

Pengaruh Penggunaan Limbah Abu Arang Briket Dan Serbuk Batu Bata Merah Sebagai Pengganti Sebagian Semen

Iwan Wikana^{1*}, Theos Hati Saro Harefa¹, Iwan Rahmat Gulo¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta, INDONESIA

*Email: wikana@ukrimuniversity.ac.id

ABSTRAK

Beton didefinisikan sebagai campuran bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan hidrolis (Semen Portland), agregat kasar, agregat halus dan air, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan (campuran atau aditif). Produksi semen menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan. Memanfaatkan limbah abu briket arang dan limbah bubuk bata merah adalah alternatif. Pada penelitian ini digunakan 12 benda uji silinder (15 cm x 30 cm) dengan menggunakan serbuk bata merah dan abu briket arang sebagai pengganti semen secara parsial ditambah 3 buah beton normal dengan ukuran yang sama tanpa menggunakan bahan pengganti semen sebagian. Persentase penggantian sebagian semen dengan bubuk bata merah 2% abu arang briket 6% (BB2A6), bubuk bata merah 2% abu arang briket 9% (BB2A9), bubuk bata merah 2% abu arang briket 12% (BB2A12), dan bubuk bata merah 2% abu briket arang 15% (BB2A15) sesuai berat semen. Dari hasil penelitian, pengaruh penggunaan variasi 2% serbuk bata merah dan abu briket arang 6% adalah variasi yang memiliki nilai kuat tekan rata-rata terbesar yaitu 14,29 MPa dari semua variasi.

Kata kunci: beton normal, abu arang briket, serbuk batu merah

ABSTRACT

Concrete is defined as a mixture of its constituent materials consisting of hydraulic material (Portland Cement), coarse aggregate, fine aggregate and water, with or without the use of added materials (admixture or additives). Cement production produces waste that is harmful to the environment. Utilizing charcoal briquette ash waste and red brick powder waste is an alternative. In this study, 12 cylindrical test objects were used (15 cm x 30 cm) with the use of red brick powder and charcoal briquette ash as a partial replacement for cement plus 3 pieces of normal concrete of the same size without the use of partial cement replacement materials. Percentage of partial replacement of cement with red brick powder 2% briquetted charcoal ash 6% (BB2A6), red brick powder 2% briquetted charcoal ash 9% (BB2A9), red brick powder 2% briquetted charcoal ash 12% (BB2A12), and red brick powder 2% charcoal briquette ash 15% (BB2A15) to the weight of cement. From the research, the effect of using variations of 2% red brick powder and 6% charcoal briquette ash is the variation that has the largest average compressive strength value of 14.29 MPa of all variation."

Keywords: normal concrete, briquette charcoal ash, red stone powder

1. PENDAHULUAN

Pabrikasi semen sering menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan. Limbah abu arang briket dan limbah batu bata yang berlimpah dapat dijadikan salah satu alternatif untuk menggantikan penggunaan semen. Kandungan yang dimiliki abu arang briket dan batu bata hampir sama dengan kadungan dalam semen, sehingga menjadi pengganti semen yang cukup baik.

Pengaruh penggunaan abu arang briket dan serbuk batu bata merah terhadap campuran beton sebagai bahan pengganti semen dapat menjadi solusi dalam meminimalisir penggunaan semen, dengan penelitian ini kita dapat mengetahui berapa kenaikan kuat tekan beton yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh-pengaruh penggunaan abu arang briket dan serbuk batu bata merah terhadap beton normal, mengetahui nilai kuat tekan optimum yang dihasilkan dari penggunaan abu arang briket dan serbuk batu bata merah, dan pemanfaatan limbah abu arang briket dan serbuk batu bata menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan dan produksi semen yang menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Abu Arang Briket

Abu arang briket didefinisikan sebagai butiran halus hasil residu pembakar tempurung kelapa. Dengan adanya air dan arang briket berukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh sebuk halus arang briket akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen, sehingga menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat. Komposisi kimia dari abu arang terdiri atas senyawa kimia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia abu arang

Nama Umum	Berat (%)
Kalsium Oksida (CaO)	19,2
Silika (SiO ₂)	36,5
Alumina (Al ₂ O ₃)	10,9
Ferrit Oksida (Fe ₂ O ₃)	7,5
Magnesium Oksida (MgO)	10,3
Kalsium Oksida (CaO)	1,1
Potassium Pentaoksida (P ₂ O ₅)	1,7

Sumber: Adesembe (2009)

2.2. Serbuk Batu Bata Merah

Penggunaan batu bata merah untuk membentuk zat perekat apabila ditambahkan pada reaksi antara semen dan air.

Tabel 2. Komposisi senyawa kimia batu bata

Senyawa	Batu bata
Silika (SiO ₂)	60,6 %
Alumina (Al ₂ O ₃)	19,2 %
Ferrit Oksida (Fe ₂ O ₃)	8,1 %
Kalsium Oksida (CaO)	2,5 %
Magnesium Oksida (MgO)	2,9 %

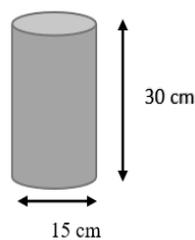
Sumber : Tahir,(2020)

2.3. Perawatan (*Curing*) Beton

Curing dilakukan untuk menjaga kelembaban beton sehingga mutu beton yang diinginkan dapat tercapai.

2.4. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah perbandingan antara tingkatan beban yang diberikan dengan luas penampang.



Gambar 1. Benda Uji Kuat Tekan Beton

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990 dengan persamaan sebagai berikut:

$$f' = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan:

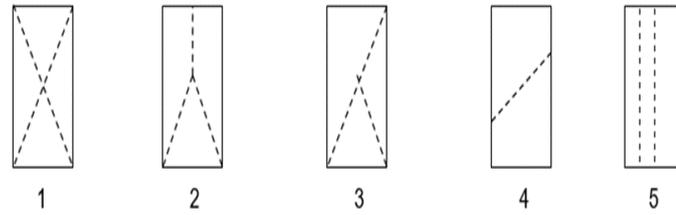
f'_c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban maksimum (kN)

A = luas penampang benda uji (cm²)

2.5. Model Keruntuhan Beton

Keruntuhan pada beton yang berbentuk silinder setelah dibebani disajikan pada Gambar 2.2.

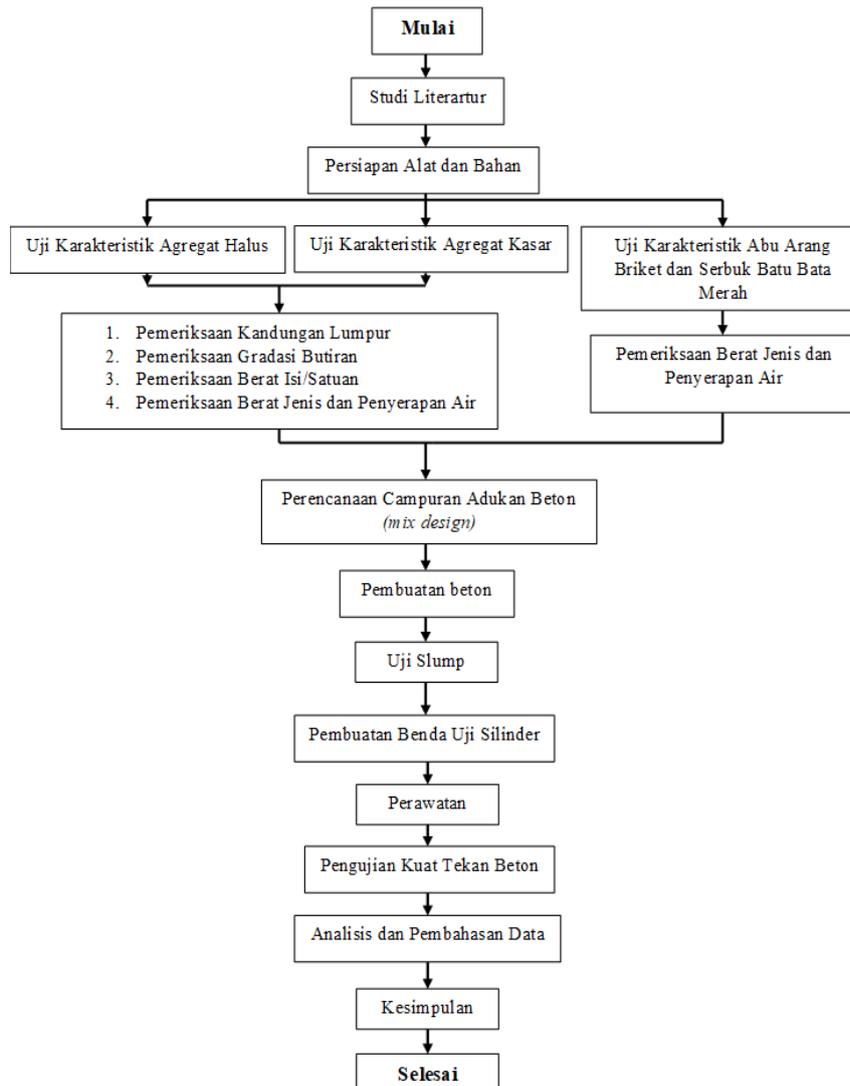


Gambar 2 Sketsa Gambar Bentuk Kehancuran Pada Benda Uji
Sumber : SNI 1974:2011

Keterangan :

1. Hancur kerucut
2. Hancur kerucut dan belah
3. Hancur kerucut dan geser
4. Hancur geser
5. Hancur sejajar sumbu tegak (kolumnar).

Tahapan pelaksanaan dari penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 3.

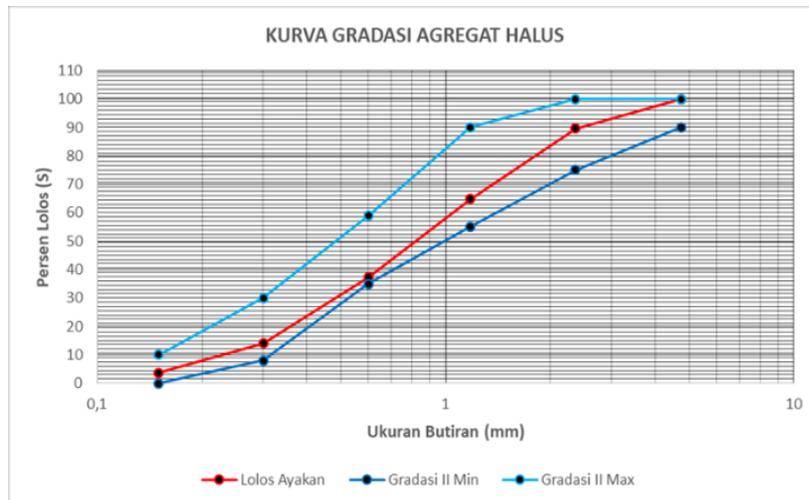


Gambar 3. Kerangka Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan gradasi dan modulus halus butir agregat

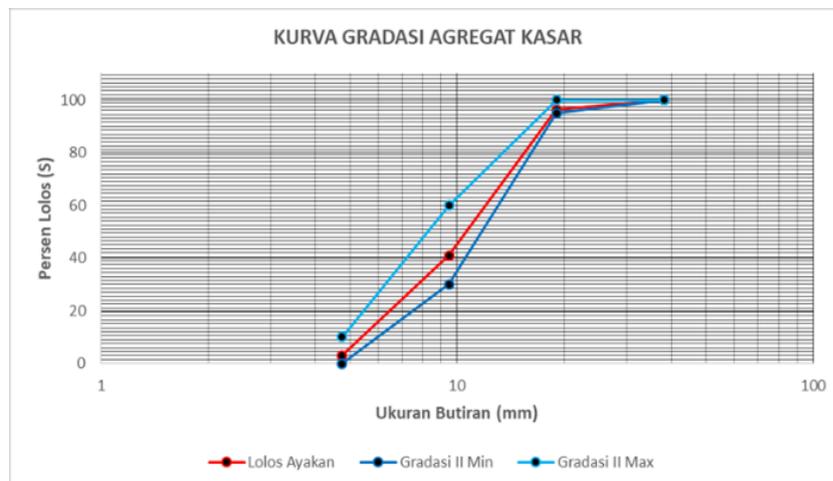
1. Agregat Halus



Gambar 4. Kurva gradasi agregat halus
 Sumber : Hasil pengujian

Dari hasil pemeriksaan ini, kemudian dibandingkan dengan standar, tampak bahwa agregat halus ini terletak pada daerah gradasi golongan II yang menyatakan bahwa kondisi pasir adalah bergradasi agak kasar.

2. Agregat Kasar



Gambar 5. Kurva gradasi agregat kasar
 Sumber : Hasil pengujian

Hasil gradasi ukuran lolos ayakan menunjukkan bahwa ukuran maksimum agregat kasar adalah sebesar 20 mm.

3.1. Hasil pemeriksaan Specific Gravity Abu Arang Briket

Hasil pemeriksaan *specific gravity* abu arang Briket dapat dilihat pada Tabel 3.

Parameter	Percobaan 1	Percobaan 2
Gs	1,48	1,64
Gs rata-rata	1,56	
Absorbsi	2,76	2,60
Absorbsi rata-rata	2,68	

Sumber : Hasil pengujian

3.2. Hasil Pemeriksaan Specific Gravity Serbuk Batu Bata Merah

Hasil pemeriksaan *specific gravity* serbuk batu bata merah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan *specific gravity* serbuk batu bata merah

Parameter	Percobaan 1	Percobaan 2
Gs	2,65	2,29
Gs rata-rata	2,47	
Absorbsi	1,87	1,84
Absorbsi rata-rata	1,85	

Sumber : Hasil pengujian

3.2. Mix Design

Perencanaan campuran menggunakan metode SNI 03-2834-2000 untuk komposisi beton. Komposisi kebutuhan bahan campuran beton untuk 1 (satu) adukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi kebutuhan bahan campuran beton untuk 1 adukan

Variasi	Air (kg)	kerikil (kg)	Pasir (kg)	Semen (kg)	Batu Bata Merah (kg)	Arang Briket (kg)	Jumlah
BN	3,26	16,05	12,35	5,62	-	-	3
BB2A6	3,26	16,05	12,35	5,36	0,09	0,17	3
BB2A9	3,26	16,05	12,35	5,28	0,09	0,25	3
BB2A12	3,26	16,05	12,35	5,20	0,09	0,33	3
BB2A15	3,26	16,05	12,35	5,11	0,09	0,42	3
Total	16,29	80,23	61,77	26,57	0,35	1,17	15

Sumber : Hasil pengujian

3.3. Hasil Pemeriksaan Slump Beton Segar

Hasil pemeriksaan *slump* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pemeriksaan slump beton segar

Pengukuran	BN	BB2A6	BB2A9	BB2A12	BB2A15
Pengukuran 1	8 cm	7 cm	6 cm	5,7 cm	2 cm
Pengukuran 2	10,5 cm	6,5 cm	4,8 cm	4,5 cm	3,5 cm
Pengukuran 3	12 cm	8 cm	5,5 cm	3,8 cm	4,5 cm
Rata-rata	10,2 cm	7,2 cm	5,4 cm	4,7 cm	3,3 cm

Sumber : Hasil pengujian

Dari Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin besar penggunaan abu arang briket akan menurunkan sifat *workability* atau kelecakan yang mengakibatkan adukan beton bersifat lebih kental dan kaku.

3.4. Hasil pengujian kuat tekan benda uji

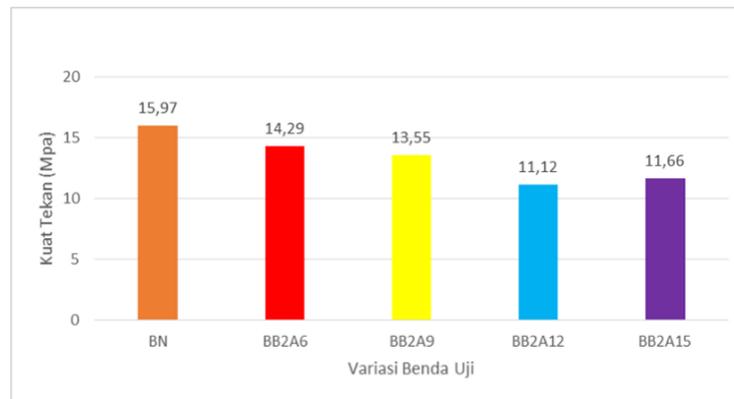
Sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu dilakukan penimbangan benda uji dengan timbangan digital analog untuk mengetahui berat masing-masing benda uji. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan *Compression Machine* tipe MB 2000 dengan kapasitas 2000 kN.

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan

Kode	Berat benda uji (kg)	Berat satuan (kg/cm ³)	Berat satuan rerata (kg/cm ³)	Luas penampang (mm ²)	Beban maks		Kuat tekan pada umur uji (MPa)	Kuat tekan rerata (MPa)
					(kN)	(N)		
BN	11,82	2,23		17662,5	296	296000	16,76	
BN	11,73	2,21	2,23	17662,5	293	293000	16,59	15,97
BN	11,85	2,23		17662,5	257	257000	14,55	
BB2A6	11,81	2,23		17662,5	238	238000	13,47	
BB2A6	11,66	2,20	2,21	17662,5	255	255000	14,44	14,29
BB2A6	11,75	2,22		17662,5	264	264000	14,95	
BB2A9	11,64	2,20		17662,5	248	248000	14,04	
BB2A9	11,66	2,20	2,19	17662,5	234	234000	13,25	13,55
BB2A6	11,61	2,19		17662,5	236	236000	13,36	
BB2A12	11,63	2,19	2,19	17662,5	193	193000	10,93	11,12

Kode	Berat benda uji (kg)	Berat satuan (kg/cm ³)	Berat satuan rerata (kg/cm ³)	Luas penampang (mm ²)	Beban maks		Kuat tekan pada umur uji (MPa)	Kuat tekan rerata (MPa)
					(kN)	(N)		
BB2A12	11,65	2,20		17662,5	195	195000	11,04	
BB2A12	11,53	2,17		17662,5	201	201000	11,38	
BB2A15	11,37	2,14	2,16	17662,5	220	220000	12,46	11,66

Sumber : Hasil pengujian



Gambar 6. Diagram Hasil Kuat Tekan Rata-rata

Sumber : Hasil pengujian

3.5. Pembahasan

Pada beton dengan penggunaan serbuk batu bata merah 2 % dan abu arang briket 6 % (BB2A6) hasil kuat tekan rata-rata sebesar 14,29 MPa, dan berat satuan 2,17 kg/cm³. Hasil kuat tekan turun namun hampir mendekati, dengan penurunan sebesar 2,53 MPa atau sekitar 10,52 % dari hasil kuat tekan rata-rata beton normal.

Pada beton dengan penggunaan serbuk batu bata merah 2 % dan abu arang briket 9 % (BB2A9) hasil kuat tekan rata-rata sebesar 13,55 MPa, dan berat satuan 2,19 kg/cm³. Hasil kuat tekan turun namun hampir mendekati, sebesar 2,42 MPa atau sekitar 15,13 % dari hasil kuat tekan rata-rata beton normal.

Pada beton dengan penggunaan serbuk batu bata merah 2 % dan abu arang briket 12 % (BB2A12) hasil kuat tekan rata-rata sebesar 11,12 MPa, dan berat satuan 2,19 kg/cm³. Hasil kuat tekan turun sebesar 4,85 MPa atau sekitar 30,38 % dari hasil kuat tekan rata-rata beton normal.

Pada beton dengan penggunaan serbuk batu bata merah 2 % dan abu arang briket 15 % (BB2A15) hasil kuat tekan rata-rata sebesar 11,66 MPa, dan berat satuan 2,16 kg/cm³. Hasil kuat tekan menurun sebesar 4,31 MPa atau sekitar 26,95 % dari hasil kuat tekan rata-rata beton normal.

Hasil kuat tekan rata-rata pada variasi BB2A15 lebih besar dibandingkan hasil kuat tekan rata-rata pada variasi BB2A12. Hal tersebut disebabkan karena perbedaan tahapan penuangan material kedalam molen.

Tahapan penuangan material beton normal, beton variasi BB2A6, BB2A9, BB2A15 kedalam molen yaitu pasir, kerikil, semen, abu arang briket, serbuk batu bata merah, dan air secara bertahap yang merupakan rencana awal dari tahapan penuangan material kedalam molen. Pengadukan material setiap variasi benda uji dilakukan secara berurutan. Beton normal merupakan pengadukan material yang pertama lalu selanjutnya pengadukan material beton variasi BB2A6, BB2A9, BB2A12 dan BB2A15. Dalam tahapan penuangan material beton normal abu arang briket dan serbuk batu bata merah tidak digunakan.

Pada adukan beton variasi BB2A12 tahapan penuangan material kedalam molen yaitu pasir, semen, abu arang briket, serbuk batu bata merah, kerikil, dan air secara bertahap. Hal ini awalnya dimaksudkan agar proses pengadukan beton dapat lebih cepat dan merata (*homogen*) serta kemudahan pada pekerjaan pencampuran (*workability*). Namun, hal ini kurang efisien untuk diterapkan karena membutuhkan waktu yang lebih lama lagi agar material dalam molen merata (*homogen*) dan lebih sulit dikerjakan.

Kurangnya senyawa kimia kapur (CaO) reaksi antara semen dan bahan pengganti sebagian semen (serbuk batu bata merah dan abu arang briket) terhadap air akan bereaksi lambat, yang menghasilkan panas yaitu hidrasi semen yang menurun. Dengan menurunnya hidrasi semen maka berpengaruh terhadap kekerasan semen atau beton sehingga kontribusinya dalam peningkatan kekuatan menurun.

Dari pengamatan benda uji setelah dibelah ditemukan adanya pemisahan dari berbagai bahan campuran beton, yaitu kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton (segregasi). Hal ini terjadi akibat kurangnya kelecakan atau nilai slump yang terlalu rendah pada campuran adukan beton dan sangat berpengaruh terhadap kualitas benda uji.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan serbuk batu bata merah dan abu arang briket pada bahan campuran berpengaruh terhadap kuat tekan, dan berat satuan benda uji beton normal.
2. Nilai kuat tekan beton dengan penggunaan variasi serbuk batu bata merah 2% dan abu arang briket 6%, merupakan variasi dengan nilai kuat tekan rata-rata terbesar 14,29 MPa yang tertinggi dibandingkan semua variasi yang lain, tetapi masih rendah jika dibandingkan dengan beton normal dengan kuat tekan rata-rata 15,97 MPa.
3. Dengan penggunaan abu arang briket dan serbuk batu bata merah sebagai pengganti sebagian semen dapat menjadi alternatif mengurangi penggunaan semen, namun dari hasil kuat tekan beton yang di dapatkan maka umumnya digunakan pada pekerjaan beton non-struktural.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesembe, M. Onesta. 2009. Pengaruh Penambahan Abu Arang Terhadap Kuat
Annual Book of American Society of Material and Testing (ASTM) C 618-85. 1987. Fly Ash and Raw or Calcined
Natural Pozzolan for Use as Mineral Admixture in Portland Cement Concrete. Philadelphia.
- Annual Book of American Society of Material and Testing (ASTM) C 39/C 39M-05. 2008. Standard Test Method for
Compressive Strength of Cylindrical.
- Annual Book of American Society of Material and Testing (ASTM) C-33. 1999. Standard Specification For Concrete
Aggregates.
- Annual Book of American Society of Material and Testing (ASTM) C6 618-86.
- Badan Standardisasi Nasional. SK SNI T-15-1990-03. Perhitungan Rancangan Campuran Beton. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-2834-1992. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-2834-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung
(Beta Version). Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 1974:2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 2847:2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta.
- Haris, Suratnan Tahir. 2020. Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton dengan Mensubstitusikan Limbah Batu Bata Pada
Semen. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Madako Tolitoli.
- Mulyono, T., 2003, Teknologi Beton, Andi Offset, Yogyakarta.
- Suseno, H. 2010. Bahan Bangunan Untuk Teknik Sipil. Malang : Bargie Media.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1992. Teknologi Beton. Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas
Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Widjoko, L. 2010. Asosiasi Semen Indonesia. Kebutuhan Semen Domestik. Program Studi Teknik Sipil Universitas
Bandar Lampung.