN 16). Kedua sampel ini harus diperoleh dalam waktu tidak lebih dari 15 menit. Jika *slump* berbeda lebih dari yang dipersyaratkan dalam Tabel A1.1, peralatan tanpa pengaduk tidak digunakan kecuali kondisinya diperbaiki sesuai dalam Pasal 13.5.

13.5 Jika persyaratan pada Lampiran A1 tidak terpenuhi ketika peralatan tanpa pengaduk dioperasikan untuk waktu maksimum pengangkutan, dan dengan waktu minimum pencampuran beton, maka peralatan ini hanya boleh digunakan ketika dioperasikan menggunakan waktu pengangkutan lebih pendek, atau waktu pencampuran yang lebih lama, atau kombinasi keduanya yang akan menghasilkan sesuai persyaratan pada Lampiran A1.

14 Informasi keterangan *batch*

14.1 Produsen beton harus menjelaskan kepada pembeli setiap *batch* beton sebelum bongkar muat di lokasi, keterangan pengiriman yang dicetak, dicap, atau ditulis, informasi mengenai beton tersebut:

14.1.1 Nama perusahaan beton segar siap pakai dan lokasi pencampuran, atau nomor lokasi pencampuran,

14.1.2 Nomor seri formulir,

14.1.3 Tanggal,

14.1.4 Nomor truk,



- 14.1.5 Nama pembeli,
- 14.1.6 Tujuan khusus pekerjaan (nama dan lokasi),
- 14.1.7 Mutu atau tujuan tertentu beton sehubungan dengan spesifikasi pekerjaan,
- 14.1.8 Jumlah beton dalam meter kubik (atau yard kubik),
- 14.1.9 Waktu penuangan atau pencampuran pertama semen dan agregat, dan
- 14.1.10 Jumlah air yang ditambahkan oleh pembeli beton atau pembeli yang ditunjuk perwakilan dan keterangannya,
- 14.1.11 Untuk truk dilengkapi dengan pengukur air otomatis dan perlengkapan monitoring *slump* atau aliran *slump* sebagaimana didefinisikan dalam Pasal 12.9.1, total jumlah air yang ditambahkan oleh peralatan.
- 14.1.12 Batas putaran seperti ditentukan oleh produsen sesuai dengan Pasal 6.1.8.
- 14.2 Informasi tambahan untuk tujuan sertifikasi ditunjuk oleh pembeli dan jika diminta akan dilengkapi dengan spesifikasi pekerjaan; seperti informasi:
 - 14.2.1 Pembacaan jumlah putaran pada saat penambahan air pertama,
 - 14.2.2 Tipe, merek, dan jumlah semen,
 - 14.2.3 Mutu, merek, dan jumlah abu terbang batubara, atau pozolan alam mentah atau pozolan alam yang telah dikalsinasi,
 - 14.2.4 Mutu, merek, dan jumlah semen *slag*,
 - 14.2.5 Tipe, merek, dan jumlah *silica fume*,
 - 14.2.6 Tipe, merek, dan jumlah bahan tambahan,
 - 14.2.7 Tipe, merek, dan jumlah serat untuk perkuatan,
 - 14.2.8 Sumber dan jumlah masing-masing air yang diukur atau air yang ditimbang,
 - 14.2.9 Informasi yang diperlukan untuk menghitung total air pencampur. Total air pencampur mencakup air bebas pada agregat, air dalam *batch* (diukur atau ditimbang) termasuk perencanaan pemberian es ke dalam *batch*, air pencuci yang tertinggal dalam drum pencampur, dan air yang ditambahkan oleh operator truk dari tangki mikser,
 - 14.2.10 Ukuran agregat maksimum,
 - 14.2.11 Massa (jumlah) agregat halus dan agregat kasar,
 - 14.2.12 Bahan tersertifikasi seperti yang disetujui sebelumnya, dan
 - 14.2.13 Tanda tangan atau inisial perwakilan produsen.



15 Pemeriksaan pabrik

15.1 Produsen harus memberikan akses penuh bagi pemeriksa, tanpa biaya, untuk mengecek yang diperlukan dari fasilitas produksi dan untuk mengamankan sampel yang diperlukan dalam menentukan produksi beton yang sesuai dengan standar ini. Semua uji dan pemeriksaan harus dilakukan selama tidak mengganggu pembuatan dan pengiriman beton.

16 Tata cara, metode uji, dan pelaporan

16.1 Pengujian beton segar siap pakai sesuai dengan metode berikut:

16.1.1 *Spesimen uji tekan* — ASTM C31/C31M, menggunakan standar perawatan kelembapan sesuai dengan ketentuan yang berlaku pada ASTM C31/C31M.

16.1.2 *Uji tekan* — ASTM C39/C39M.

16.1.3 *Yield, massa per cubicfoot* — ASTM C138/C138M.

16.1.4 Kadar udara — ASTM C138/C138M; ASTM C173/C173M atau ASTM C231/C231M.

16.1.5 *Slump* — ASTM C143/C143M.

16.1.6 *Aliran slump* — ASTM C1611/C1611M.

16.1.7 Pengambilan sampel beton segar — ASTM C172/C172M.

16.1.8 Temperatur — ASTM C1064/C1064M.

16.2 Pengujian laboratorium yang melakukan uji penerimaan beton harus memenuhi persyaratan ASTM C1077.

16.3 Laporan laboratorium dari hasil uji beton digunakan untuk menentukan kesesuaian dengan standar ini harus disertai pernyataan bahwa seluruh pengujian dilakukan di laboratorium atau oleh agen sesuai dengan metode uji yang berlaku atau harus dicatat seluruh deviasi yang diketahui dari prosedur yang ditentukan (CATATAN 22). Laporan juga harus mencatat setiap bagian metode uji yang tidak dilakukan di laboratorium.

CATATAN 22 Deviasi dari metode uji standar dapat mempengaruhi hasil uji.

CATATAN 23 Deviasi dari kelembapan standar dan temperatur kondisi perawatan sering menjadi alasan rendahnya hasil uji kekuatan. Deviasi ini tidak dapat dijadikan dasar untuk menolak beton.

17 Pengambilan sampel dan pengujian beton segar

17.1 Kontraktor harus memberikan akses penuh bagi pemeriksa dan dukungan, tanpa biaya, untuk pengadaan sampel beton segar pada saat pengecoran untuk menentukan kesesuaian dengan standar ini.

17.2 Uji beton diperlukan untuk menentukan kesesuaian dengan standar ini harus dilakukan oleh teknisi bersertifikat sesuai dengan ASTM C1077.



17.3 Sampel beton harus diperoleh sesuai dengan ASTM C172/C172M, kecuali bila diambil untuk menentukan keseragaman *slump* setiap satu *batch* atau penuangan beton (Pasal 11.4, Pasal 12.3.3, Pasal 12.5.1, dan Pasal 13.4).

17.4 *Slump* atau aliran *slump*, kadar udara, densitas, dan uji temperatur harus dilakukan pada saat penuangan yang tergantung oleh pengawas sebanyak yang diperlukan untuk pemeriksaan. Selain itu, uji ini harus disyaratkan dan selalu dilakukan pada saat spesimen kekuatan dibuat.

17.5 Uji kekuatan seperti halnya uji *slump* atau aliran *slump*, temperatur, densitas, dan kadar udara umumnya harus dilakukan dengan frekuensi tidak kurang dari satu kali uji untuk setiap 115 m³ (150 yd³). Setiap uji harus dibuat dari *batch* yang terpisah. Pada setiap hari pengiriman beton, setidaknya satu uji kekuatan harus dilakukan untuk masing-masing mutu beton.

17.6 Jika pemeriksaan awal *slump*, aliran *slump*, atau kadar udara dilakukan, satu sampel harus diambil setelah penuangan tidak kurang dari 1/4 m³ atau 1/4 yd³. Semua persyaratan lain dari ASTM C172/C172M harus dipenuhi. Jika pengukuran awal *slump* (Pasal 12.7) atau kadar udara (Pasal 8.3) berada di luar batas yang ditentukan, seperti yang ditunjukkan dalam Pasal 17.6.1 atau Pasal 17.6.2.

17.6.1 Jika diukur *slump* atau aliran *slump*, atau diukur kadar udara, atau keduanya lebih besar dari batas atas yang ditentukan, pengecekan harus dilakukan segera pada sampel uji baru. Dalam hal pengecekan uji gagal, beton harus dianggap gagal memenuhi persyaratan standar ini.

17.6.2 Jika diukur *slump* atau aliran *slump*, atau diukur kadar udara, atau keduanya kurang dari batas bawah, memungkinkan penyesuaian menurut Pasal 12.7 atau Pasal 8.3 atau keduanya, yang sesuai, dan memperoleh sampel baru. Jika sampel beton yang disesuaikan gagal, pengecekan uji akan dilakukan segera pada sampel baru dari beton yang telah disesuaikan. Dalam hal pengecekan uji gagal, beton harus dianggap gagal memenuhi persyaratan standar ini.

18 Kekuatan

18.1 Bila kekuatan digunakan sebagai dasar untuk penerimaan beton, spesimen standar harus dibuat sesuai dengan ASTM C31/C31M. Spesimen akan dirawat sesuai kelembapan standar dan kondisi temperatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku pada ASTM C31/C31M. Teknisi yang melakukan uji kekuatan harus bersertifikat untuk "Teknisi Pengujian Kekuatan Beton ACI, Teknisi Pengujian Beton di Laboratorium – Tingkat II" atau setara program pengujian tulisan dan kinerja meliputi metode uji yang relevan. Jika penerimaan berdasarkan pada hasil uji kekuatan tekan, persyaratan sertifikasi cukup dengan sertifikasi Teknisi Pengujian Beton di Laboratorium ACI – Tingkat I atau setara program pengujian tulisan dan kinerja.

18.2 Untuk uji kekuatan, setidaknya dua spesimen uji standar yang diuji harus dibuat dari sampel komposit yang dijamin seperti yang dipersyaratkan pada Pasal 17. Pengujian harus merupakan kekuatan rata-rata dari spesimen yang diuji pada umur uji sesuai yang ditentukan dalam Pasal 6.3.1.1 atau Pasal 6.5.1.1 (CATATAN 24). Jika spesimen menunjukkan gejala selain rendahnya kekuatan, ketidaksesuaian pengambilan sampel, pencetakan, penanganan, perawatan, atau pengujian, harus dibuang dan kekuatan silinder tersisa harus dianggap sebagai hasil uji.



CATATAN 24 Uji tambahan dapat dilakukan pada umur uji yang lain untuk mendapatkan informasi cara menentukan waktu pembongkaran bekisting atau jika struktur memasuki masa layan. Spesimen untuk uji dirawat sesuai dengan Pasal Perawatan dalam ASTM C31/C31M.

18.3 Wakil pembeli harus memastikan dan merekam nomor formulir pengiriman beton dan lokasi pekerjaan dimana setiap penuangan beton diwakili oleh uji kekuatan yang dilakukan.

18.4 Untuk menyesuaikan persyaratan dari standar ini, uji kekuatan yang mewakili setiap mutu beton harus memenuhi dua persyaratan berikut (CATATAN 25):

18.4.1 Kekuatan rata-rata dari tiga hasil uji berturut-turut harus sama, atau lebih besar daripada kekuatan beton yang disyaratkan, f'_c , dan

18.4.2 Ketika kekuatan telah ditentukan adalah 35 Mpa [5000 psi] atau kurang, tidak ada satupun hasil uji kekuatan (rata-rata dari dua uji silinder) yang lebih dari 3,5 MPa [500 psi] di bawah kekuatan beton yang disyaratkan, f'_c .

CATATAN 25 Akibat variasi bahan, pelaksanaan, dan pengujian, kekuatan rata-rata diperlukan untuk memenuhi persyaratan ini pada dasarnya harus lebih tinggi dari kekuatan yang ditentukan. Jumlah yang lebih tinggi tergantung pada deviasi standar hasil uji dan ketelitian yang mana nilainya dapat diperkirakan dari data sebelumnya seperti dijelaskan dalam ACI 318 dan ACI 301. Data yang relevan diberikan dalam Lampiran X1.

18.4.3 Bila kekuatan tekan beton yang disyaratkan adalah lebih besar dari 35 Mpa [5000 psi], tidak ada satupun hasil uji kekuatan (rata-rata dari dua uji silinder) yang kurang dari $0,90 f'_c$.

19 Kegagalan untuk memenuhi persyaratan kekuatan

19.1 Dalam hal beton yang diuji sesuai dengan persyaratan pada Pasal 18 gagal memenuhi persyaratan kekuatan pada standar ini, produsen beton segar siap pakai dan pembeli harus berunding (*confer*) apakah kesepakatan dapat dicapai untuk memutuskan atau memutuskan, jika ada, harus dibuat proporsi campuran, proses produksi, atau prosedur pengujian.

CATATAN 26 Bagian R5 Pasal 6.3.4 dari ACI 318-11 Komentar dan Pasal 5.6.5 dari ACI 318-11 dan setiap komentar ditujukan, kapan dan seberapa rendah hasil uji kekuatan tekan dan kualitas beton di tempat dapat diperiksa.

20 Kata kunci

20.1 ketelitian; campuran semen hidraulis; sertifikasi; beton segar siap pakai; timbangan; pengujian.



Lampiran A1
(normatif)
Persyaratan keseragaman beton

A1.1 Variasi dalam *batch* seperti yang disediakan dalam Tabel A1.1 harus ditentukan untuk setiap properti yang terdaftar sebagai perbedaan antara nilai tertinggi dan nilai terendah yang diperoleh dari bagian yang berbeda pada *batch* yang sama. Untuk standar ini perbandingan antara dua sampel, mewakili bagian yang pertama dan terakhir dari *batch* yang sedang diuji. Hasil uji sesuai dengan batas-batas lima dari enam pengujian yang tercantum dalam Tabel A1.1 harus menunjukkan keseragaman beton dalam batas-batas standar ini.

Tabel A1.1 – Persyaratan keseragaman beton

| Uji | Persyaratan, Dinyatakan dalam Perbedaan Maksimum yang Diiijinkan dalam Hasil Uji dari Sampel yang Diambil dari Dua Lokasi dalam <i>Batch</i> beton |
|---|--|
| Massa per meter kubik [massa per cubic foot] dihitung berdasarkan bebas kadar udara, kg /m ³ (lb /ft ³) | 16 (1,0) |
| Kadar udara, % volume dari beton | 1,0 |
| <i>Slump</i> : o Jika rata-rata <i>slump</i> 100 mm [4 in.] atau kurang, dalam mm [in.] o Jika rata-rata <i>slump</i> 100 mm sampai 150 mm [4 in. sampai 6 in.], dalam mm [in.] | 25 (1,0) 40 (1,5) |
| Kadar agregat kasar, bagian dengan massa dari masing-masing sampel yang tertahan saringan no. 4 [4,75 mm], % | 6,0 |
| Massa per satuan volume untuk mortar bebas kadar udara berdasarkan pada rata-rata untuk seluruh perbandingan sampel uji, % | 1,6 |
| Kekuatan tekan rata-rata pada umur 7 hari untuk masing-masing sampel ^A , berdasarkan pada kekuatan rata-rata dari seluruh perbandingan uji spesimen, % | 7,5 ^B |

^ATidak kurang dari 3 silinder yang akan dicetak dan diuji dari masing-masing sampel.

^BCampuran yang disetujui akan tentatif, menunggu hasil uji kekuatan tekan pada umur 7 hari.

A1.2 Kadar agregat kasar, menggunakan uji hasil pencucian, harus dihitung dengan Persamaan A.1.1:

$$P = (c / b) \times 100 \quad (A1.1)$$

Keterangan:

P adalah % massa agregat kasar dalam beton,

c adalah massa agregat kering permukaan jenuh dalam kg [lb] tertahan saringan no. 4 [4,75 mm], yang dihasilkan dari mencuci seluruh bahan yang lebih halus dari saringan ini dari beton segar, dan

b adalah massa sampel beton segar dalam massa per satuan volume wadah, kg [lb].



A1.3 Massa per satuan volume dari mortar bebas kadar udara, dihitung sebagai berikut:

Satuan SI:

$$M = \frac{b - c}{V - \left(\frac{V \times A}{100} + \frac{c}{G} \right)} \quad (\text{A1.2})$$

Satuan *inchi-pound*:

$$M = \frac{b - c}{V - \left(\frac{V \times A}{100} + \frac{c}{G} \right)} \quad (\text{A1.3})$$

Keterangan:

M adalah massa per satuan volume dari mortar bebas kadar udara, kg/m³ [lb/ft³],

b adalah massa sampel beton dalam massa wadah, kg [lb],

c adalah massa agregat kering permukaan jenuh tertahan pada saringan no. 4 [4,75 mm], kg [lb],

V adalah volume massa per satuan volume wadah, m³ [ft³],

A adalah kadar udara beton, %, diukur sesuai dengan Pasal 16.1.4 pada sampel yang sedang diuji, dan

G adalah densitas agregat kasar (SSD).



Lampiran X1
(informatif)

Perhitungan kekuatan tekan rata-rata (f'_{cr}), diperlukan untuk memenuhi persyaratan kekuatan pada Pasal 18.4.1, 18.4.2, and 18.4.3

X1.1 Pasal 18.4 pada standar ini berisi persyaratan kekuatan yang sama seperti yang terdapat dalam ACI 318 dan ACI 301, kecuali itu tidak memerlukan data *submittal* dan perhitungan kekuatan rata-rata, f'_{cr} diperlukan untuk memenuhi spesifikasi dan kode ACI tersebut. Lampiran ini tidak termasuk seluruh persyaratan rinci dari spesifikasi dan kode ACI yang akan mengatur *submittal* untuk tujuan masing-masing. Bahan berikut ditujukan untuk memandu pengguna standar ini ketika *submittal* tidak resmi diperlukan.

X1.1.1 Tabel X1.1 menyediakan rumus statistik yang dapat digunakan untuk menghitung kekuatan rata-rata yang diperlukan f'_{cr} ketika sejarah data statistik tersedia. Rumus untuk mencapai rata-rata memuaskan dari tiga uji kekuatan berturut-turut sebagaimana diperlukan dalam Pasal 18.4.1 adalah (Persamaan X1.1) dari Tabel X1.1. Rumus untuk kekuatan minimum masing-masing hasil uji kekuatan sebagaimana diperlukan dalam Pasal 18.4.2 dan Pasal 18.4.3 adalah (Persamaan X1.2) dan (Persamaan X1.3) dalam Tabel X1.1. Sejak kekuatan rata-rata, f'_{cr} harus cukup tinggi untuk memenuhi rata-rata dari tiga uji berturut-turut dan persyaratan uji kekuatan minimum, yang membutuhkan kekuatan rata-rata tertinggi (f'_{cr}).

Tabel X1.1 – Kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan ketika data tersedia untuk menetapkan deviasi standar

| Sistem SI | | | Sistem <i>inchi-pound</i> | | |
|---|--|------------------|---|---|------------------|
| Kekuatan ditentukan f'_c , MPa | Kekuatan Rata-rata Diperlukan f'_{cr} , MPa | | Kekuatan Ditetapkan f'_c , psi | Kekuatan Rata-rata Diperlukan f'_{cr} , psi | |
| f'_c sama dengan atau lebih kecil dari 35 | Lebih besar menggunakan Persamaan X1.1 dan X1.2 $f'_{cr} = f'_c + 1,34s$ $f'_{cr} = f'_c + 2,33s - 3,45$ | (X1.1) (X1.2) | f'_c sama dengan atau lebih kecil dari 5000 | Lebih besar menggunakan Persamaan X1.1 dan X1.2 $f'_{cr} = f'_c + 1,34s$ $f'_{cr} = f'_c + 2,33s - 500$ | (X1.1) (X1.2) |
| Lebih besar dari 35 | Lebih besar menggunakan Persamaan X1.1 dan X1.3 $f'_{cr} = f'_c + 1,34s$ $f'_{cr} = 0,90 f'_c + 2,33s$ | (X1.1) (X1.3) | Lebih besar dari 5000 | Lebih besar menggunakan Persamaan X1.1 dan X1.3 $f'_{cr} = f'_c + 1,34s$ $f'_{cr} = 0,90 f'_c + 2,33s$ | (X1.1) (X1.3) |

Keterangan:

- f'_c adalah kekuatan tekan yang ditentukan
- f'_{cr} adalah kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan
- s adalah deviasi standar

X1.1.2 Langkah pertama dalam proses perhitungan *over-design* di atas f'_c atau kekuatan rata-rata yang diperlukan untuk menentukan jika CATATAN 30 uji berturut-turut tersedia untuk campuran yang diusulkan atau campuran serupa dengan desain kekuatan 6,6 MPa [1000 psi] dari kekuatan tekan tertentu yang diusulkan untuk digunakan. Jika ini adalah campuran baru atau tingkat kekuatan dan tidak ada data deviasi standar yang tersedia maka Tabel X1.2 memberikan tingkat kegagalan *over-desain* sama dengan 1000, 1200 atau $(1,10f'_c + 700)$ psi.



X1.1.3 Tabel X1.3 menyediakan nilai-nilai yang dihitung dari *over-design* dan kekuatan rata-rata yang diperlukan untuk dipilih deviasi standar dan tingkat kekuatan tertentu. Karena besar rentang kekuatan dan deviasi standar, daerah arsir abu-abu dianggap tidak biasa atau tidak mungkin ditemui.

Tabel X1.2 – Kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan ketika data tidak tersedia untuk menentukan deviasi standar

| Sistem SI | | Sistem <i>inchi-pound</i> | |
|----------------------------------|---|----------------------------------|---|
| Kekuatan ditentukan f'_c , MPa | Kekuatan rata-rata diperlukan f'_{cr} , MPa | Kekuatan ditentukan f'_c , psi | Kekuatan rata-rata diperlukan f'_{cr} , psi |
| Lebih kecil dari 21 | $f'_c + 7,0$ | Lebih kecil dari 3000 | $f'_c + 1000$ |
| 21 – 35 | $f'_c + 8,5$ | 3000 – 5000 | $f'_c + 1200$ |
| Lebih besar dari 35 | $1,10f'_c + 5,0$ | Lebih besar dari 5000 | $1,10f'_c + 700$ |

Keterangan:

f'_c adalah kekuatan tekan yang ditentukan

f'_{cr} adalah kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan

s adalah deviasi standar



Tabel X1.3 – Diperlukan over-desain sesuai dengan kekuatan tekan yang ditentukan

| Over-desain diperlukan | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----|-----|------|-------------------------------------|--|--|--------|-------|-------|-------------------------------------|-----|------|
| Satuan SI | | | | | Satuan inchi-pound | | | | | | | | |
| f'_c , MPa Kekuatan Ditentukan | Deviasi Standar dari Data | | | | No SD data Tidak diketahui | f'_c , psi Kekuatan ditentukan | Deviasi Standar dari Data | | | | No SD data Tidak diketahui | | |
| | 2,0 | 3,5 | 5,0 | 6,0 | | | 7,5 | 300 | 500 | 700 | | 900 | 1100 |
| | Over-design di atas f'_c | | | | | | Overdesign di atas f'_c | | | | | | |
| Kurang dari 21 | | | | | $f'_c+7,0$ | Kurang dari 3000 | | | | | f'_c+1000 | | |
| 21 | 3,0 | 5,0 | 8,5 | 10,8 | 14,3 | 3000 | 402 | 670 | 1131 | 1597 | 2 063 | | |
| 35 | 2,7 | 4,7 | 8,2 | 10,5 | 14,0 | 5000 | 402 | 670 | 1131 | 1597 | 2 063 | | |
| 50 | 2,7 | 4,7 | 6,7 | 9,0 | 12,5 | 7000 | 402 | 670 | 938 | 1397 | 1863 | | |
| 60 | 2,7 | 4,7 | 6,7 | 8,0 | 11,5 | 9000 | 402 | 670 | 938 | 1206 | 1683 | | |
| 75 | 2,7 | 4,7 | 6,7 | 8,0 | 10,1 | 11000 | 402 | 670 | 938 | 1206 | 1474 | | |
| 90 | 2,7 | 4,7 | 6,7 | 8,0 | 10,1 | 13000 | 402 | 670 | 938 | 1206 | 1474 | | |
| 100 | 2,7 | 4,7 | 6,7 | 8,0 | 10,1 | 15000 | 402 | 670 | 938 | 1206 | 1474 | | |
| 120 | 2,7 | 4,7 | 6,7 | 8,0 | 10,1 | 17000 | 402 | 670 | 938 | 1206 | 1474 | | |
| Kekuatan rata-rata diperlukan | | | | | | | | | | | | | |
| f'_c , MPa Kekuatan Ditentukan | Deviasi Standar, MPa dari Data | | | | No SD data Tidak diketahui | f'_c , psi Kekuatan ditentukan | Deviasi Standar dari Data | | | | No SD data Tidak diketahui | | |
| | 2,0 | 3,5 | 5,0 | 6,0 | | | 7,5 | 300 | 500 | 700 | | 900 | 1100 |
| | f'_{cr} Kekuatan rata-rata Diperlukan, MPa | | | | | | f'_{cr} Kekuatan Rata-rata Diperlukan, psi | | | | | | |
| Kurang dari 21 | | | | | $f'_c+7,0$ | Kurang dari 3000 | | | | | f'_c+1000 | | |
| 21,0 | 24 | 26 | 29 | 32 | 35 | 3000 | 3402 | 3670 | 4131 | 4 597 | 5 063 | | |
| 35,0 | 38 | 40 | 43 | 46 | 49 | 5000 | 5402 | 5670 | 6131 | 6 597 | 7 063 | | |
| 50,0 | 53 | 55 | 57 | 59 | 62 | 7000 | 7402 | 7670 | 7938 | 8397 | 8 863 | | |
| 60,0 | 63 | 65 | 67 | 68 | 71 | 9000 | 9 402 | 9670 | 9938 | 10206 | 10663 | | |
| 75,0 | 78 | 80 | 82 | 83 | 85 | 11000 | 11 402 | 11670 | 11938 | 12206 | 12474 | | |
| 90,0 | 93 | 95 | 97 | 98 | 100 | 13000 | 13 402 | 13670 | 13938 | 14206 | 14474 | | |
| 100,0 | 108 | 105 | 107 | 108 | 110 | 15000 | 15 402 | 15 670 | 15938 | 16206 | 16474 | | |
| 120,0 | 123 | 125 | 127 | 128 | 130 | 17000 | 17 402 | 17 670 | 17938 | 18206 | 18474 | | |

*Daerah yang diarsir mengidentifikasi tingkat kekuatan yang ditentukan dimana deviasi standar harus dipertimbangkan tidak biasa atau tidak sesuai.

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/SubKomtek perumus SNI

Sub Komite Teknis 91-01-S4, *Subkomite Teknis Bahan, Sain, Struktur dan Konstruksi Bangunan*

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

- Ketua : Prof. Dr. Ir. Arief Sabaruddin, CES
 Sekretaris : Dany Cahyadi, ST, MT
 Anggota :
1. Ir. Lutfi Faizal
 2. Ir. RG Eko Djuli Sasongko, MM
 3. Prof. Dr. Ir. Suprpto, M.Sc, FPE, IPM
 4. Dr.Ir. Johannes Adhijoso Tjondro, M.Eng
 5. Ir. Asriwiyanti Desiani, MT
 6. Ir. Felisia Simarmata
 7. Ir. Suradjin Sutjipto, MS
 8. Dr. Ir. Hari Nugraha Nurjaman
 9. Prof. Bambang Suryoatmono

CATATAN:

Susunan keanggotaan Sub Komtek 91-01-S4 diatas adalah pada saat Standar ini ditetapkan. Anggota Komtek yang juga turut menyusun sebelum perubahan keanggotaan pada bulan Oktober 2015, adalah:

1. DR. Ir. Anita Firmanti, MT (Ketua)
2. Cecep Bakheri (Sekretaris)
3. Prof. Ir. Adang Surahman, M.Sc, Ph.D

[3] Konseptor rancangan SNI

| Nama | Lembaga |
|------------------------------------|--|
| Ir. Andriati Amir Husin, M.Si, APU | Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman |
| Ir. Aventi, M.T. | Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman |
| Lasino, S.T, APU | Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman |
| Ir. Bambang Sugiharto, M.T. | Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman |

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

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