

Pemanfaatan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Mutu F'C 18,68 MPa

Firmandika Dwi Prastiyo, Ruslan Hidayat, Iwan Cahyono
Teknik Sipil, Universitas Darul 'Ulum
bongokdika3@gmail.com

Abstrak

Beton merupakan faktor utamadalam bidang kontruksi pada saat ini. Sering kita jumpai material utama dalam pembuatan suatu kontruksi bangunan adalah beton. Jalan, jembatan, gedung bahkan dinding penahan pada bendungan pun juga dari beton. Beton dipilih sebagai bahan bangunan karena mempunyai kekuatan tekan yang tinggi. Secara struktural beton mempunyai tegangan tekan cukup besar, sehingga bermanfaat untuk struktur yang menahan gaya-gaya tekan. Akan tetapi, beton juga memiliki kelemahan yaitu kuat tariknya sangat rendah dan bersifat getas (brittle), sehingga untuk menahan gaya tarik tersebut ditambahkan baja tulangan. Penambahan baja tulangan pun belum memberikan hasil yang optimal. Sering kita jumpai pada suatu balok terdapat retak halus yang disebabkan oleh gaya tarik yang bekerja pada balok tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah kajian eksperimental di laboratorium. Pada penelitian ini dilakukan 5 (lima) variasi persentase penambahan limbah pecahan beton, yaitu 0% (kontrol); 10%; 20%; 30%; 40% dan 50% dari berat semen awal dengan jumlah benda uji setiap variasi persentase berjumlah 5. Pengujian kuat tekan beton dilakukan ketika beton mencapai umur 28 hari.

Kata kunci: limbah pecahan beton, variasi campuran, kuat tekan beton

Abstrak

Concrete is a major factor in the construction sector at this time. We often encounter the main material in the manufacture of a building construction is concrete. Roads, bridges, buildings and even retaining walls on dams are also made of concrete. Concrete was chosen as a building material because it has high compressive strength. Structurally, concrete has a large enough compressive stress, so it is useful for structures

that withstand compressive forces. However, concrete also has a weakness, namely its tensile strength is very low and it is brittle, so reinforcing steel is added to withstand the tensile force. The addition of reinforcing steel has not yet given optimal results. We often encounter a beam with fine cracks caused by the tensile force acting on the beam. The research method used is an experimental study in the laboratory. In this study, 5 (five) variations in the percentage of addition of concrete shard waste were carried out, namely 0% (control); 10%; 20%; 30%; 40% and 50% of the initial cement weight with the number of specimens for each percentage variation totaling 5. The compressive strength test of concrete is carried out when the concrete reaches the age of 28 days.

Keywords: waste concrete shards, mixed variety, compressive strength of concrete

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton merupakan faktor utama dalam bidang kontruksi pada saat ini. Sering kita jumpai material utama dalam pembuatan suatu kontruksi bangunan adalah beton. Jalan, jembatan, gedung bahkan dinding penahan pada bendungan pun juga dari beton.

Beton dipilih sebagai bahan bangunan karena mempunyai kekuatan tekan yang tinggi. Secara struktural beton mempunyai tegangan tekan cukup besar, sehingga bermanfaat untuk struktur yang menahan gaya-gaya tekan. Akan tetapi, beton juga memiliki kelemahan yaitu kuat tariknya sangat rendah dan bersifat getas (brittle), sehingga untuk menahan gaya

tarik tersebut ditambahkan baja tulangan. Penambahan baja tulangan pun belum memberikan hasil yang optimal. Sering kita jumpai pada suatu balok terdapat retak halus yang disebabkan oleh gaya tarik yang bekerja pada balok tersebut.

Dalam penelitian, penulis ingin mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan limbah pecahan beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat tekan beton normal. Beton normal adalah beton yang memiliki berat isi 2200-2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang di pecah dan mutu sedang adalah beton yang memiliki kuat tekan 15- 40 Mpa. Kuat tarik beton relatif rendah, kira 10%- 15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20% kekuatan ini lebih sukar untuk di ukur dan hasilnya berbeda-beda daei satu bahan percobaan ke bahan percobaan lainnya dibanding untuk silinder-silinder tekan (Ferguson, 1986:11). Dalam penelitian ini, menggunakan limbah pecahan beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam pembuatan beton dengan variasi campuran 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.

B. Rumusan Masalah

1. Berapa nilai kuat tekan beton dengan menggunakan campuran limbah pecahan beton sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar dengan variasi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dengan mutu FC =18,68 Mpa?
2. Berapa nilai kuat tekan beton optimum dengan menggunakan campuran limbah pecahan beton sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar dengan variasi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dengan mutu FC =18,68 Mpa?
3. Bagaimana pengaruh penambahan campuran limbah pecahan beton sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar dengan variasi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dengan mutu FC =18,68 Mpa terhadap beton normal?

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan Berdasarkan SNI 2847 (2013), beton didefinisikan sebagai campuran semen *Portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). [5] Sifat beton, salah satunya dapat ditentukan oleh kualitas pasta semen yang terdiri atas campuran semen dan air. Faktor untuk mendapatkan beton yang kuat dan tahan lama terletak pada proporsi, cara pencampuran dan sistem pemadatan adukan beton. Beton yang telah mengeras dapat juga disebut sebagai batuan tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air. Campuran antara semen dan air juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama.

A. Semen

Semen Portland adalah Menurut SNI 0013-1981, Portland Cement merupakan bahan perekat dalam campuran beton hasil penghalusan klinker yang senyawa utamanya terdiri dari material calcareous seperti limestone atau kapur dan material argillaceous, seperti besi oksida, serta silica dan alumnina yang berupa lempung. [6]

Fungsi semen dalam beton adalah sebagai bahan aktif yaitu bahan perekat antara agregat yang satu dengan yang lainnya. Semen yang ada pada beton akan bereaksi dengan air kemudian akan membentuk pasta semen. Pasta semen ini selain berfungsi sebagai perekat juga berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga di antara agregat, setelah itu semen dan agregat akan menjadi suatu massa yang kompak atau padat

B. Agregat halus

Agregat halus adalah agregat yang kesemua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,8 mm. Agregat halus dalam beton berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga antara agregat kasar. Agregat halus pada umumnya 25% – 65% volume dari total agregat. Penggunaan agregat halus untuk campuran pembuatan beton haruslah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan agar diperoleh beton yang baik. Menurut SK SNI S-04-1989-F mengenai spesifikasi bahan bangunan, agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagai berikut : [10]

- a. Butir-butirnya tajam dan keras.
- b. Kekal, tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik panas dan hujan). Jika diuji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimal 12% dan jika diuji dengan garam magnesium sulfat bagian yang hancur maksimal 18%.
- c. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- d. Tidak mengandung zat organik yang terlalu banyak, yang dibuktikan dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan diatas endapan diatas agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna pembanding standar.
- e. Modulus halus butir memenuhi antara 1,50-3,80.
- f. Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat halus harus tidak reaktif terhadap alkali.
- g. Agregat halus dari laut/pantai boleh dipakai asal dengan petunjuk lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

C. Agregat kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan butiran-butiran tertinggal diatas ayakan dengan lubang 4,8 mm, tetapi

lolos ayakan 40 mm. Agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton haruslah memenuhi persyaratan yang telah disyaratkan. Menurut SK SNI S-04-1989-F mengenai spesifikasi bahan bangunan agregat kasar, syarat- syarat tersebut adalah:

- a. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori.
- b. Bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh- pengaruh cuaca.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- e. Modulus halus butir agregat kasar antara 6-7,1 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.

D. Limbah pecahan beton

Sangat diperlukan suatu teknologi konstruksi yang dapat mengurangi eksploitasi alam dan dapat memanfaatkan limbah – limbah beton. Salah satu contoh upaya mengurangi dampak tersebut adalah menggunakan kembali limbah beton untuk penggunaan beton baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengaruh limbah beton sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton dan modulus elastisitas. Di Indonesia, limbah konstruksi biasanya tidak dimanfaatkan dengan baik. Sebagian besar dibuang begitu saja dilahan terbuka dan beberapa digunakakan sebagai urukan. Ketersediaan material tersebut sangat banyak , sehingga potensi untuk mendaur ulang sangat mungkin untuk dilakukan sangat diperlukan suatu teknologi konstruksi yang dapat mengurangi eksploitasi alam dan dapat dimanfaatkan limbah-limbah beton. Salah satu contoh upaya mengurangi dampak tersebut adalah menggunakan kembali limbah beton untuk penggunaan beton baru.

Hal ini menjadi alternatif bahan beton yang menguntukan karena agregat yang digunakan adalah agregat yang telah dibuang.

E. Air

Fungsi dari air disini antara lain adalah sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang dapat diminum memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton, air ini harus bebas dari padatan tersuspensi ataupun padatan terlarut yang terlalu banyak, dan bebas dari material organik. Persyaratan air sebagai bahan bangunan, sesuai dengan penggunaannya harus memenuhi syarat menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia (PUBI-1982).

F. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f_c') yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan. Kekuatan karakteristik, kekuatan tekan, tegangan dan regangan, susut dan rangkai, reaksi terhadap temperatur, keawetan dan kedap terhadap air.

III. METODE PENELITIAN

Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Darul 'Ulum Jombang adalah pengambilan data sekunder pengujian bahan dasar agregat dan melakukan pengujian

bahan dasar agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beton. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. data yang diperoleh dari hasil penelitian dengan panduan Standar SNI dan ASTM di Laboratorium, yaitu:

1. Analisa saringan agregat.
2. Berat jenis dan penyerapan.
3. Pemeriksaan berat isi agregat.
4. Pemeriksaan kadar air agregat.
5. Pengujian semen menggunakan alat vicat
6. Perbandingan dalam campuran beton (Mix design).
7. Kekentalan adukan beton segar (Slump test).
8. Uji kuat tekan beton

A. Bahan yang digunakan

1. Agregat halus yang digunakan pasir dari blitar.
2. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dari Trowulan Mojokerto.
3. Semen yang digunakan adalah semen tipe 1 yaitu semen Gresik.
4. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari air sumur Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Darul 'Ulum Jombang.
5. Limbah pecahan beton yang digunakan dari sisa hasil beton yang sudah ditekan di laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Darul 'Ulum Jombang.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Agregat Halus

Tabel 1. Pengujian analisa saringan

Nama percobaan	Satuan	Hasil percobaan Agregat Halus
Berat jenis agregat Halus	Gr/cm ³	2,49
Kadar lumpur agregat halus	%	4
Berat isi agregat halus	Gr/cm ³	1,34
Kelembapan pasir	%	5,68
FM agregat halus		4,83
Penyerapan agregat Halus	%	1,53

B. Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 2. Pemeriksaan Agregat Kasar

Nama percobaan	Satuan	Hasil Percobaan Agregat Kasar
Berat jenis agregat kasar	Gr/cm ³	2,57
Kadar lumpur agregat Kasar	%	5
Berat isi agregat kasar	Gr/cm ³	1,33
Kadar air agregat kasar	%	2,57
FM agregat kasar		8,34
Kemasan agregatv kasar	%	35
Penyerapan agregat kasar	%	2,31
Nilai slump rencana	Mm	60-180
Ukuran agregat maksimum	Mm	20

C. Pemeriksaan limbah pecahan beton

Tabel 3. Pemeriksaan Agregat Kasar

Nama percobaan	Satuan	Hasil Percobaan Agregat Kasar
Berat jenis agregat kasar	Gr/cm ³	2,71
Kadar lumpur agregat Kasar	%	4
Berat isi agregat kasar	Gr/cm ³	1,28
Kadar air agregat kasar	%	3,87
FM agregat kasar		8,55
Kemasan agregatv kasar	%	35
Penyerapan agregat kasar	%	2,48
Nilai slump rencana	Mm	60-180
Ukuran agregat maksimum	Mm	20

D. Setting Time

1. Konsistensi Normal Semen

Tabel 3. Pengujian Konsistensi Normal Semen

konsistensi normal semen			
percobaan nomor	1	2	3
berat semen	300	300	300
berat air (%)	28%	27%	26%
penurunan(cm)	25	15	10
konsistensi	tidak memenuhi	tidak memenuhi	memenuhi

Hasil pemeriksaan dilakukan 3 kali percobaan didapat konsistensi normal semen dengan penurunan 10 mm yaitu dengan kadar air 26%.

2. Waktu Ikat Semen

Tabel 4. Pengujian Setting Time Semen

waktu pengikatan dan pengerasan semen (setting time)		
1	35menit	44 mm
2	45 menit	43 mm
3	60 menit	39 mm
4	75 menit	32 mm
5	90 menit	25 mm
6	105menit	19 mm
7	120 menit	12 mm
8	135 menit	0 mm

Menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan didapat hasil waktu ikat awal semen dengan penurunan maksimal 25 mm yaitu 90 menit dan waktu ikat akhir semen dengan penurunan 0 mm yaitu 135 menit

E. Desain Mix

Maka, dari hasil perencanaan beton didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m³ adalah:

No	Keterangan	Nilai Mix Desain	Notasi
1.	Semen Portland	1,75	Kg
2.	Air	0,84	Kg
3.	Pasir	4,62	Kg
4.	Agregat Kasar	5,51	Kg

Tabel 6.Proporsi Campuran Beton normal m³

No	Keterangan	Nilai Mix Desain	Notasi
1.	Semen Portland	1,75	Kg
2.	Air	0,84	Kg
3.	Pasir	4,62	Kg
4.	Agregat Kasar	5,51	Kg
5.	•Limbah pecahan beton 10%	0,551	Kg
	•Limbah pecahan beton 20%	1,102	Kg
	•Limbah pecahan beton 30%	1,653	Kg
	•Limbah pecahan beton 40%	2,203	Kg
	•Limbah pecahan beton 50%	2,754	

Tabel 7.Proporsi Campuran Beton limbah m³

F. Slump Test

Tabel 8. Slump Test beton normal

No	Komposisi Beton Normal	Umur Beton	Tanggal Pembuatan	Nilai Slump (cm)
1	Normal	28	28 mei 2022	10,0
2	Normal	28	28 mei 2022	9,0
3	Normal	28	28 mei 2022	8,5
4	Normal	28	28 mei 2022	9,5

Tabel 5. Slump Test beton limbah pecahan beton

No	Komposisi limbah pecahan beton	Umur Beton	Tanggal Pembuatan	Nilai Slump (cm)
1	10%	28	30 mei 2022	9,5
2	10%	28	30 mei 2022	10,0
3	10%	28	30 mei 2022	13,0
4	20%	28	31 juni 2022	13,0
5	20%	28	31 juni 2022	14,0
6	20%	28	31 juni 2022	12,0
7	30%	28	30 juni 2022	13,5
8	30%	28	30 juni 2022	13,0
9	30%	28	30 juni 2022	13,5
10	40%	28	21 juni 2022	13,0
11	40%	28	21 juni 2022	14,0
12	40%	28	21 juni 2022	15,5
13	50%	28	17 juni 2022	14,0
14	50%	28	17 juni 2022	14,0
15	50%	28	17 juni 2022	14,5

Nilai *slump* antara beton normal dengan beton campuran limbah pecahan beton. Perbandingan nilai *slump* tersebut beton normal dengan beton campuran mengalami kenaikan.

G. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan Compression Testing Machine untuk mendapatkan beban maksimum yaitu beban pada saat beton hancur.

1. Beton Normal

Tabel 9. Kuat Tekan Beton Normal

No	Variasi	Tanggal buat	Tanggal pengujian	Umur	Massa benda uji	Gaya tekan (kn)	Gaya Tekan (kg/cm2)	Kuat Tekan (kg/cm2)	Kuat Tekan (Mpa)	rata rata (mpa)
1	Beton normal	28/05/2022	28/06/2022	28 hari	11,84	280	28307,16	160,1265	18,91963	18,91963
2	Beton normal	28/05/2022	28/06/2022	28 hari	12,11	285	28812,65	162,9859	19,25748	
3	Beton normal	28/05/2022	28/06/2022	28 hari	12,085	280	28307,16	160,1265	18,91963	
4	Beton normal	28/05/2022	28/06/2022	28 hari	12,18	275	27801,68	157,2671	18,58178	

2. Beton campuran limbah pecahan beton

Tabel 10. Kuat Tekan Beton campuran limbah pecahan beton

No	Variasi	Tanggal buat	Tanggal pengujian	Umur	Massa benda uji	Gaya tekan (kn)	Gaya Tekan (kg/cm2)	Kuat Tekan (kg/cm2)	Kuat Tekan (Mpa)	rata rata (mpa)
5	limbah 10%	30/05/2022	28/06/2022	28 hari	11,79	285	28790,7	153,5	17,9	17,8
6	limbah 10%	30/05/2022	28/06/2022	28 hari	12,31	285	24790,7	153,5	17,9	
7	limbah 10%	30/05/2022	28/06/2022	28 hari	11,99	260	26285,2	148,7	17,6	
8	limbah 20%	15/06/2022	14/07/2022	28 hari	12,47	255	25779,7	145,8	17,2	16,7
9	limbah 20%	15/06/2022	14/07/2022	28 hari	12,99	240	24263,3	137,3	16,2	
10	limbah 20%	15/06/2022	14/07/2022	28 hari	12,45	245	24788,8	140,1	16,6	
11	limbah 30%	20/06/2022	17/07/2022	28 hari	12,35	250	25274,3	143,0	16,9	16,3
12	limbah 30%	20/06/2022	17/07/2022	28 hari	11,62	240	24263,3	137,3	16,2	
13	limbah 30%	20/06/2022	17/07/2022	28 hari	12,34	235	23757,8	134,4	15,9	
14	limbah 40%	21/06/2022	19/07/2022	28 hari	11,9	245	24788,8	140,1	16,6	16,0
15	limbah 40%	21/06/2022	19/07/2022	28 hari	12,075	230	23252,3	133,5	15,5	
16	limbah 40%	21/06/2022	19/07/2022	28 hari	12,006	235	23757,8	134,4	15,9	
17	limbah 50%	27/06/2022	25/07/2022	28 hari	12,46	235	23757,8	134,4	15,9	15,0
18	limbah 50%	27/06/2022	25/07/2022	28 hari	11,985	230	23280,4	128,1	14,2	
19	limbah 50%	27/06/2022	25/07/2022	28 hari	12,115	220	22241,3	125,8	14,9	

3. Grafik kuat tekan



Dari hasil penelitian ,dari grafik diketahui bahwa pada nilai kuat tekan beton mengalami penurunan dari beton

normal sampai variasi penambahan limbah pecahan beton.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Nilai kuat tekan beton pada beton campuran dari tabel 4.30 bisa disimpulkan nilai rata-rata pada variasi 10% =17,8 Mpa, 20% =16,7Mpa, 30% =16,3Mpa, 40% =16,0 dan 50%= 15,0 Mpa masih belum mencapai mutu yang direncanakan.
2. Nilai kuat tekan beton optimum pada penambahan limbah pecahan beton dengan variasi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% mencapai 17,8 Mpa .
3. Untuk pengaruh penambahan limbah pecahan beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap beton normal adalah mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan beton dari setiap variasi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dan belum mencapai mutu yang di rencanakan 18,68Mpa.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian penambahan limbah pecahan beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan berbagai variasi FAS (faktor air semen).
2. Perlu dilakukan penelitian penambahan limbah pecahan beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan melakukan perencanaan curing (perawatan beton) dengan variasi berbeda 3,7,14, dan 28 hari agar dapat hasil yang didapatkan lebih terkontrol.
3. Penambahan zat aditif ndalam campuran beton yang dapat memeperkuat beton atau menambah kekuatan beton dapat dibuat dalam lanjutan penelitian ini.

4. Melakukan penelitian lanjutan dengan dengan menggunakan limbah beton dengan mutu tertentu agar hasil yang didapatkan lebih terkontrol.
5. Bisa digunakan jenis pasir yang berkualitas dari daerah Malang ataupun Lumajang. Sehingga bisa diperoleh mutu beton yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 1991, SNI T – 15 – 1990 – 03, “Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal”, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- ASTM Standards, 2004, ”ASTM C 150 150 – 04 Standard Test Method for Comperssive Strengh of Hydrualic Cement Mortars (Using 2 – 1. Or 50 mm Cube Spesimens)”, ASTM International, West Conshohocken, PA
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung”, SNI 2847:2013, Jakarta:BSN
- Standarisasi Nasional, 1981, “SII 0013-1981 : Mutu Dan Cara Uji Semen Portland”, BSN, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1982, “Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, PUBI-1982”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M, 1979, “Bahan dan Praktek Beton”, Terjemahan oleh Stephanus Hindarko, 1991, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sonia Sonita Munthe, 2019, “Pemanfaatan limbah pecahan beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat tekan belah dengan FAS 0,3 dan 0,5” Universitas Medan Area.

SK SNI S 04-1989-F, 1989, “Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)”, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Tjokrodinuljo, Kadiyono, 2007, “Teknologi Beton”, Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tjokrodinuljo, Kadiyono, 1992, “Bahan Bangunan”, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Wuryati S, Candra R, 2001, “Teknologi Beton”. Yogyakarta: Kansius.