

Analisis Waktu Curing dan Bentuk Specimen Terhadap Kuat Tekan Beton PCC

Analisis Waktu Curing dan Bentuk Spesimen Terhadap Kuat Tekan Beton PCC

Syahrul Sariman^{*}, Arman Setiawan, Ridwan

^{*}Email: syahrul.sariman@universitasbosowa.ac.id
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Diterima: 10 Januari 2023 / Disetujui: 30 April 2023

ABSTRAK

Kekuatan beton ditentukan oleh kuat tekannya. SNI 2847-2013 telah menetapkan bahwa kuat tekan beton diperoleh dengan menggunakan benda uji silinder diameter 15 dan tinggi 30 cm (C.15) atau diameter 10 cm tinggi 20 cm (C.10) pada umur 28 hari. Permasalahan yang biasa ditemui di lapangan adalah bagaimana memperkirakan kuat tekan beton yang dapat diterima jika belum mencapai umur 28 hari dan dengan benda uji yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan faktor koreksi umur dan bentuk benda uji jika menggunakan kubus berukuran 15x15x15 cm (K.15) dan belum mencapai umur 28 hari dengan menggunakan Portland Composite Cement (PCC). Beton di cor dengan menggunakan 4 bentuk cetakan yaitu K15, K20, C10 dan C15. kemudian dilakukan curing sampai umur 7, 14 dan 28 hari. Pada setiap umur perendaman, kekuatan tekan beton diuji untuk masing-masing 3 benda uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata faktor umur adalah 0,59, 0,81 dan 1 pada umur 7, 14 dan 28 hari. Sedangkan faktor bentuk benda uji terhadap bentuk standar K15 menunjukkan nilai 0,950 untuk K20, 1,028 untuk C10 dan dan 0,813 untuk benda uji C15.

Kata Kunci: Beton Semen PCC, Faktor Bentuk, Faktor Umur Benda Uji

ABSTRACT

The strength of concrete is determined by its compressive strength. SNI 2847-2013 has determined that strong compressed concrete is obtained using cylindrical specimens with a diameter of 15 and a height of 30 cm (C.15) or a diameter of 10 cm and a height of 20 cm (C.10) at 28 days of age. The demands that are commonly encountered in the field are the acceptable compressive strength of concrete if it has not reached the age of 28 days and with specimens that do not meet the standards set out in SNI. This study aims to obtain a correction factor for the age and shape of the test object when using a cube measuring 15x15x15 cm (K.15) and not yet reaching the age of 28 days using Portland Composite Cement (PCC). Concrete is cast using 4 forms of mold namely K15, K20, C10 and C15. then cured until the age of 7, 14 and 28 days. At each immersion age, the compressive strength of the concrete was tested for each of the 3 specimens. The results showed that the average age factor was 0.59, 0.81 and 1 at 7, 14 and 28 days of age. While the form factor of the test object against the standard K15 form shows a value of 0.950 for K20, 1.028 for C10 and and 0.813 for the C15 test object.

Keywords: PCC Cement Concrete, Form Factor, Test Object Age Factor



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

A. PENDAHULUAN

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar, dan air,

dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat. Beton Normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³

menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang tidak menggunakan bahan tambahan (Untu et al, 2015; Anggara et al, 2017). Semakin pesatnya perkembangan industri semen di Indonesia membuat munculnya beberapa tipe semen antara lain OPC (*Ordinary Portland Cement*), *White Cement* dan yang paling baru adalah PCC (*Portland Composite Cement*) (Purnawan & Prabowo, 2018). Semen PCC merupakan jenis semen varian baru yang mempunyai karakteristik mirip dengan semen Portland pada umumnya tetapi semen jenis ini mempunyai kualitas yang lebih baik, ramah lingkungan dan mempunyai harga yang lebih ekonomis. Komposisi bahan baku semen, PCC adalah Clinker, gypsum dan zat tambahan (*Additive*). Bahan aditif yang digunakan yaitu batu kapur (*lime stone*), abu terbang (*fly ash*) dan *trass*.

Beton banyak digunakan secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambahan yang sangat variasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia) pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut apabila dituangkan dalam cetakan kemudian dibiarkan maka

akan mengeras seperti batuan (Tjokrodinuljo, 1999)

Kuat Tekan Beton adalah kemampuan beton menahan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur karena semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki maka semakin tinggi pula mutu beton yang harus dihasilkan (Mulyono, 2004). Kuat tekan beton dinotasikan dengan f'_c yaitu tegangan tekan maksimum yang didapatkan melalui pengujian dalam tata cara standar menggunakan alat uji CTM (*Compression Testing Machine*) yang memberikan beban bertahap dengan kecepatan peningkatan beban tertentu pada benda uji silinder sampai hancur. Beban yang mampu ditahan masing-masing setiap benda uji (P) dibagi dengan luas permukaan benda uji yang ditekan (A), sehingga diperoleh kuat tekan beton maksimum.

Menurut Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971, kekuatan tekan beton diperoleh dari pemeriksaan benda uji kubus bersisi 15 (+0.05) cm pada umur 28 hari. Apabila kuat tekan beton belum mencapai 28 hari PBI '71 juga telah

memberi koreksi kekuatan. Menurut SK SNI 03 - xxxx – 2002 RSNI 3, pasal 7.1 beton harus menghasilkan kuat tekan rata-rata yang memenuhi kriteria keawetan dengan ketentuan nilai f'_c harus didasarkan uji silinder yang dibuat dan diuji pada yang telah berumur 28 hari. ASTM C-39 menetapkan penentuan kuat tekan beton diperoleh melalui uji laboratorium pada umur 28 hari, menggunakan benda uji silinder 150mm x 300 mm atau 100 mm x 200 mm. Pada SNI 2847-2919 menegaskan bahwa Bila tidak ditentukan lain maka f'_c harus diambil berdasarkan hasil pengujian 28 hari.

Salah satu cara untuk mengendalikan mutu beton adalah dengan menguji sampel atau benda uji. Ada dua tipe pengujian yaitu: *Steady Loading*, mengontrol pembebanan dan *Controlled Strain Rate*, mengontrol regangan. Benda uji silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebagai mana ditetapkan dalam SNI 2847-2013. Pengujian standar benda uji berumur 28 hari, dengan metode statistik untuk menentukan kekuatan tekan karakteristik beton benda uji silinder f'_c jika menggunakan benda uji kubus. Peraturan beton Indonesia (PBI) 71, NI-2 juga telah menetapkan faktor konversi kuat teka beton dengan benda

uji yang berbeda. Benda uji silinder standar di lapangan pada awalnya hanya berukuran 15 cm x 30 cm saja. Tapi seiring berkembangnya ilmu dan teori maka ukuran silinder yang lebih kecil di perbolehkan. NI 2847-2013 telah menegaskan bahwa benda uji silinder yang dapat digunakan sesuai dengan pasal 5.1. Untuk setiap campuran percobaan, paling sedikit dua silinder 150 kali 300 mm atau tiga silinder 100 kali 200 mm harus dibuat dan dirawat sesuai dengan ASTM C192M. Silinder harus diuji pada umur 28 hari atau pada umur uji yang ditetapkan. SNI 2847-2919 Pasal 5.6.3.2. juga menjelaskan bahwa silinder untuk uji kekuatan harus dicetak dan dirawat secara standar. Silinder harus berukuran 100 x 200 mm atau 150 x 300 mm. Pedoman ASTM C-39 menggunakan benda uji silinder 150mm x 300 mm atau 100mm x 200 mm. Sedangkan BS 1881 mensyaratkan pemakaian benda uji kubus 150 mm x 150 mm x 150 mm atau 200 mm x 200 mm x 200 mm.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengkorelasikan kuat tekan silinder dengan kuat tekan kubus antara lain dilakukan oleh Neville, menggunakan kuat tekan silinder sebagai standar kemudian memberi angka korelasi terhadap kuat tekan kubus. Hubungan

langsung antara kuat tekan benda uji silinder dengan benda uji kubus juga diatur dalam ISO Standar 3893-1977.

Selain perbandingan kuat tekan silinder dan kubus, perbedaan dimensi silinder juga memberi perbedaan kuat tekan. ASTM C-42, memberi angka factor koreksi berdasarkan perbandingan tinggi dan diameter silinder. Bila dibandingkan referensi yang dikemukakan oleh ASTM C-42 dengan BS 1881, perbandingan tinggi dan diameter silinder menunjukkan nilai yang sama pada $l/d = 2.00$. Sedangkan apabila perbandingan tersebut semakin turun maka factor koreksinya juga semakin berbeda. Korelasi faktor umur dan bentuk benda uji juga sudah pernah di sajikan dalam SNI 03-2834-2000 untuk beberapa jenis semen dan dua jenis aggregate kasar yakni batu pecah dan bstu tak dipecahkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan faktor koreksi umur dan bentuk benda uji jika menggunakan kubus berukuran 15x15x15 cm (K.15) dan belum mencapai umur 28 hari dengan menggunakan *Portland Composite Cement* (PCC). Beton di cor dengan menggunakan 4 bentuk cetakan yaitu K15, K20, C10 dan C15 kemudian dilakukan curing sampai umur 7, 14 dan 28 hari.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengujian experimental melalui pengujian laboratorium. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Struktur Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 15 cm x 30 cm.

Penelitian diawali dengan pembuatan mix design beton dengan menggunakan Portland cement, pasir, batu pecah dan air sebanyak 20 sampel uji berbentuk silinder 15x30 cm dengan target kuat tekan beton $f'_c = 20$ MPa. Campuran beton yang diperoleh merupakan campuran beton kontrol. Setelah umur beton mencapai 28 hari dilakukan pengujian kuat tekan dan hasilnya setelah melalui uji statistic sesuai persyaratan SNI 2847-2013 dinyatakan memenuhi syarat sebagai beton dengan kuat tekan $f'_c : 20$ MPa. Selanjutnya dengan menggunakan proporsoi campuran yang sama dibuat benda uji silinder dengan ukuran 15x30 cm dan 10x20 cm serta kubus dengan ukuran 15 x 15 cm dan 20 x 20 x 20 cm. kemudian dilakukan pengujian kuat tekan. Pengujian agregat Halus dan halus mengacu pada standar pengujian sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Metode Pengujian Agregat

Jenis Pengujian	Standar Pengujian
Analisis saringan agregat kasar dan halus	SNI ASTM C136 :2012
Kadar air Agregat	SNI 1969:2008
Berat Isi Agregate	SNI-03-4804-1998
Berat Jenis & Penyerapan	
- Agregat Halus	SNI 1970: 2016
- Agregat Kasar	SNI 1969:2008
Material yang lolos saringan #200	SNI-03-4804-1998

Rancangan campuran beton control diperoleh dari hasil pengujian agregat halus dan dengan mengikuti pedoman dalam SNI 03-2834-2000. *Slump test* adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan tingkat kemudahan pengerjaan beton (*workability*). Hal ini ditunjukkan dengan berapa banyak air yang telah digunakan dalam campuran. Kekakuan campuran beton harus disesuaikan dengan persyaratan kualitas produk, Jadi hasil uji slump adalah ukuran perilaku kerucut beton terbalik

yang dipadatkan di bawah aksi gravitasi. Ini mengukur konsistensi atau kebasahan beton yang kemudian memberikan gambaran tentang kondisi *workability* campuran beton,

Pada penelitian ini digunakan 4 bentuk benda uji, yakni (i). Silinder 150 x 300 mm, (ii). Silinder 100 x 200 mm, (iii). Kubus 150 x 150 x 150 mm dan (iv). Kubus 200 x 200 x 200 mm. Metode pembuatan dan perawatan specimen mengacu pada SNI 2493-2011. Specimen . benda uji direndam dalam bak air. Waktu curing dibuat bervariasi, yakni 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian aggregate halus dan agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 1.

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGUJIAN	
1	Analisa saringan	% IOLOS	
	No Saringan	#. 4	100.00
		#. 8	87.48
		#. 16'	75.29
		#30	55.30
		#. 50	37.16
		#. 100	18.25
# 200	1.26		
2	Kadar Lumpur	3.15%	
3	Kadar Air	4.45%	
4	Berat Isi		
	- Lepas	1.67 gr/cm ³	
	- Padat	1.76 gr/cm ³	
5	Absorpsi	0.77%	
6	BeratJenis Spesifik		
	- Bj. Curah	2.62	
	- Bj. SSD	2.64	
	- Bj. Semu	2.67	

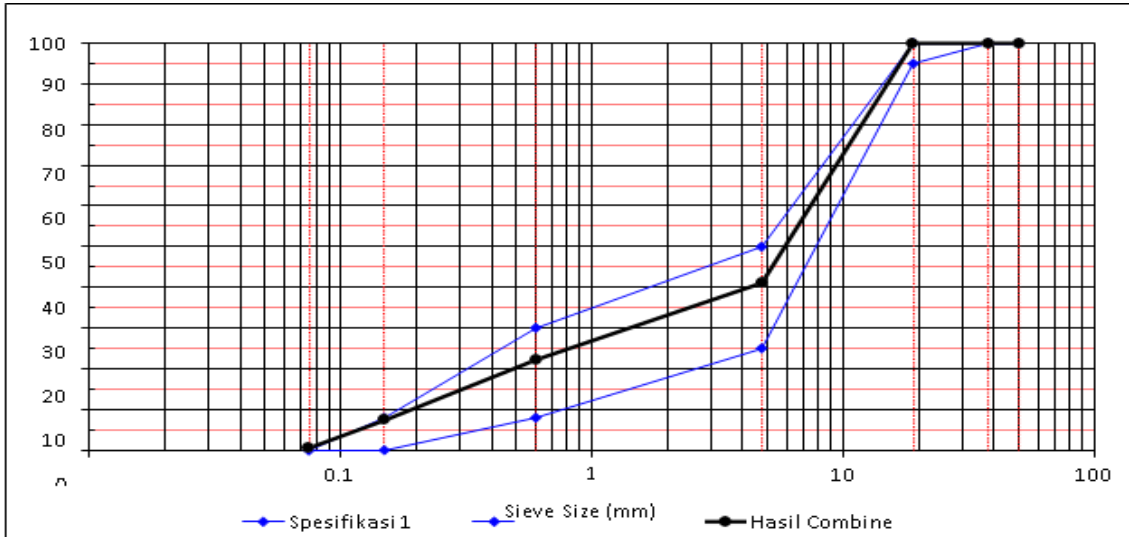
(a)

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	HASIL PENGUJIAN	
	Analisa saringan	% IOLOS	
	No Saringan	¼"	100.00
		½"	26.07
		¾"	7.71
		#. 4	1.81
		#. 8	0.25
		#. 16	0.23
		#30	0.21
		#. 50	0.18
		#. 100	0.17
		# 200	0.12
			Kadar Lumpur
	Kadar Air	0.56 %	
	Berat Isi		
	lepas	1.65 gr/cm ³	
	padat	1.78 gr/cm ³	
	Absorpsi	2.34 %	
	BeratJenis Spesifik		
	j. Curah	2.48	
	j. SSD	2.64	
	j. Semu	2.64	

(b)

Gambar 1. Hasil Pengujian (a) Agregat Halus (b) Agregat Kasar

Berdasarkan gradasi pasir dan batu pengujian setiap bentuk specimen dan pecah 1-2 cm, dengan perbandingan 60 : waktu curing dapat dilihat pada Gambar 40. Diperoleh Curva gradasi combine 3. sebagaimana Gambar 3 dan Hasil



Gambar 2. Kurva Gradasi Combine



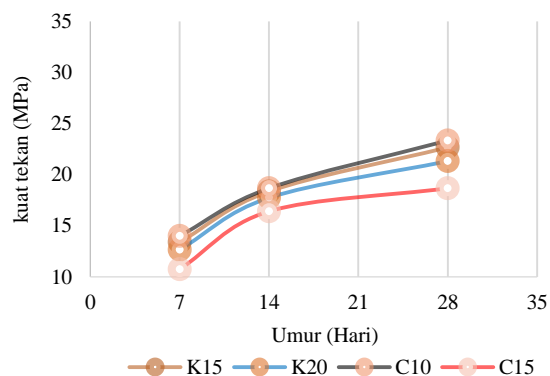
Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan

Berikut adalah pengaruh umur pengujian pada berbagai benda uji.

Tabel 2. pengaruh umur pengujian

Jenis benda	Umur	Kuat Tekan (MPa)	Faktor Umur
Benda Uji Kubus 15 x 15 x 15 cm	7	13.41	0.59
	14	18.37	0.81
	28	22.677	1.00
Benda Uji Kubus 20 x 20 x 20 cm	7	12.67	0.59
	14	17.75	0.83
	28	21.33	1.00
Benda Uji silinder D10 X 20 cm	7	14.01	0.60
	14	18.68	0.80
	28	23.35	1.00
Benda Uji Silinder D15 x 30 cm	7	10.76	0.57
	14	16.42	0.88
	28	18.68	1.00

Faktor umur yang dikemukakan dalam tabel 1 memperlihatkan bahwa faktor umur 14 hari 0.8 – 0.9 untuk keempat bentuk benda uji, serupa dengan faktor yang ditunjukkan dalam PBI '71. Sedangkan untuk umur 7 hari faktor umurnya 0.65 – 0.75 lebih tinggi dibanding hasil pengujian yang menunjukkan nilai 0.59 – 0.60. Hal ini disebabkan oleh faktor semen yang digunakan berbeda dengan jenis semen yang ditentukan oleh PBI '71. Berikut digambarkan curva faktor umur.



Gambar 4. Grafik Faktor Umum

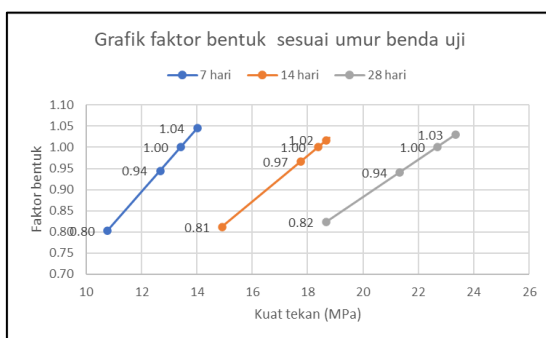
Dari grafik terlihat bahwa kurva tidak saling berpotongan artinya kuat tekan beton betul-betul dipengaruhi oleh umur beton. Tabel 3 merupakan pengaruh bentuk specimen terhadap kuat tekan dan faktor tekan

Tabel 3. Pengaruh Bentuk Specimen

Umur	Jenis Benda	Kuat Tekan (MPa)	Faktor Umur
Umur 7 hari	Kubus 15 x 15 x 15 cm	13.41	1.00
	Kubus 20 x 20 x 20 cm	12.67	0.94
	Silinder D10 x 20 cm	14.01	1.04
	Silinder D15 x 30 cm	10.76	0.80
Umur 14 hari	Kubus 15 x 15 x 15 cm	18.37	1.00
	Kubus 20 x 20 x 20 cm	17.75	0.97
	Silinder D10 x 20 cm	18.68	1.02
	Silinder D15 x 30 cm	14.91	0.80
Umur 28 hari	Kubus 15 x 15 x 15 cm	22.677	1.00
	Kubus 20 x 20 x 20 cm	21.33	0.94
	Silinder D10 x 20 cm	23.35	1.03
	Silinder D15 x 30 cm	18.68	0.82

Faktor bentuk benda uji diambil dengan menggunakan kubus 15x15x15

cm sebagai standar sesuai yang ditetapkan dalam tabel 2. Hasil pengujian menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dengan factor bentuk yang dikemukakan dalam PBI '71. Grafik berikut menggambarkan nilai factor bentuk yang diperoleh dari hasil pengujian.



Gambar 5. Grafik Faktor Bentuk

Gambar 5. diatas menggambarkan bahwa silinder Diameter 10 cm tinggi 20 cm, menunjukkan faktor bentuk yang lebih besar dari faktor bentuk standar (kubus 15 x 15 x 15 cm).

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bahwa rerata faktor umur adalah 0,59, 0,81 dan 1 pada umur 7, 14 dan 28 hari. Faktor umur 7 hari diperoleh antara 0,59 – 0,60 lebih rendah dibanding hasil yang dikemukakan dalam PBI '71 yakni 0,65 untuk semen biasa dan 0,75 untuk Semen PC dengan kuat awal tinggi, sedangkan faktor umur pada umur 14 hari diperoleh antara 0,8 – 0,9 tidak

berbeda signifikan dengan yang ditetapkan dalam PBI '71 yakni 0,88 untuk semen biasa dan 0,90 untuk Semen PC dengan kuat awal tinggi.

Faktor bentuk benda uji terhadap bentuk standar K15 menunjukkan nilai 0,950 untuk K20, 1,028 untuk C10 dan dan 0,813 untuk benda uji C15. Faktor bentuk dengan standar kubus 15 x 15 x 15 cm, menunjukkan nilai yang tidak berbeda signifikan untuk benda uji kubus 20 x 20 x 20 cm dan silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm sesuai dengan hasil yang ditunjukkan dalam PBI '71. Sedangkan faktor bentuk silinder diameter 10 cm tinggi 20 cm lebih besar 102 % pada umur 28 hari..

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni dan Paul Nugraha., 2007. Teknologi Beton. Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta
- ASTM C.150-1985. Standard Spesification for Portland Cement. Annual Books of ASTM Standard. Philadelphia, USA.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). SNI 03-2847-2000 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). SNI 15-2049-2004 tentang Semen Portland. Jakarta:
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI ASTM C 136 -2012 Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). SNI 03-4804-1998 Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam Agregat

- Badan Standarisasi Nasional. (1997). SNI 03-1971-1990 Metode Pengujian kadar air Agregat
- Badan Standarisasi Nasional. (1997). SNI 03-4142-1996 Metode Pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no 200 (0.075 mm)
- Badan Standarisasi Nasional. (1997). SNI 03-2834-2000 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 2493-2011 Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji di laboratorium
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 2493-2011 Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji di laboratorium
- Nawy, G. Edward. 1998. Beton Bertulang: suatu pendekatan dasar. Diterjemahkan oleh : Suryoatmono, Bambang. Bandung : Refika Aditama
- Riko Fachri Afriandi (2018), Pengaruh faktor umur terhadap perbandingan kuat tekan beton normal, beton mutu tinggi dan beton ringan, Skripsi Universitas Mataram
- Sebayang, Surya. 2000. "Diktat Bahan Bangunan" (vol. 1-Teknologi Beton). Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Steffie Tumilar, (2016) Perancangan dan kriteria penerimaan mutu beton menurut SNI 2847-2013, Makalah seminar HAKI Komda Sulawesi Selatan, Makassar
- Tjokrodinuljo, K., 1996, Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Wiratman Wangsadinata, dkk (1971) Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (NI 2) diterbitkan oleh Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta karya, Departemen Pekerjaan Umum.