

Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan



© BSN 2011

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

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Ketentuan dan persyaratan	2
4.1 Peralatan	2
4.2 Sarana penunjang	2
4.3 Persyaratan benda uji.....	2
4.4 Persyaratan pengujian.....	3
5 Cara pengujian	3
5.1 Rumus-rumus perhitungan	3
5.2 Persiapan uji.....	4
5.3 Prosedur pengujian.....	4
5.4 Prosedur perhitungan	5
6 Pelaporan	5
Lampiran A Bagan alir (normatif).....	6
Lampiran B Gambar – gambar (normatif).....	7
Lampiran C Tabel contoh formulir isian	9
Lampiran D Tabel daftar deviasi teknis dan penjelasannya (informatif).....	11
Bibliografi	12

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang *Cara uji kuat lentur beton dengan dua titik pembebanan* adalah revisi dari SNI 03-4431-1997 Metode pengujian kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan, dengan perubahan pada penambahan istilah dan definisi, penambahan dan penyempurnaan gambar-gambar, penjelasan notasi, penambahan contoh pengisian formulir uji, pembuatan bagan alir, penghapusan daftar istilah dan lain-lain.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Bidang Sumber Daya Air 91-01-S 1 melalui Gugus Kerja Pendayagunaan Sumber Daya Air Bidang Bahan dan Geoteknik.

Tata cara penulisan disusun mengikuti PSN 08:2007 dan dibahas pada forum rapat konsensus pada tanggal 2 Desember 2006 di Bandung dengan melibatkan para nara sumber, pakar dan lembaga terkait.

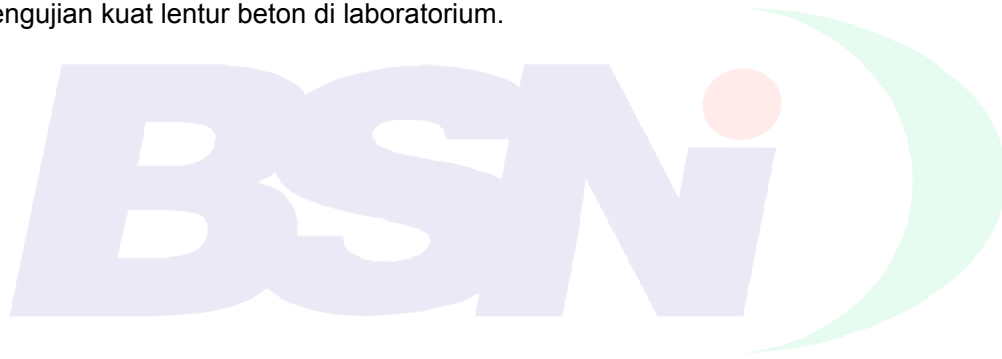


Pendahuluan

Pada prinsipnya struktur beton pada bangunan sipil harus mampu menahan gaya yang bekerja seperti tekan dan lentur yang diakibatkan oleh energi dari luar seperti angin dan gempa pada bangunan gedung, tekanan air dan gempa pada bangunan air, tekanan kendaraan pada jembatan dan sebagainya. Struktur beton harus aman terhadap gaya-gaya tersebut. Untuk itu maka struktur beton harus memenuhi syarat tertentu agar bangunan tidak mengalami kegagalan, tetap stabil dan aman.

Untuk mendapatkan mutu beton yang sesuai dengan yang disyaratkan pada beton untuk struktur bangunan sipil, perlu dilakukan pengujian laboratorium baik untuk agregat, adukan beton maupun beton pada umur tertentu. Agar struktur beton aman terhadap gaya lentur yang bekerja, beton harus mempunyai kuat lentur tertentu sesuai dengan yang disyaratkan. Untuk mengetahui kuat lentur dari struktur beton perlu dilakukan pengujian kuat lentur di laboratorium, sehingga perlu adanya pedoman cara uji kuat lentur beton yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pengujian di laboratorium.

Standar ini dipakai sebagai acuan dan pegangan bagi praktisi dan laboran yang melakukan pengujian kuat lentur beton di laboratorium.



Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan. Standar ini membahas ketentuan dan persyaratan, cara pengujian dan prosedur pengujian dan perhitungan.

2 Acuan normatif

SNI 03-2493-1991, *Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium*

SNI 03-6414-2002, *Spesifikasi timbangan yang digunakan untuk pengujian bahan*

SNI.03.6861.1.2002, *Spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam)*

JIS A 1132-1993, *Method of making and curing concrete specimens*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang berkaitan dengan standar ini adalah sebagai berikut.

3.1

beton normal

beton yang mempunyai berat isi antara 2200 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 dengan bahan penyusun air, pasir, semen *Portland*, dan batu alam baik yang dipecah maupun tidak, tanpa menggunakan bahan tambahan sesuai dengan SNI-03-6861.1-1992

3.2

kuat lentur beton

kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah, dinyatakan dalam *Mega Pascal (MPa)* gaya per satuan luas

3.3

sumbu panjang benda uji

garis yang melalui pusat berat benda uji pada arah panjang

3.4

tampang lintang benda uji

penampang benda uji apabila dipotong tegak lurus sumbu panjang

3.5

perletakan benda uji

alas penyangga atau penumpu berbentuk silinder dari baja yang dapat berputar pada jarak tertentu, untuk meletakkan benda uji

3.6

titik pembebanan

dua titik pada jarak tertentu sebagai tempat beban diberikan

3.7

segregasi

terpisahnya agregat kasar dari mortar pada adukan beton segar

4 Ketentuan dan persyaratan

4.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut.

- a) Mesin tekan beton yang dapat digunakan untuk pengujian kuat lentur dengan perlengkapan antara lain manometer dengan dua jarum pembacaan beban, dua buah titik perletakan berbentuk silinder, dua buah titik pembebanan berbentuk silinder, ketelitian peralatan pada skala pembacaan minimum adalah 12,5 g.
- b) Cetakan benda uji dengan penampang lintang berbentuk bujur sangkar ukuran lebar 15 cm dan tinggi 15 cm, panjang 53 cm.

4.2 Sarana penunjang

Sarana penunjang lainnya antara lain timbangan kapasitas 50 kg dengan ketelitian 5 gram sesuai dengan ketentuan SNI 03-6414-2002 mengenai spesifikasi timbangan yang digunakan untuk pengujian bahan, jangka sorong, alat ukur panjang (penggaris), alat penumbuk beton, kunci sok, obeng, kain lap pengering, sikat ijuk, kamera, alat tulis, dan formulir isian hasil uji.

4.3 Persyaratan benda uji

4.3.1 Persyaratan bahan

Bahan-bahan untuk membuat benda uji harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Semen *Portland*
Semen *Portland* yang digunakan harus memenuhi syarat sesuai yang ditentukan dalam SNI.03.6861.1.2002 mengenai spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam)
- b) Agregat
Agregat kasar dan agregat halus harus memenuhi syarat sesuai dengan yang ditentukan dalam SNI.03.6861.1.2002 mengenai spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam)
- c) Air
Air yang digunakan harus memenuhi syarat sesuai dengan yang ditentukan dalam SNI.03-6861.1-2002 mengenai spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam)

4.3.2 Persyaratan adukan beton

Pembuatan adukan beton harus memenuhi ketentuan sebagai berikut;

- a) Penimbangan bahan
Penimbangan bahan-bahan untuk campuran beton menggunakan timbangan sesuai dengan ketentuan sub-pasal 4.2
- b) Pengadukan campuran beton

- 1) Jumlah adukan beton harus minimum 10% melebihi adukan beton yang diperlukan untuk pembuatan benda uji.
- 2) Pengadukan dapat dilakukan dengan mesin atau dengan tangan sesuai dengan ketentuan SNI 03-2493-1991 mengenai metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.

4.3.3 Persyaratan pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Pengambilan adukan beton untuk pembuatan benda uji harus menggunakan sendok aduk atau sekop sedemikian rupa sehingga tidak terjadi segregasi.
- b) Penuangan adukan beton ke dalam cetakan benda uji dilakukan secara hati-hati, kemudian dipadatkan.
- 3) Pembuatan benda uji harus memenuhi ketentuan SNI 03-2493-1991 mengenai metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.

4.4 Persyaratan Pengujian

4.4.1 Persyaratan teknis

Hal-hal yang perlu diperhatikan sebagai berikut.

- a) Sebelum pengujian, adukan beton harus dibuat sesuai dengan ketentuan pada sub-pasal 4.3.2
- b) Sebelum pengujian, harus dilakukan kalibrasi terhadap skala pembacaan beban pada manometer. Kalibrasi dilakukan setiap periode tertentu.
- c) Cetakan benda uji yang akan digunakan untuk membuat benda uji harus dalam keadaan kering, bersih dan bebas dari segala kotoran.

4.4.2 Petugas dan Penanggung jawab

Pengujian kuat lentur beton normal harus dilakukan oleh petugas yang berpengalaman dan diawasi oleh seorang ahli yang bertanggung jawab terhadap hasil uji.

5 Cara pengujian

5.1 Rumus-rumus perhitungan

Rumus-rumus perhitungan yang digunakan adalah:

- a) Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut.

$$\sigma_l = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots (1)$$

Lihat Lampiran B Gambar B.3.

- b) Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5%

dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut.

$$\sigma_l = \frac{P \cdot a}{b \cdot h^2} \dots\dots\dots (2)$$

Lihat Lampiran B Gambar B.4.

dengan pengertian:

- σ_l adalah kuat lentur benda uji (MPa)
- P adalah beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 angka di belakang koma)
- L adalah jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)
- b adalah lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- h adalah lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
- a adalah jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)

Catatan: Untuk benda uji yang patahnya di luar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah) dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak digunakan.

5.2 Persiapan uji

Persiapan uji dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut.

- a) Siapkan benda uji dan lakukan beberapa hal sebagai berikut:
 - 1) Ukur dan catat dimensi penampang benda uji dengan jangka sorong minimum di 3 (tiga) tempat.
 - 2) Ukur dan catat panjang benda uji pada keempat rusuknya.
 - 3) Timbang dan catat berat masing-masing benda uji.
 - 4) Buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik-titik perletakan, titik-titik pembebanan dan titik-titik sejauh 5% dari jarak bentang di luar titik perletakan.
 - 5) Tempatkan benda uji yang telah selesai diukur, timbang dan beri tanda pada tumpuan pada tempat yang tepat dengan sisi atas benda uji pada waktu pengecoran berada di bagian samping alat penekan.
- b) Siapkan mesin tekan beton dan lakukan tahapan sebagai berikut.
 - 1) Pasang 2 (dua) buah perletakan dengan lebar bentang 3 kali jarak titik-titik pembebanan dan pasang alat pembebanan sehingga mesin tekan beton berfungsi sebagai alat uji lentur.
 - 2) Atur pembebanan dan skala pembacaannya.
 - 3) Tempatkan benda uji yang sudah diberi tanda di atas perletakan sedemikian sehingga tanda tumpuan yang dibuat pada benda uji, tepat pada pusat tumpuan dari alat uji, dengan kedudukan sisi atas benda uji pada waktu pengecoran berada pada bagian samping alat penekan dan menyentuh benda uji pada sepertiga bentang titik tumpuan.
- c) Siapkan formulir uji seperti contoh pada lampiran.

5.3 Prosedur pengujian

Pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut.

- a) Hidupkan mesin uji tekan beton yang telah dipersiapkan, tunggu kira-kira 30 detik.
- c) Letakkan benda uji pada tumpuan dan atur benda uji sehingga siap untuk pengujian.
- d) Atur pembebanannya untuk menghindari terjadi benturan.
- e) Atur katup-katup pada kedudukan pembebanan dan kecepatan pembebanan pada kedudukan yang tepat sehingga jarum skala bergerak secara perlahan-lahan dan kecepatannya $8 \text{ kg/cm}^2 - 10 \text{ kg/cm}^2$ tiap menit.
- f) Kurangi kecepatan pembebanan pada saat-saat menjelang patah yang ditandai dengan kecepatan gerak jarum pada skala beban agak lambat, sehingga tidak terjadi kejut.
- g) Hentikan pembebanan dan catat beban maksimum yang menyebabkan patahnya benda uji, pada formulir uji seperti contoh pada lampiran.
- h) Ambil benda uji yang telah selesai diuji, yang dapat dilakukan dengan menurunkan plat perletakan benda uji atau menaikkan alat pembebanannya.
- i) Ukur dan catat lebar dan tinggi tampang lintang patah dengan ketelitian 0,25 mm sedikitnya pada 3 tempat dan ambil harga rata-ratanya.
- j) Ukur dan catat jarak antara tampang lintang patah dari tumpuan luar terdekat pada 4 tempat di bagian tarik pada arah bentang dan ambil harga rata-ratanya.

5.4 Prosedur perhitungan

Perhitungan hasil uji dilakukan sebagai berikut.

- a) Untuk pengujian dimana patahnya terjadi di daerah pusat ($1/3$ jarak perletakan) kuat lentur beton dihitung dengan rumus (1) sub-pasal 5.1 butir a).
- b) Untuk pengujian dimana patah terjadi di luar pusat (di luar daerah $1/3$ jarak perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak titik pusat sampai titik patah kurang dari 5% dari bentang titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung dengan rumus (2) sub-pasal 5.1 butir b).
- c) Untuk pengujian dimana patah terjadi di luar pusat (di luar daerah $1/3$ jarak perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak titik pusat sampai titik patah lebih dari 5% dari bentang titik perletakan maka hasil pengujian tidak digunakan.
- d) Contoh pengisian formulir uji dapat dilihat pada Tabel C.2, Lampiran C.

6 Pelaporan

Hasil pengujian kuat lentur beton normal ini, dilaporkan dalam bentuk formulir seperti pada Lampiran C Tabel C.1 dan contoh pengisian formulir dapat dilihat pada Tabel C.2 yang antara lain memuat:

- a) Nomor contoh benda uji, jumlah benda uji, jenis pekerjaan, lokasi pekerjaan.
- b) Tanggal pembuatan dan tanggal pengujian.
- c) Identifikasi benda uji.
- d) Asal agregat halus, agregat kasar dan nama produsen semen *Portland*.
- e) Hasil uji seperti pada contoh formulir pada lampiran.
- f) Nama petugas uji, pengawas dan penanggung jawab pengujian dengan dibubuhkan tanda tangan.

Lampiran A
(normatif)

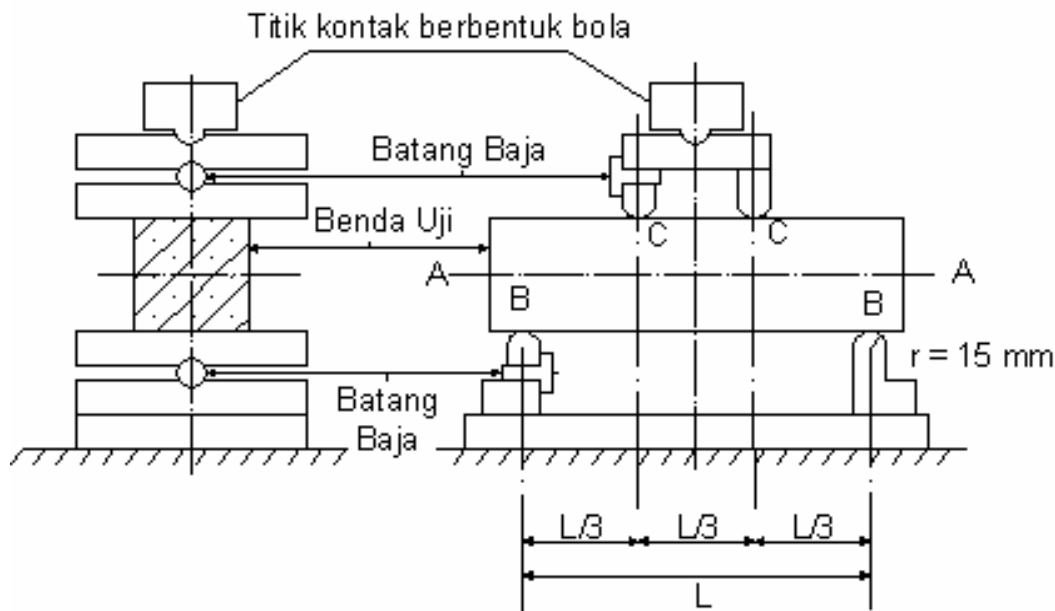
Bagan Alir



Gambar A.1 Bagan alir pengujian kuat lentur beton

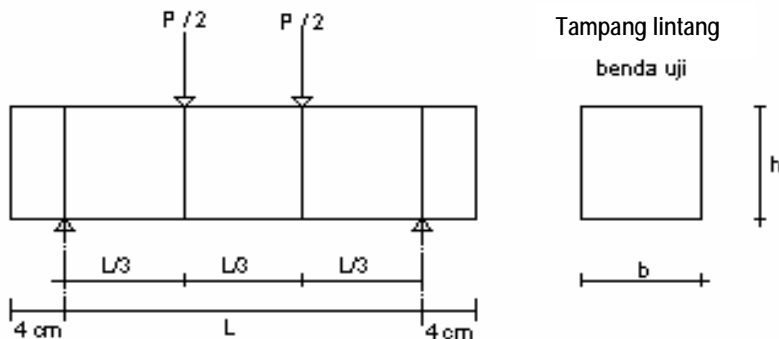
Lampiran B
(normatif)

Gambar-gambar



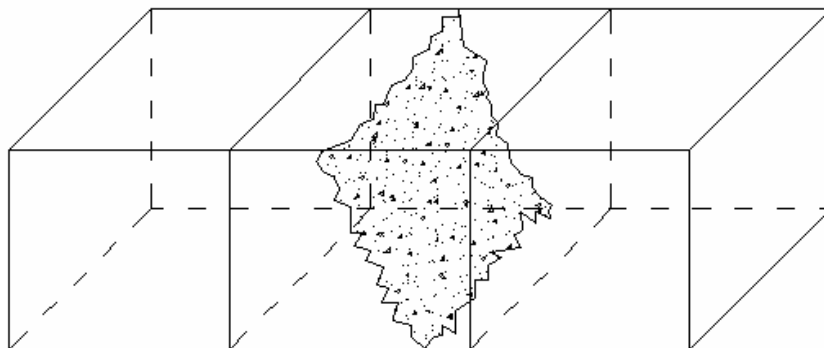
- Keterangan gambar:
 A-A adalah sumbu memanjang
 B adalah titik-titik perletakan
 C adalah titik-titik pembebanan

Gambar B.1 Benda uji, perletakan dan pembebanan

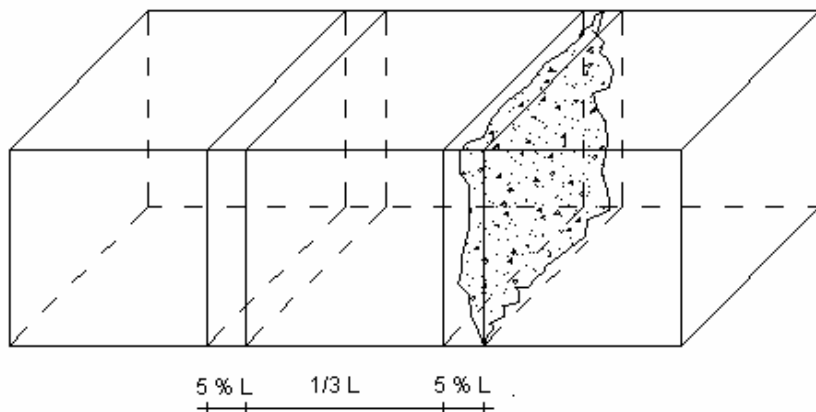


- Keterangan gambar:
 L adalah jarak (bentang) antara dua garis perletakan (cm)
 b adalah lebar tampak lintang benda uji (cm)
 h adalah tinggi tampak lintang benda uji (cm)
 P adalah beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (kg)

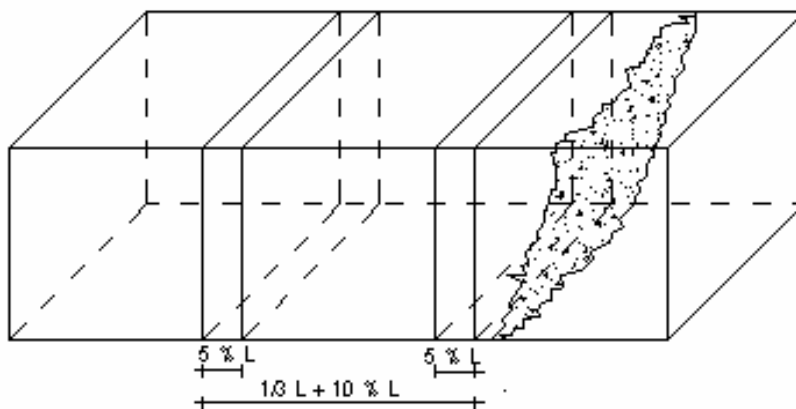
Gambar B.2 Garis-garis perletakan dan pembebanan



Gambar B.3 Patah pada 1/3 bentang tengah (Rumus 1)



Gambar B.4 Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada < 5% dari bentang (Rumus 2)



Gambar A.5 Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada >5% dari bentang
© BSN 2011

Lampiran C
(normatif)

Tabel contoh formulir isian

Tabel C.1 Contoh formulir pengujian kuat lentur beton

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON					
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR PADA SISI TARIK					
RUMUS : $\sigma_1 = (P.l) / (B.H^2)$					
Nama :					
Tanggal uji : Tanggal dibuat :					
Tempat uji :					
Benda uji : Ukuran :					
PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	Ukuran maks. Agregat kasar (mm)	Slum (cm)	Kadar udara (%)	Faktor air semen W / C %	Volume agregat halus s / a (%)
Berat Volume	Air W (kg/m ³)	PC C (kg/m ³)	Pasir S (kg/m ³)	Kerikil C (kg/m ³)	Bahan pencampur (g atau cc/m ³)
Nomor benda uji	1	2	3		
Umur benda uji (hari)					
Lebar benda uji (cm)					
Tinggi benda uji (cm)					
Panjang benda uji (cm)					
Berat benda uji (kg)					
Volume benda uji (cm ³)					
Berat Volume (kg/m ³)					
Beban maksimum (N)					
Jarak bentang (cm)					
Lebar tampak lintang = b (cm)					
Tinggi tampak lintang = h (cm)					
Kuat lentur uji (MPa)					
Rumus : $\sigma_1 = ((P.l) / (B.H^2))$					
Kuat lentur rata-rata (MPa)					

.....200..

Penanggung Jawab

Pengawas

Pelaksana

(.....)

(.....)

(.....)

Tabel C.2 Contoh formulir pengujian kuat lentur beton yang telah diisi

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON					
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR PADA SISI TARIK					
RUMUS : $\sigma_1 = (P.l) / (B.H^2)$					
Nama	: PT. BOROBUDUR				
Tanggal uji	: 29-11-2006	Tanggal dibuat	: 01-11-2006		
Tempat uji	: Lab. Balai PBPS				
Benda Uji	: Balok beton	Ukuran	: 15 cm x 15 cm x 53 cm		
PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	Ukuran maks. agregat kasar (mm)	Slum (cm)	Kadar udara (%)	Faktor air semen W / C %	Volume agregat halus s / a (%)
	31,5	2	1	0,52	
Berat Volume	Air W (kg/m ³)	PC C (kg/m ³)	Pasir S (kg/m ³)	Kerikil C (kg/m ³)	Bahan pencampur (g atau cc/m ³)
2.400	131,27	324	675,49	1.238,24	-
Nomor benda uji	1	2	3		
Umur benda uji (hari)	28	28	28		
Lebar benda uji (cm)	150	150	150		
Tinggi benda uji (cm)	150	150,1	150,2		
Panjang benda uji (cm)	530	530	530,0		
Berat benda uji (kg)	2,9	3	2,98		
Volume benda uji (cm ³)	11,925	12,004	12,084		
Berat Volume (kg/m ³)	2,4	2,4	2,4		
Beban maksimum (N)	420	410	430		
Jarak bentang (cm)	450	450	450		
Lebar tampak lintang = b (cm)	150	155	156		
Tinggi tampak lintang = h (cm)	170	168	167		
Kuat lentur uji (MPa)	0,043	0,042	0,044		
Rumus : $\sigma_1 = ((P.l) / (B.H^2))$					
Kuat lentur rata-rata (MPa)		0,043			

Yogyakarta, 29 Nopember 2006

Penanggung Jawab

Pengawas

Pelaksana

Ir. Agus Sumaryono, Dipl. HE.

Ir. Churiyah

Suprijatin, BE.

Lampiran D
(informatif)

Tabel daftar deviasi teknis beserta penjelasannya

No.	Materi	Sebelum	Revisi
1	Judul	Metode pengujian kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan	Cara uji kuat lentur beton dengan dua titik pembebanan
2	Format	Tanpa format acuan	Perubahan format dan layout SNI sesuai BSN No. 8 Tahun 2000
3	Istilah dan definisi	Masih kurang	Penambahan beberapa istilah dan definisi: segregasi
4	- Ketentuan dan persyaratan - Cara pengujian	Tidak ada	Penambahan beberapa materi diantaranya sarana penunjang, dan persyaratan pengujian
5	Rumus	Penjelasan rumus masih kurang	Adanya penyempurnaan rumus dan penjelasan notasi
6	Bagan Alir	Tidak ada	Pembuatan bagan alir Lampuran A)
7	Gambar	Gambar kurang jelas	Gambar diperjelas dan keterangan gambar dilengkapi (Lampiran A)
8	Contoh Formulir	Sudah ada, tapi belum sempurna	Penyempurnaan contoh formulir pengisian dan penambahan blanko kosong (Lampiran B)