

Studi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Normal dengan Bahan Tambah Serat Nylon

Zeni Gifa Sumardi ^a, Bella Lutfiani Al Zakina.^b, Zainnudin ^c

^{a,b,c} Universitas Bojonegoro, Bojonegoro, Indonesia

zenigifa7@gmail.com ^a, bellalutfiani.alzakina01@gmail.com ^b, zain.unig@gmail.com ^c

Abstrak

Beton merupakan campuran yang terdiri atas material-material seperti agregat kasar, agregat halus, semen, dan ditambahkan air. Beton memiliki banyak keunggulan untuk konstruksi bangunan. Antara lain kuat tekan tinggi, mudah dalam perawatan, mudah dalam pembentukan dan penyusunan. Oleh karena itu dengan suatu penelitian ini akan menciptakan variasi beton normal yang berbeda menggunakan serat Nylon. Dimana serat nylon memiliki sifat elastis dan liat sehingga diharapkan dapat memperbaiki kuat tekan dan lentur beton normal. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuat tekan dan lentur beton normal dengan bahan tambah serat nylon. Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai kuat tekan beton normal rata-rata umur 14 hari yakni 6,30 Mpa dan umur 28 hari yakni 4,60 Mpa. Sedangkan pencampuran nylon 5% di umur 14 hari yakni 5,31 Mpa dan umur 28 hari yakni 5,01 Mpa. Hasil kuat lentur beton normal umur 13 hari yakni 2,18 Mpa dan umur 28 hari yakni 2,63 Mpa. Sedangkan dengan penambahan nylon 5% di umur 14 hari yakni 2,22 Mpa dan di umur 28 hari yakni 2,68 Mpa. Hasil dari penelitian ini belum sesuai dengan yang diisyaratkan Spesifikasi Bina Marga 2010.

Kata kunci: kuat tekan, kuat lentur, serat nylon

Abstract

Concrete is a mixture consisting of materials such as coarse aggregate, fine aggregate, cement and added water. Concrete has many advantages for building construction. Among other things, high compressive strength, easy to maintain, easy to form and arrange. Therefore with this research will create different variations of normal concrete using Nylon fiber. Where nylon fiber has elastic and tough properties so that it is expected to improve the compressive strength and normal bending of concrete. The purpose of this study was to determine the compressive and flexural strength of normal concrete with added nylon fiber. The results of this study obtained the compressive strength of normal concrete at an average age of 14 days, namely 6.30 MPa and 28 days of age, namely 4.60 MPa. While mixing 5% nylon at 14 days is 5.31 Mpa and 28 days is 5.01 Mpa. The flexural strength results of normal concrete aged 13 days are 2.18 MPa and those aged 28 days are 2.63 MPa. Meanwhile, with the addition of 5% nylon at the age of 14 days, it is 2.22 MPa and at the age of 28 days, it is 2.68 MPa. The results of this study are not in accordance with the 2010 Bina Marga Specifications.

Keywords: *flexural strength, compressive strength, Nylon fiber*

1. Pendahuluan

Beton merupakan hal yang paling utama dalam suatu konstruksi. Hampir pada setiap aspek pembangunan tidak dapat terlepas daripada suatu beton. Sebagai contoh pada suatu pekerjaan pembangunan jalan, gedung, jembatan serta pekerjaan pembangunan yang lain, hampir dari semua pekerjaan tersebut pekerjaan struktur ataupun yang lain tentunya terbuat dari beton, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua pekerjaan struktur atau pekerjaan pembangunan lainnya tak lepas dari adanya suatu beton. Beton merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara aggregate kasar dan halus. Beton banyak digunakan karena keunggulan-unggulannya antara lain; kuat tekan beton tinggi, mudah dalam perawatan, mudah dalam pembentukan serta mudah mendapatkan bahan penyusun. Akan tetapi beton normal juga dapat mengalami keretakan akibat tekanan beban yang semakin lama semakin besar, hal ini dapat menimbulkan kerusakan permanen atau bahkan robohnya suatu struktur bangunan, kuat lentur beton normal juga dapat mempengaruhi suatu struktur bangunan. Lentur pada beton merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena adanya beban, apabila beban semakin lama semakin bertambah pada beton, maka akan menjadi reformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan timbulnya (atau bertambahnya) retak lentur di sepanjang beton dan mengakibatkan kerusakan struktur bangunan.

Oleh karena itu, dengan suatu penelitian dapat menciptakan variasi beton normal yang berbeda sebagai pertimbangan untuk suatu struktur bangunan. Maka dari itu penelitian ini menggunakan Serat Nylon sebagai bahan tambahan dan campuran untuk pembuatan beton normal, dengan syarat harus mengetahui kuat tekan dan kuat lentur beton normal dengan penambahan Serat Nylon. Serat Nylon mempunyai sifat yang elastis dan liat sehingga diharapkan dapat memperbaiki kuat tekan dan kuat lentur pada beton. Serat Nylon juga mampu meningkatkan kekuatan beton (tekan, tarik, lentur), kekedapan beton, daya tahan terhadap beban kejut, daktilitas, kapasitas penyerapan energi, daya tahan beban berulang, dan gaya abrasi, serta mengurangi retak-retak karena susut dan terjadinya korosi tulang baja, memungkinkan adanya kekuatan beton setelah terjadinya keretakan. (Balaguru and Shah, 1992).

Serat Nylon merupakan nama generic dari polyamide (Hummel,1998), termasuk jenis material polimer thermoplastic yang mempunyai kinerja tegangan regangan. Serat nylon terbuat dari bahan nylon, bahan tersebut tersedia dalam bermacam-macam bentuk. Serat ini tersedia dalam bentuk yang sangat kecil, helai serai ini perpondnya berjumlah ± 35 juta helai sedangkan panjang helainya ± 19 mm. Nylon stabil terhadap panas, hidrofiliis lembam dan resistan terhadap sejumlah material, Nylon sangat efektif untuk menambah resistensi terhadap tumbukan dan kekuatan serta mempertahankan dan meningkatkan kapasitas beban beton setelah retak pertama. (Cement and Concrete Institute, 2001).

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan percobaan penambahan serat nylon pada beton. Presentase serat nylon yang akan digunakan pada percobaan ini adalah sebesar 15% dari berat semen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan dan kuat lentur beton normal dengan penambahan serat nylon sebagai bahan tambah.

Teknik Pengumpulan data : Uji Laboratorium (Dilakukan untuk memperoleh data spesifikasi agregat yang digunakan dalam pembuatan beton, pengujian kuat tekan dan kuat lentur) dan Studi Literatur (mengumpulkan data dari jurnal-jurnal atau penelitian sebelumnya untuk dijadikan sebagai referensi). Pada penelitian ini benda yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15x30 cm untuk pengujian terhadap kuat tekan beton, dan balok berukuran 15x15x60 cm untuk pengujian kuat lentur beton.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Dalam pengujian kadar lumpur ini berdasarkan SK SNI S 04-1989-F untuk presentase kadar lumpur yang baik digunakan dalam campuran beton yaitu tidak lebih dari 5%. Dari hasil pengujian yang diperoleh nilai kadar lumpur pasir Bengawan Solo sebesar 3,73% setelah dilakukan pencucian, sehingga agregat halus tersebut dapat digunakan dalam campuran pembuatan beton.

Hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Hasil uji Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian Jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200 (0,075 mm)/ kadar lumpur				
No. Sampel	Ukuran Maksimum Agregat No. 4 (4,75)mm			Satuan
		I	II	
Berat Kering Benda Uji + Wadah	W1	711	711	Gram
Berat Wadah	W2	111	111	Gram
Berat Benda Uji Awal	$W3=w1-w2$	600	600	Gram
Berat Kering Benda Sesudah Dicuci + Wadah	W4	689	688	Gram
Berat Benda Uji Sesudah Pencucian	$W5=w4-w2$	578	577	Gram
Persen Bahan Lolos Saringan No.200 (0,075)	$W6=(w3-w5)/w3 \times 100\%$	3,666666667	3,833333333	%
Rata – rata	$(I+II)/2$	3,73		%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Sains dan Teknik Unigoro (2022)

3.2. Hasil Pengujian Kadar Organik Agregat Halus

Hasil pengujian kadar organik didapatkan kadar organik pasir bengawan solo berada pada kolom warna No. 03 (Kuning Tua) dengan kekuatan penurunan beton sebesar 0-10%. Berikut adalah tabel warna beserta penurunannya:

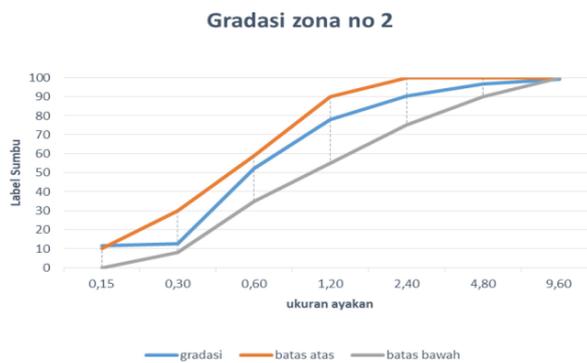
Tabel 2 Hasil Pengujian Kadar Organik Pasir Bengawan Solo

Pengujian Kadar Lumpur Pasir Bengawan Solo		
Agregat Pasir	Sampel	Satuan
Tinggi Lumpur (A1)	4	ml
Tinggi Pasir + Lumpur (A2)	128	ml
Kadar Lumpur (A1/A2)*100	3,13	%
Kartu Warna No	No. 03	

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Sains dan Teknik Unigoro (2022)

3.3. Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus

Pengujian analisa ayakan pada agregat halus yang dilakukan dengan menggunakan sampel pasir bengawan solo, pada sampel diperlukan agregat halus ±2,500 Gram. Untuk hasil pengujian ayakan untuk agregat halus disajikan dalam tabel dan grafik berikut:



Gambar 1 Hasil ayakan agregat halus

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Sains dan Teknik Unigoro (2022)

3.4. Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Kasar

Pengujian analisa ayakan pada agregat kasar yang dilakukan diperlukan ±2,500 Gram untuk memenuhi syarat pembuatan beton. Untuk hasil pengujian ayakan agregat kasar disajikan dalam tabel berikut



Gambar 2 Hasil ayakan agregat kasar

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Sains dan Teknik Unigoro (2022)

3.5. Hasil Perhitungan Mix Design

Pada perencanaan campuran betono (Mix Design) dilakukan berdasarkan hasil pengujian-pengujian bahan agregat yang dilakukan di Laboratorium Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro. Dalam perhitungan Mix Design ini mengacu pada SNI 03-2834-2000. Hasil perhitungan Mix Design dapat dilihat dari tabel berikut:

Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal ini mengacu kepada SNI. 03 – 2834 – 2000.

Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal ini mengacu kepada SNI. 03 – 2834 – 2000.						
No.	Uraian	Tabel/Grafik	Nilai			
1.	Kuat tekan yang disyaratkan(benda uji silinder)	Ditetapkan	: 28,0	Mpa, Umur 28 hari	Bagian cacat 5 %	
2.	Deviasi standar	Diketahui	: 7,0	Mpa, atau tanpa data		
3.	Nilai tambah (margin) K = 1.64		: 1,64	x	7,0	= 11,5 Mpa
4.	Kuat Tekan rata-rata yang ditargetkan	1 + 3	: 28,0	+	11,5	= 39,5 Mpa
5.	Jenis Semen	Ditetapkan	: Semen Gresik			
6.	Jenis Agregat :Kasar		: Korall ex. Desa Genjor			
	:Halus		: Pasir ex. Desa Pilangsari Balen			
7.	Faktor air semen bebas	Tabel 2	: 0,48	Grafik 1 - 2		
8.	Faktor air semen maksimum 2000	Ditetapkan	: 0,60	berdasarkan Tabel 4 SNI 03-2834-		
9.	Faktor air semen yang digunakan	Ditetapkan	: 0,48	(diambil nilai yang terkecil)		
10.	Slump	Ditetapkan	: 75-150	mm	PBI-1971	
11.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	: 40,00	mm		
12.	Kadar air bebas	Tabel 3	: 185	kg/m ³		
13.	Kadar semen	12:7	: 385	kg/m ³		
14.	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	: 385	kg/m ³		
15.	Kadar semen minimum	Ditetapkan	: 275	kg/m ³		
16.	Faktor air semen yang disesuaikan		:			
17.	Susunan butir agregat halus	Grafik 3 - 6	: Daerah gradasi susunan butir zona 2			
	Berat jenis agregat halus		: 2,72			
	Berat jenis agregat kasar		: 2,22			
18.	Persen agregat halus	Grafik 13-15	: 36,5	%		
	Persen agregat kasar		: 63,5	%		
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)		: 2,40	Diketahui		
20.	Berat isi beton	Garik 16	: 2350	kg/m ³		
21.	Kadar agregat gabungan	20 - (12 + 13)	: 2350	-	385 = 1780	kg/m ³
22.	Kadar agregat halus	18 x 21	: 37	x	1780 = 650	kg/m ³
23.	Kadar agregat kasar	22 - 23	: 1780	-	650 = 1130	kg/m ³
	Desain Campuran		Semen	Air	Pasir	Krikil
	Tiap m ³	Dihitung	(kg)	(kg/lt)	(kg)	(kg)
	Koreksi	Dihitung	385	185	650	1130
	Perkiraan untuk 6x silinder	Dihitung	12,63	6,55	21,70	36,15
	Perkiraan untuk 6x balok	Dihitung	32,16	16,67	55,23	92,01

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Sains dan Teknik Unigoro 2022

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Sains dan Teknik Unigoro 2022

3.6. Hasil Test Slump

Hasil nilai test slump yang diperoleh dari uji lab dengan bandingan bahan campuran dan non campuran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Hasil Pengujian Slump Benda Uji

Sampel	Benda Uji		Factor AirSemen	Interval Slump diizinkan (mm)	Hasil Uji S (mm)
BengawanSolo	12 Silinder		0,51	75-150	110
	12 Balok				
Campuran 5%	12 Silinder		0,51	75-150	120
	12 Balok				

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022



Gambar 3 Hasil Test Slump Non Campuran

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Sains dan Teknik Unigoro 2022



Gambar 4 Hasil Test Slump Dengan Campuran 5%

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Sains dan Teknik Unigoro 2022

3.7. Berat Volume Beton

Tabel 4 Berat Volume Beton Pada Benda Uji Silinder (15x30) cm 14 Hari

Sampel	Silinder	Berat	Berat Benda Uji (m ³)	Berat Volume Benda Uji (Kg/m ³)
BengawanSolo	1	11,450	0,00583	1963,98
	2	11,710	0,00583	2008,57
	3	11,604	0,00583	1990,44
Campuran5%	1	11,678	0,00583	2003,08
	2	11,745	0,00583	2014,58
	3	11,651	0,00583	1998,45

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Tabel 5 Berat Volume Pada Benda Uji Silinder (15x30) cm 28 Hari

Sampel	Silinder	Berat	Berat Benda Uji (m ³)	Berat Volume Benda Uji (Kg/m ³)
BengawanSolo	1	11,321	0,00583	1941,85
	2	11,731	0,00583	2012,18
	3	11,573	0,00583	1985,07
Campuran5%	1	11,861	0,00583	2034,47
	2	11,635	0,00583	1995,72
	3	11,685	0,00583	2004,29

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Tabel 6 Berat Volume Beton Pada Benda Uji Balok (15x15x60) cm 14 Hari

Sampel	Balok	Berat	Volume Benda Uji(m³)	Berat Volume Benda Uji (Kg/m³)
BengawanSolo	1	31,950	0,01490	2144,30
	2	31,810	0,01490	2134,90
	3	31,211	0,01490	2094,70
Campuran5%	1	31,899	0,01490	2140,87
	2	32,050	0,01490	2151,00
	3	31,650	0,01490	2124,16

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Tabel 7 Berat Volume Beton Pada Benda Uji Balok (15x15x60) cm 28 Hari

Sampel	Balok	Berat	Volume Benda Uji (m³)	Volume Berat Benda Uji (Kg/m³)
Bengawan Solo	1	31,975	0,01490	2145,97
	2	31,910	0,01490	2141,61
	3	32,301	0,01490	2167,85
Campuran 5%	1	32,991	0,01490	2214,16
	2	31,116	0,01490	2088,32
	3	31,667	0,01490	2125,30

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

3.8. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

3.8.1. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal dan Campuran 5%

Pada penelitian pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan mesin digital sehingga hasil yang diperoleh tidak dapat diubah ataupun di hitung kembali. Pada beton dengan f'c 28 dengan umur 14 dan 28 hari didapat nilai hasil kuat tekan yang berbeda-beda. Nilai kuat tekan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Sampel	Umur	Berat Benda Uji	Hasil Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata
Normal	14	11,450	8,028	6,30
	14	11,710	3,887	
	14	11,604	6,960	
	28	11,321	1,841	4,60
	28	11,731	7,547	
	28	11,573	4,436	
Campuran 5%	14	11,678	5,605	5,31
	14	11,745	5,882	
	14	11,651	4,460	
	2	11,861	5,402	5,01
	28	11,635	3,252	
	28	11,685	6,382	

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai kuat tekan rata-rata beton normal pada umur 14 diperoleh nilai sebesar 6,30 Mpa dan pada umur 28 diperoleh nilai kuat tekan rata-rata 4,60 Mpa. Dan untuk beton campuran 5% pada umur 14 diperoleh nilai kuat tekan rata-rata 5,31Mpa dan pada umur 28 diperoleh nilai kuat tekan rata-rata 5,01 Mpa. Selisih dari hasil nilai rata-rata yang diperoleh yaitu 1%.

3.9. Hasil Uji Kuat Lentur Beton

3.9.1. Hasil Kuat Lentur Beton Normal dan Campuran 5%

Tabel 9 Hasil Uji Kuat Lentur Pada Balok Normal

Umur Benda Uji (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Maksimum(1 Kn = 1000N)	Jarak Bentang Perletakan (mm)	Lebar Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Kuat Lentur (Mpa)	Rata-rata
		(P)	(L)	(b)	(h)	(PxL):(bxh ²)	
14	31,950	17.000	450	150	150	2,29	2,18
	31,810	15.000	450	150	150	2,04	
	31,211	17.000	450	150	150	2,20	
28	31,975	18.000	450	150	150	2,40	2,63
	31,910	20.000	450	150	150	2,70	
	32,301	21.500	450	150	150	2,78	

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Tabel 10 Hasil Uji Kuat Lentur Pada Balok Campuran 5%

Umur Benda Uji (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Maksimum(1 Kn = 1000N)	Jarak Bentang Perletakan (mm)	Lebar Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Kuat Lentur (Mpa)	Rata-rata
		(P)	(L)	(b)	(h)	(PxL):(bxh ²)	
14	31,899	17.000	450	150	150	2,30	2,22
	32,050	15.000	450	150	150	2,10	
	31,650	17.000	450	150	150	2,25	
28	32,991	18.000	450	150	150	2,45	2,68
	31,116	20.000	450	150	150	2,78	
	31,667	21.500	450	150	150	2,80	

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Dari data diatas dapat diperoleh perbandingan mulai dari kuat tekan dan kuat lentu terhadap beton normal dan dengan perbandingan percampuran *Serat Nylon* maka diperoleh nilai rata-rata yaitu meliputi kuat tekan beton normal dengan umur 14 hari didapat rata-rata 6,30 Mpa dan umur 28 hari didapat rata-rata 4,60 Mpa. Sedangkan dengan percampuran 5% diperoleh nilai rata-rata pada umur 14 yaitu 5,31 Mpa dan umur 28 diperoleh rata-rata 5,01 Mpa.

Sedangkan untuk kuat lentur beton normal umur 14 hari diperoleh rata-rata 2,18 Mpa dan umur 28 hari diperoleh 2,63 Mpa. Untuk kuat tekan dengan percampuran 5% umur 14 hari diperoleh rata-rata 2,22 Mpa dan untuk umur 28 hari diperoleh 2,68 Mpa.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton normal dengan penambahan Serat Nylon diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan yang dapat diperoleh mulai dari kuat tekan dan kuat lentu terhadap beton normal dan dengan perbandingan percampuran *Serat Nylon* maka diperoleh nilai rata-rata yaitu meliputi kuat tekan beton normal dengan umur 14 hari didapat rata-rata 6,30 Mpa dan umur 28 hari didapat rata-rata 4,60 Mpa. Sedangkan dengan percampuran 5% diperoleh nilai rata-rata pada umur 14 yaitu 5,31 Mpa dan umur 28 diperoleh rata-rata 5,01 Mpa.
2. Sedangkan untuk nilai kuat lentur beton normal umur 14 hari diperoleh rata-rata 2,18 Mpa dan umur 28 hari diperoleh 2,63 Mpa. Untuk kuat tekan dengan percampuran 5% umur 14 hari diperoleh rata-rata 2,22 Mpa dan untuk umur 28 hari diperoleh 2,68 Mpa.
3. Dari hasil penelitian dan uji kuat tekan dan kuat lentur dapat di bedakan untuk kuat lentur pada umur 14 hari sebesar 2,18 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 2,63 Mpa dan pada campuran 5% umur 14 hari sebesar 2,22 Mpa dan umur 28 hari sebesar 2,68 Mpa. Yang dimana rata-rata kuat lentur yang diperoleh pada umur 14 hari tidak mencapai kuat lentur yang telah disyaratkan sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2010 adalah 45 Kg/cm².

Daftar Pustaka

- ASTM Standards, 2004, ASTM C 150 150 – 04 *Standards Specification For Portland Cement*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Farlianti, Sari. "Kajian Kuat Lentur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton ($F_c' = 25$ Mpa) Menggunakan Pasir Sungai Musi." *TEKNIKA: Jurnal Teknik* 6.1 (2019): 79-91.
- SK SNI S 04-1989-F, 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-6820-2002. 2002. *Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen*. Badan Standarisasi Nasional.
Bandung.
- SNI 15-2049-2000. *Semen Portland*. Badan Standardisasi Nasional, 2000, Jakarta. SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1971-1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1972-1990. *Metode Pengujian Slump Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-4428-1997. *Cara pemeriksaan kadar lumpur pasir*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1968-1990. *Metode pengujian analisis saringan Agregat halus dan kasar*, Penerbit Badan Standarisasi Nasional.