

KEPUTUSAN KEPALA BADAN STANDARDISASI NASIONAL
NOMOR 389/KEP/BSN/9/2021
TENTANG
PENETAPAN STANDAR NASIONAL INDONESIA
8976:2021 PANDUAN BETON PRACETAK SELULER UNTUK KOMPONEN
LANTAI, ATAP DAN DINDING

KEPALA BADAN STANDARDISASI NASIONAL,

- Menimbang :
- a. bahwa untuk memenuhi kepentingan perlindungan terhadap konsumen, pelaku usaha, tenaga kerja, masyarakat lainnya, mengembangkan tumbuhnya persaingan yang sehat, keselamatan, keamanan, kesehatan, dan kelestarian fungsi lingkungan hidup, Rancangan Akhir Standar Nasional Indonesia yang disusun oleh Komite Teknis perlu ditetapkan menjadi Standar Nasional Indonesia;
 - b. bahwa Rancangan Akhir Standar Nasional Indonesia sebagaimana dimaksud dalam huruf a, telah dikonsensuskan dan dinyatakan memenuhi persyaratan untuk ditetapkan menjadi Standar Nasional Indonesia;
 - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional tentang Penetapan Standar Nasional Indonesia 8976:2021 Panduan beton pracetak seluler untuk komponen lantai, atap dan dinding;

- 2 -

- Mengingat :
1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 216, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5584);
 2. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2018 tentang Sistem Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 110, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6225);
 3. Peraturan Presiden Nomor 4 Tahun 2018 tentang Badan Standardisasi Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 10);
 4. Peraturan Badan Standardisasi Nasional Nomor 3 Tahun 2018 tentang Pedoman Pengembangan Standar Nasional Indonesia (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 578);
 5. Peraturan Badan Standardisasi Nasional Nomor 12 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Badan Standardisasi Nasional Nomor 1 Tahun 2018 tentang Pedoman Tata Cara Penomoran Standar Nasional Indonesia (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 1762);
- Memperhatikan :
- Surat Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Nomor UM 0102-Ct/400A tanggal 1 November 2020 Hal Pelaporan Hasil Konsensus 9 Judul RSNI3 Lingkup SKT 91-01-S4 Tahun 2019;

- 3 -

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : KEPUTUSAN KEPALA BADAN STANDARDISASI NASIONAL TENTANG PENETAPAN STANDAR NASIONAL INDONESIA 8976:2021 PANDUAN BETON PRACETAK SELULER UNTUK KOMPONEN LANTAI, ATAP DAN DINDING.

KESATU : Menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 8976:2021 Panduan beton pracetak seluler untuk komponen lantai, atap dan dinding.

KEDUA : SNI 8976:2021 Panduan beton pracetak seluler untuk komponen lantai, atap dan dinding sebagaimana dimaksud dalam Diktum KESATU merupakan adopsi identik melalui metode terjemahan satu bahasa dari standar ACI 523.2R-96 *Guide for Precast Cellular Concrete Floor, Roof, and Wall Units*, yang ditetapkan oleh BSN tahun 2021.

KETIGA : Keputusan Kepala Badan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta

pada tanggal 3 September 2021

KEPALA BADAN STANDARDISASI NASIONAL,



KUKUH S. ACHMAD

**Panduan beton pracetak seluler untuk komponen
lantai, atap dan dinding
(ACI 523.2R-96, IDT)**

© ACI 1996 – All rights reserved

© BSN 2021 untuk kepentingan adopsi standar © ACI 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
Pendahuluan	iv
1 Umum.....	1
1.1 Sasaran	1
1.2 Lingkup.....	1
1.3 Definisi beton seluler	1
2 Material.....	1
2.1 Agregat.....	1
2.2 Abu terbang.....	1
2.3 Semen hidrolis.....	1
2.4 Kapur.....	1
2.5 Agen busa	2
2.6 Air Pencampur.....	2
2.7 Bahan tambahan	2
2.8 Penulangan	2
3 Sifat – sifat beton	2
3.1 Kekuatan tekan.....	2
3.2 Susut kering.....	2
3.3 Nilai insulasi termal.....	2
4 Desain	3
4.1 Analisis struktural.....	3
4.2 Notasi	3
4.3 Tegangan izin rencana beton dan tulangan	3
4.4 Lendutan	4
4.5 Proteksi beton untuk penulangan.....	4
4.6 Modulus elastisitas	4
4.7 Tumpuan	4
4.8 Interaksi antara komponen	4
4.9 Pengangkuran	5
4.10 Lubang dan bukaan	5
5 Manufaktur.....	5
5.1 Perawatan	5
5.2 Keleccakan.....	5
5.3 Toleransi dimensi.....	5
5.4 Identifikasi dan marka.....	5
6 Pengujian.....	5
6.1 Pengujian unit lentur individual	6

SNI 8976:2021

6.2	Kontrol mutu, pengambilan contoh dan penerimaan hasil uji	6
7	Penanganan	6
8	Ketahanan terhadap api.....	6
9	Referensi	6
9.1	Acuan terspesifikasi.....	7
9.2	Acuan rujukan.....	8
Informasi pendukung terkait perumus standar		

Prakata

SNI 8976:2021, *Panduan beton pracetak seluler untuk komponen lantai, atap dan dinding*, merupakan standar yang disusun dengan adopsi identik dari ACI 523.2R-96, *Guide for Precast Cellular Concrete Floor, Roof, and Wall Units* dengan metode terjemahan satu bahasa dan ditetapkan oleh BSN Tahun 2021. Standar ini berlaku untuk unit-unit beton bertulang pracetak selular yang direncanakan dan difabrikasi untuk digunakan dalam struktur. Rekomendasi ini terutama didasarkan atas pengalaman yang telah diperoleh dalam berbagai unit penerapan.

Standar Nasional Indonesia (SNI) ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan dan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil melalui Gugus Kerja Struktur Bangunan pada Subkomite Teknis 91-01-S4 Bahan, Sains, Struktur dan Konstruksi Bangunan. Selanjutnya, Sub Komite Teknis ini mengalami perubahan menjadi Komite Teknis 91-06 Pekerjaan Teknik Sipil Dan Bangunan Gedung sesuai dengan Pedoman Pengelolaan Komite Teknis Perumusan Standar Nasional Indonesia. Standar ini telah dibahas dan disepakati dalam Rapat Konsensus pada tanggal 9 Desember 2019 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholders*) terkait yaitu perwakilan dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen dan pakar. Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 29 Maret 2021 sampai dengan tanggal 17 April 2021 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Terdapat Standar Internasional yang diacu dalam Standar ini telah diadopsi menjadi Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu:

- ACI 318, *Building code requirements for structural concrete and commentary* telah diadopsi secara identik menjadi SNI 2847, *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*.
- ASTM A615/A615M-12, *Standard specification for deformed and plain carbon-steel bars for concrete reinforcement* telah diadopsi secara modifikasi menjadi SNI 2052:2017, *Baja tulangan beton*.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam Standar ini, maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ACI 523.2R-96 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

Untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kegiatan pembangunan gedung dengan sistem beton pracetak, diperlukan tata cara desain dan pelaksanaan yang menjadi acuan dasar yang berlaku secara nasional. Pembangunan sistem beton pracetak yang secara praktis dimulai tahun 1978 di Indonesia dan secara masif dilakukan sejak diluncurkannya program seribu tower oleh pemerintah tahun 2004, Indonesia belum memiliki standar nasional dalam desain dan pembangunan sistem beton pracetak.

Kebutuhan nasional yang vital akan tata cara desain dan pelaksanaan pembangunan sistem beton pracetak telah dijawab dengan dibentuknya tim penyusun SNI Tata cara desain beton pracetak dan prategang untuk bangunan gedung oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Tim tersebut dikelola oleh Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI), didukung oleh instansi perguruan tinggi dan ahli pracetak dan prategang nasional.

Pada tahun 2012 telah dikeluarkan SNI 7833:2012 *Tata cara desain beton pracetak dan prategang untuk bangunan gedung* yang disusun berdasarkan ACI 318-08 dengan menggunakan pasal-pasal yang berkaitan dengan beton pracetak, prategang, dan beton komposit beserta penjelasannya. Hal ini dilakukan mengingat pada waktu itu SNI 2847:2002 *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung* masih mengacu ke *Uniform Building Code* (UBC) 1998 yang masih sedikit membahas mengenai beton pracetak dan prategang.

Dengan telah diterbitkannya SNI 2847:2019 yang mengacu penuh pada ACI 318-14 beserta penjelasannya, maka di mana hal-hal prinsip terkait beton pracetak dan prategang sudah diatur, sehingga Standar ini dimaksudkan guna melengkapi SNI 7833:2012 dengan merangkum hal-hal komplementer yang terkait dengan desain dan pelaksanaan yang aktual dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi di Indonesia.

Panduan beton pracetak seluler untuk komponen lantai, atap dan dinding

1 Umum

1.1 Sasaran

Sasaran utama dalam standar ini adalah untuk memaparkan praktik desain dan fabrikasi beton bertulang seluler pracetak (800 kg/m^3 [50 pcf] dan di bawahnya) unit lantai, atap dan dinding untuk menghasilkan kapasitas, durabilitas, penampilan dan kelayakan menyeluruh yang cukup sebagai komponen struktural untuk fungsi yang diinginkan. Unit yang dilingkup oleh standar ini harus diamankan terhadap cuaca.

1.2 Lingkup

Rekomendasi standar ini berlaku untuk unit-unit beton bertulang pracetak seluler yang direncanakan dan difabrikasi untuk digunakan dalam struktur. Rekomendasi ini terutama didasarkan atas pengalaman yang telah diperoleh dalam berbagai unit penerapan. Laporan tidak mencakup pekerjaan fabrikasi di lapangan.

1.3 Definisi beton seluler

Standar ini mencakup beton pracetak yang memiliki satuan berat kering tungku sebagaimana diukur oleh ASTM C 495 sebesar 800 kg/m^3 (50 pcf) atau kurang. Material yang biasanya dinamakan beton seluler atau aerasi (diinginkan), didefinisikan sebagai:

Suatu produk ringan yang terdiri dari semen portland dan/atau kapur dengan material silika halus, seperti pasir, terak, atau abu terbang, dicampur dengan air untuk membentuk pasta yang memiliki struktur rongga atau sel yang homogen. Struktur seluler diperoleh terutama dengan penyertaan rongga mikroskopis yang diperoleh dari reaksi kimiawi yang melepaskan gas atau dari penggabungan mekanis udara atau bahan gas lainnya (biasanya dengan menggunakan perawatan *autoclave*).

2 Material

2.1 Agregat

Agregat yang diperkenankan harus sesuai dengan *ASTM Specifications C 33 dan C 144*.

2.2 Abu terbang

Abu terbang harus sesuai dengan persyaratan *ASTM C 618*.

2.3 Semen hidrolis

Semen harus sesuai dengan persyaratan *ASTM Specifications C 150 atau C 595*.

2.4 Kapur

Kapur harus sesuai dengan persyaratan *ASTM C 911*.

SNI 8976:2021

2.5 Agen busa

Agen busa beton seluler harus sesuai dengan persyaratan *ASTM C 796 dan C 869*.

2.6 Air Pencampur

Air pencampur untuk campuran beton harus bersih dan bebas dari kandungan minyak, asam, alkali, garam dan material organis yang membahayakan atau substansi yang potensial menimbulkan kerusakan.

2.7 Bahan tambahan

Jika diinginkan, bahan tambahan pengalir udara, pemercepat, perlambatan, pengurang air atau pozolan dapat digunakan asalkan bahan-bahan tersebut sesuai dengan *ACI 318*. Informasi mengenai bahan-bahan yang demikian tersedia dalam *ACI Report 212.3R*.

Klorida kalsium dan akselerator yang mengandung garam klorida tidak bisa digunakan dalam kasus komponen tulangan atau alumunium tanpa lapisan penutup ditanam di dalam atau terhubung dengan beton.

2.8 Penulangan

2.8.1 Tulangan harus bisa dilas sesuai *ASTM Specifications A 615, A 82, atau A 185*. Lokasi pengelasan dengan tahanan listrik biasanya digunakan untuk fabrikasi rangkaian atau jejaring tulangan. Semua las-an harus sesuai dengan *AWS D12.1*.

2.8.2 Tulangan dalam unit beton seluler harus dilindungi dengan lapisan penghambat korosi seperti semen portland modifikasi dengan lateks atau celupan panas lapisan seng.

3 Sifat – sifat beton

3.1 Kekuatan tekan

Beton berkepadatan sedang dalam unit lantai, atap dan dinding beton bertulang pracetak seluler harus memiliki kekuatan tekan minimum 2,07 MPa (300 psi). Kekuatan tekan komponen-komponen ini ditentukan dengan *ASTM C 495, ASTM C 513 atau ASTM C 796*, tergantung mana yang berlaku.

3.2 Susut kering

Susut kering potensial beton seluler harus ditentukan dengan tiga spesimen sesuai dengan *ASTM C 426 atau ASTM C 341*. Susut kering rata-rata tidak boleh melebihi 0,20 persen. Pengujian harus dilakukan dengan menggunakan spesimen uji yang dipotong dari unit manufaktur yang tidak ditulangi atau paling tidak memiliki tulangan di arah longitudinal atau diambil dari *batch* beton pada unit terbuat. Spesimen harus lebih kurang 50 mm x 50 mm (2 in x 2 in) dalam penampang dan panjang yang cukup untuk menyediakan 254 mm (10 in). Spesimen harus dikondisikan terendam air pada suhu $(23 \pm 1,1) \text{ C}$ [$(73 \pm 2) \text{ F}$] selama 48 jam. Pengukuran panjang harus dilakukan segera setelah diangkat dari dalam air.

3.3 Nilai insulasi termal

Konduktivitas termal beton seluler harus diukur dengan menggunakan *Guarded Hot Plate* (*ASTM C 177*) atau *Heat Flow Meter* (*ASTM C 518*). Jika data uji untuk beton tertentu tidak tersedia, Tabel 3.3 dapat digunakan sebagai pedoman umum.

Tabel 3.3 – Konduktivitas termal dari berbagai variasi beton densitas rendah

Berat satuan kering tungku		Konduktivitas termal (faktor k)*			
		Kering tungku		Kering udara	
Kg/m ³	Pcf	k	W/mK	k	W/mK
320	20	0,60	0,09	0,83	0,12
480	30	0,83	0,12	1,10	0,16
640	40	1,10	0,16	1,40	0,20
800	50	1,40	0,20	1,80	0,26

*Nilai presentatif untuk material kering tungku atau kering udara. Nilai-nilai ini tidak boleh bervariasi lebih dari 5 %. Ini dimaksudkan sebagai nilai (tidak spesifikasi) untuk penggunaan material normal. Untuk konduktivitas beton tertentu pengguna dapat memperoleh nilai yang disediakan oleh produsen atau berdasarkan hasil pengujian. "k" dalam satuan Btu SI ekuivalen dengan W/mK (in./hr ft²)

4 Desain

4.1 Analisis struktural

Perencanaan unit beton yang dicakup pedoman ini harus dilakukan merujuk kepada tegangan-tegangan izin, beban layan, dan teori elastis yang dapat diterima dalam perencanaan.

4.2 Notasi

E_c	=	modulus elastisitas statis beton
E_s	=	modulus elastisitas tulangan, 200 GPa (29.000.000 psi)
f_c	=	tegangan tekan izin beton
f_c'	=	tegangan tekan izin spesimen beton umur 28 hari kecuali dinyatakan lain
h	=	jarak vertikal antara tumpuan dinding lateral
I	=	momen inersia
L	=	panjang bentang slab atau balok
n	=	E_s/E_c
t	=	tebal unit
v_c	=	tegangan geser izin beton
v_s	=	tegangan geser izin baja
w	=	beban total per satuan panjang balok atau per satuan luas slab
Δ	=	lendutan

4.3 Tegangan izin rencana beton dan tulangan

4.3.1 Untuk besi tulangan, tegangan-tegangan izin rencana tidak boleh melebihi setengah tegangan leleh spesifik, dengan nilai maksimum 165 MPa (24.000 psi).

4.3.2 Tegangan-tegangan izin rencana beton harus sesuai persyaratan *Appendix A of ACI 318*, kecuali yang dinyatakan berikut ini.

- Tegangan geser web tanpa tulangan v_c yang diperkenankan tidak boleh melampaui $0,03 f_c'$
- Dinding-tegangan tekan izin beton untuk dinding penahan beton pracetak seluler tidak boleh melampaui nilai berikut,

$$f_c = 0.2f_c'\{1 - (h/40t)^3\}$$

SNI 8976:2021

Partisi tidak memikul atau dinding tirai harus dibatasi dengan rasio h/t yang tidak melampaui nilai 48, dengan tinggi dan panjang maksimum dinding yang masing-masing tidak melampaui 6 m dan 12 m (20 ft dan 40 ft).

4.4 Lendutan

Komponen-komponen beton bertulang pracetak seluler yang difungsikan sebagai lantai dan atap tidak boleh melampaui salah satu batasan lendutan berikut:

- I. Persyaratan lendutan maksimum sesuai SNI, dan
- II. Persyaratan lendutan maksimum yang direkomendasikan oleh Tabel 9.5(b) ACI 318.

Dalam kasus apapun, rasio bentang-tebal tidak boleh melebihi 30, dan tebal tidak boleh kurang dari 50 mm (2 in). Untuk tujuan ini, tebal *topping* tidak boleh diikutkan dalam peraturan tebal.

4.5 Proteksi beton untuk penulangan

Dikarenakan porositas beton seluler yang tinggi, batang tulangan harus diberi pelapis anti karat sebelum pengecoran beton. Penutup beton minimum harus sebesar 12 mm (0,5 in), terdiri atas beton seluler dan pelapis apa saja yang telah diterapkan terhadap batang tulangan. Penutup proteksi terhadap Kebakaran harus diambil minimal sebesar nilai yang ditetapkan oleh peraturan bangunan lokal atau peraturan lain yang berlaku.

4.6 Modulus elastisitas

Modulus elastisitas harus ditentukan sesuai dengan ASTM C 469, kecuali jika spesimen berbentuk prisma persegi, dan hanya siklus pertama dari pembebanan yang digunakan. Regangan-regangan dapat diukur dengan *strain gauge* tahanan elektrik, alat ukur regangan mekanis, atau *dial gages* yang dilekatkan terhadap rangka yang sesuai. Regangan-regangan maksimum tidak boleh melampaui 0,001.

Adalah mungkin untuk menentukan E_c dan n dengan pengukuran langsung lendutan pada komponen sesuai dengan ASTM E 72. Dengan menggunakan rumus lendutan

$$\Delta = 5wL^4 / (384E_c I)$$

nilai dari $E_c I$ dapat diukur. Dengan kalkulasi percobaan dari nilai I penampang transformasi tanpa retak, nilai E_c dapat dihitung untuk nilai n yang diasumsikan. Nilai E_c dan n yang benar dapat diperoleh jika nilai E_s/E_c sama dengan nilai n yang diasumsikan.

4.7 Tumpuan

Tegangan unit perletakan yang diizinkan harus sesuai dengan yang tersedia dalam *Appendix A ACI 318*.

4.8 Interaksi antara komponen

Unit atap dan lantai beton harus didetail dan dilaksanakan untuk memberikan interaksi antara unit yang bersebelahan sehingga menjamin transfer gaya tanpa lendutan diferensial. Interaksi antara unit-unit atap yang bersebelahan dapat dihilangkan asalkan diferensial lendutan maksimum tidak melebihi 3,2 mm (1/8 in) dalam kondisi beban apapun unit-unit direncanakan. Dalam kasus sistem lantai yang memiliki interaksi antara unit-unit, dan menumpuk dinding-dinding partisi yang sejajar dengan unit atau yang akan memikul beban-beban terpusat yang besar, beban-beban yang demikian dapat dipandang sebagai beban merata di atas tidak lebih dari dua unit yang identik, tetapi tidak di atas lebar total yang lebih besar yang berdiri 0,4 kali jarak bentang bersih.

4.9 Pengangkuran

4.9.1 Batang silang – Semua penulangan tarik harus diangkurkan minimum dengan dua batang silang yang dilaskan menurut AWS D12.1 dan ditempatkan 200 mm (8 in) dari ujung masing-masing dan jarak paling tidak 75 mm (3 in). Batang silang tambahan harus ditempatkan pada interval yang tidak melampaui 1 m (40 in). Untuk tulangan tekan, paling tidak satu batang silang harus ditempatkan sejarak 100 mm (4 in) dari tiap-tiap ujung. Batang-batang silang tambahan harus ditempatkan pada interval yang tidak melampaui 1 m (40 in). Luas penampang batang silang tidak boleh kurang dari sepertiga luas penampang tulangan longitudinal.

4.9.2 Kuat geser las harus dikembangkan minimum setengah dari pada kuat leleh spesifik dari tulangan longitudinal dikalikan luas penampang.

4.10 Lubang dan bukaan

Lubang-lubang dapat dipotong asalkan luas tulangan dalam unit tidak tereduksi melebihi 30 persen. Pelat yang berdekatan langsung dengan pelat yang terpotong harus dibuat bekerja monolitik dengan pelat yang terpotong, dengan pengunci, pengelasan, angkur atau cara mekanis lainnya. Kalkulasi teknik harus dilakukan atas pelat terpotong.

5 Manufaktur

5.1 Perawatan

Setelah penuangan, unit-unit umumnya dirawat dengan uap bertekanan tinggi (*autoclaving*) atau dengan uap atmosferik. Namun, proses lainnya dapat digunakan untuk menghindarkan kehilangan air selama perawatan, dan yang akan memberikan hasil dalam pencapaian nilai-nilai minimum dari sifat-sifat mekanis yang direkomendasi oleh pedoman ini.

5.2 Keleccakan

Campuran dan gradasi dari agregat, dan keleccakan harus sedemikian hingga menjamin terisinya acuan secara sempurna dan menjamin lekatan antara beton dan semua tulangan. Produk akhir harus memiliki tekstur permukaan yang merata dan bebas dari cacat dan retak yang menimbulkan pengurangan dari penampilan dan performa struktural.

5.3 Toleransi dimensi

Toleransi dimensional harus menuruti yang tercantum untuk beton pracetak dalam *ACI 117*.

5.4 Identifikasi dan marka

Semua unit harus diberi simbol identifikasi permanen dan juga penandaan bagian atas dan orientasi. Simbol identifikasi harus sama begitu digunakan untuk unit dalam literatur manufaktur. Simbol harus ditunjukkan secara tabularis dalam gambar pengangkatan, lengkap dengan panjang, tipe dan ukuran dari pada unit, dan jumlah, ukuran dan pengaturan dari pada semua tulangan. Informasi tabularis harus cukup untuk data menghitung kapasitas beban dari pada unit.

6 Pengujian

6.1 Pengujian unit lentur individual

Ketika unit individual yang direncanakan dengan metode tegangan kerja akan diuji sebagai balok bentang sederhana, titik nol pengukuran lendutan harus menggunakan beban mati total yang akan dipikul. Lendutan tengah bentang maksimum 24 jam akibat beban uji sebesar dua kali beban hidup layan [dengan beban uji minimum 3,8 dan 2,9 kPa (80 dan 60 psf)] untuk lantai dan atap masing-masing tidak boleh melebihi 1/160 bentang. Lendutan residual segera setelah pemindahan beban uji tidak boleh melebihi 1/400 dari bentang. Unit-unit yang demikian kemudian harus diuji hingga runtuh. Beban uji pada saat runtuh tidak boleh kurang dari dua kali penjumlahan beban mati dan beban hidup layan. Jika tidak terjadi keruntuhan, beban yang menimbulkan lendutan sebesar 1/60 bentang harus dipandang sebagai beban runtuh (merujuk kepada persyaratan lendutan dalam pasal 4.4).

6.2 Kontrol mutu, pengambilan contoh dan penerimaan hasil uji

Pemilihan dari kuat minimum, rata-rata dan maksimum beton, kapasitas beban dan karakteristik lainnya dari unit pracetak harus didasarkan pada metode statistik yang standar. Untuk menentukan kisaran nilai yang dapat diterima untuk sifat-sifat tersebut, harus dipilih koefisien variasi tertentu. Menurut *ACI 214*, praktik lapangan yang baik dalam pembuatan beton akan diindikasikan oleh koefisien variasi yang berkisar antara 10 hingga 15 persen untuk kekuatan tekan. Untuk produk beton pracetak yang dibuat dengan kondisi fabrikasi yang terkontrol, harus di upayakan koefisien variasi yang tidak melebihi 10 persen.

Direkomendasikan agar diterapkan prosedur yang terdapat dalam *ASTM E 122*. Prosedur ini menjabarkan metode perhitungan berapa banyak unit yang perlu disertakan dalam satu sampel dalam presisi yang dinyatakan, untuk memperkirakan kuat rata-rata atau karakteristik lainnya untuk semua unit yang terdiri dari berbagai bahan, atau rata-rata yang diambil dari proses.

7 Penanganan

Unit-unit harus disimpan dengan tumpuan yang disiapkan, dan bebas dari pembungkus. Unit-unit tidak boleh dikirim sebelum mencapai kuat yang cukup bagi transportasi yang aman. Unit-unit harus ditempatkan dalam posisi akhir tanpa tegangan berlebih atau kerusakan. Instruksi dari fabrikasi tentang bagaimana menangani unit-unit, harus diikuti. Peralatan khusus umumnya digunakan atau direkomendasi oleh fabrikasi dalam memandu transportasi dan pemasangan dari unit-unit.

8 Ketahanan terhadap api

Fungsi *fire-retardant* dari beton seluler berkisar dari pemikulan beban selama dan setelah kejadian kebakaran hingga kepada reduksi transfer suhu. Kemampuan memikul aliran suhu pada temperatur tinggi, yang diukur dengan kenaikan temperatur pada sisi yang tidak terbuka dari pada suatu rakitan selama pengujian kebakaran, merupakan kriteria penting dalam mengukur retardansi api. Pengujian retardansi api telah dilakukan atas rakitan dinding, lantai dan atap yang terbuat dari beton seluler. Hasil-hasil pengujian dan detail-detail konstruksi dipublikasi oleh *ACI Committee 216 dalam Guide for Determining the Fire Endurance of Concrete Elements (ACI 216R-89)* oleh *American Insurance Association*, dan oleh *Underwriters Laboratories, Inc.*

9 Referensi

9.1 Acuan terspesifikasi

Standar dan dokumen ACI yang dirujuk dalam dokumen ini disusun di bawah ini dengan designasi serial. Standar dan laporan yang disusun merupakan versi terakhir pada saat dokumen ini direvisi. Karena sebagian dari pada publikasi ini secara berkala direvisi, pengguna dari pada dokumen ini harus memeriksa secara langsung pada grup sponsor untuk dapat merujuk kepada revisi terakhir.

9.1.1 Dokumen ACI

117	<i>Standard tolerances for concrete construction and materials</i>
212 3R	<i>Chemical admixtures for concrete</i>
214	<i>Recommended practice for evaluation of strength test result of concrete</i>
318	<i>Building code requirements for reinforced concrete</i>

9.1.2 Standar ASTM

A 82,	<i>Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement</i>
A 185	<i>Standard Specification for Welded Steel Wire Fabric, Plain, for Concrete Reinforcement</i>
A 615	<i>Standard Specification for Deformed and Plain Billet-Steel Bars for Concrete Reinforcement</i>
C 33	<i>Standard Specifications for Concrete Aggregates</i>
C 144	<i>Standard Specification for Aggregate for Masonry mortar</i>
C 150	<i>Standard Specification for Portland Cement</i>
C 177	<i>Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus</i>
C 332	<i>Standard Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete</i>
C 341	<i>Standard Test Method for Length Change of Drilled or Sawed Specimens of Cement Mortar and Concrete</i>
C 426	<i>Standard Test Method for Drying Shrinkage of Concrete Block</i>
C 469	<i>Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression</i>
C 495	<i>Standard Test Method for Compressive Strength of Lightweight Insulating Concrete</i>
C 513	<i>Standard Method for Securing, Preparing, and Testing Specimens from Hardened Lightweight Insulating Concrete for Compressive Strength</i>
C 518	<i>Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus</i>
C 567	<i>Standard Test Method for Unit Weight of Structural Lightweight Concrete</i>
C 595	<i>Standard Specification for Blended Hydraulic Cements</i>
C 618	<i>Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete</i>
C 796	<i>Standard Test Method for Foaming Agents for Use in Producing Cellular Concrete Using Preformed Foam</i>
C 869	<i>Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete</i>
C 911	<i>Standard Specification for Quicklime, Hydrated Lime, and Limestone for Chemical Uses</i>
E 72	<i>Standard Method for Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction</i>
E 122	<i>Standard Recommended Practice for Choice of Sample Size to Estimate the</i>

Average Quality of a Lot or Process

9.1.3 American Welding Society Documents

D12.1 Recommended Practices for Welding Reinforcing Steel, Metal Inserts, and Connections in Reinforced Concrete Construction

9.2 Acuan rujukan

1. *Klieger, Paul, and Lamond, Joseph, eds., Significants of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials, ASTM Publication STP 169C, Part VI, Chapter 49, 1994, 7 hal.*

2. *Zollo, R. F., dan Hays, C. D., “A Habitat of Fiber Reinforced Concrete,” Concrete International, Vol. 16, No. 6, June 1994, hal. 23-26.*

3. *“Autoclaved Aerated Concrete—Properties, Testing, Design,” RILEM Technical Committees 78-MCA and 51-ALC, London, 1993, 404 hal.*

4. *Short, A., dan Kinniburgh, W., Lightweight Concrete, John Wiley and Sons, Inc., New York 1963, 368 hal.*

5. *Short, A., dan Kinniburgh, W., “The Structural Use of Aerated Concrete,” The Structural Engineer (London), V. 39, No. 1, Jan. 1961, hal. 1-16.*

6. *Valore, R. C., Jr., “Insulating Concretes,” ACI JOURNAL, Proceedings V. 53, No. 5, Nov. 1954, hal. 509-532.*

7. *Valore, R. C., Jr., “Cellular Concretes,” ACI JOURNAL, Proceedings V. 50, No. 9, May 1954, hal. 773-796; dan No. 10, June 1954, hal. 817-836.*

8. *Kluge, Ralph W.; Sparks, Morris M.; dan Tuma, Edward C., “Light-weight-Aggregate Concrete,” ACI JOURNAL, Proceedings, V. 45, No. 9, May 1949, hal. 625-642.*

9. *Fire Resistance Directory—V. 1, Underwriters Laboratory, Inc., Northbrook, IL, 1995, 1516 hal.*

10. *Grimm, C. T., “Vermiculite Insulating Concrete,” Civil Engineering—ASCE, V. 33, No. 11, Nov. 1963, hal. 69.*

11. *“Sound Transmission Loss Test,” Report L-136-3-63 dan L-136-6-63, Michael J. Kodaras Acoustical Laboratories, Perlite Institute, New York 1963.*

12. *Ryan, J. V., dan Bender E. W., “Fire Tests of Precast Cellular Concrete Floors and Roofs” Monograph 45, National Bureau of Standards, Washington, D.C., 1962.*

13. *Lightweight Concrete, RILEM symposium (Goteborg. 1960); RILEM, Paris (published by Akademiforiaget-Gumperts, 1961), 618 pp.*

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komite Teknis perumus SNI

Komite Teknis 91-06 Pekerjaan Teknik Sipil Dan Bangunan Gedung

[2] Susunan keanggotaan Komite Teknis perumus SNI

Ketua : Ir. Ridwan Marpaung, MT
 Wakil Ketua : Ferri Eka Putra, ST, MDM
 Sekretaris : Rudi Setiadji Agustiningtyas, ST, M.Sc
 Anggota : 1. Erwin Lim, ST, MS, Ph.D
 2. Prof. Bambang Suryoatmono
 3. Prof. Tavio, ST, MT, Ph.D
 4. Dr. Ir. Djoni Simanta, M.T.
 5. Ir. Grace Indriani Sandika, MT
 6. Dr. Ir. Hari Nugraha Nurjaman
 7. Ir. Suradjin Sutjipto, MS
 8. Dr, Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc

Pada saat perumusan SNI, susunan keanggotaan Sub Komite Teknis 91-01-S4 Bahan, Sains, Struktur dan Konstruksi Bangunan. adalah sebagai berikut:

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

[3] Konseptor Penyusun SNI

NO.	NAMA	INSTANSI
1	Ir. Lutfi Faizal	Puslitbang Perumahan dan Permukiman, Kementerian PUPR
2	Prof. Ir. Binsar Hariandja, M.Eng, Ph.D	Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung (ITB)
3	Dr. Ir. Hari Nugraha Nurjaman, MT	Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI)
4	Ir. Prijasambada, MM	Universitas Persada Indonesia YAI
5	Ferri Eka Putra, ST, MDM	Balai Litbang Bahan dan Struktur Bangunan, Puslitbang Perumahan & Permukiman
6	Ir. Sutadji Yuwasdiki, Dipl.E.Eng	Balai Litbang Bahan dan Struktur Bangunan, Puslitbang Perumahan & Permukiman
7	Moh.Rusli, ST, MDM	Balai Litbang Bahan dan Struktur Bangunan, Puslitbang Perumahan & Permukiman
8	Ir. Suwito, Ph.D	Universitas Agung Podomoro

NO.	NAMA	INSTANSI
9	Ahmad Nur Kholis, S.Kom	Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI)
10	Christian Alexander Tjiptohardojo, ST	Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI)
11	Irana Zahirah, ST	PT. Concedo Efigeas Idea
12	Martinus Nifotufu Fau,ST	PT. Concedo Efigeas Idea

[4] Sekretariat pengelola Komite Teknis/Subkomite Teknis perumus SNI

Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.