

Pengaruh Abu Batu Terhadap Kuat Tekan Beton Pasca Pembakaran

Tanjung Rahayu Raswitaningrum^{1*}, Randy Fajar Aris Setiawan¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakar
Jl. Cempaka Putih Tengah XXVII

*Corresponding Author: tanjungrahayu@yahoo.com

Abstrak

Beton adalah material pembentuk struktur bangunan yang umum digunakan. Beton memiliki banyak kelebihan seperti memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah memperoleh bahan penyusunnya dan pembentukannya, serta lebih tahan terhadap korosi dan temperatur tinggi jika dibandingkan dengan baja. Meskipun demikian, tidak berarti beton akan memiliki kuat tekan yang sama jika menerima temperatur yang tinggi seperti kebakaran. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur tinggi terhadap kuat tekan beton dengan membandingkan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton campuran yang menggunakan abu batu sebagai bahan tambah. Mutu beton rencana pada penelitian ini memiliki kuat tekan f_c 20,75 MPa dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Variasi temperatur yang diberikan adalah 300°C, 600°C, dan 900°C. Metode pembakaran yang digunakan adalah menggunakan tungku selama 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton akan menurun seiring naiknya temperatur pembakaran. Kuat tekan beton normal dengan variasi pembakaran 300°C, 600°C, dan 900°C berturut-turut adalah 19,19 MPa, 12,58 MPa, dan 9,26 MPa. Penggunaan abu batu sebagai bahan tambah pada beton akan meningkatkan kuat tekan beton jika dibandingkan dengan kuat tekan beton yang tidak menggunakan abu batu. Kuat tekan beton campuran dengan variasi pembakaran 300°C, 600°C, dan 900°C berturut-turut adalah 19,06 MPa, 15,04 MPa, dan 10,88 MPa.

Kata kunci: beton, kuat tekan, abu batu, temperatur, pembakaran

Abstract

Concrete is a building material that is commonly used. Concrete has many advantages such as having high compressive strength, easy to obtain constituent materials and their formation, and is more resistant to corrosion and high temperatures when compared to steel. However, this does not mean that concrete will have the same compressive strength if it receives high temperatures such as fire. This research will be conducted to determine the effect of high temperatures on the compressive strength of concrete by comparing the compressive strength of normal concrete with the compressive strength of mixed concrete using stone ash as an additive. The concrete quality of this research plan has a compressive strength of 20,75 MPa with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. The temperature variations given are 300°C, 600°C, and 900°C. The combustion method used is to use a furnace for 60 minutes. The results show the compressive strength of concrete will decrease with rising combustion temperatures. The compressive strength of normal concrete with a combustion variation of 300°C, 600°C, and 900°C are 19,19 MPa, 12,58 MPa and 9,26 MPa, respectively. The use of stone ash as an additive in concrete will increase the compressive strength of concrete as compared to the compressive strength of concrete that does not use stone ash. 300°C, 600°C, and 900°C respectively were 19,06 MPa, 15,04 MPa and 10,88 MPa.

Keywords: concrete, compressive strength, stone ash, temperature, burning

PENDAHULUAN

Beton adalah material pembentuk struktur bangunan yang umum digunakan. Beton memiliki banyak kelebihan seperti memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah memperoleh bahan penyusunnya dan

pembentukannya, serta lebih tahan terhadap korosi dan temperatur tinggi jika dibandingkan dengan baja. Meskipun demikian, tidak berarti beton akan memiliki kuat tekan yang sama jika menerima temperatur yang tinggi seperti kebakaran. Perubahan temperatur yang cukup

tinggi, seperti yang terjadi pada peristiwa kebakaran, akan berpengaruh terhadap mutu beton. Umumnya struktur bangunan tidak dapat digunakan kembali setelah mengalami peristiwa kebakaran karena mutu beton sudah menurun.

Masalah utama yang dihadapi dalam menangani bangunan pasca kebakaran adalah bagaimana menaksir kekuatan sisa bangunan pasca kebakaran. Dengan diketahuinya kekuatan sisa, dapat dilakukan tindakan perbaikan yang paling efisien untuk memulihkan kondisinya seperti semula. Dengan demikian, bangunan yang telah mengalami kebakaran dapat difungsikan kembali. Selama ini, bangunan yang telah mengalami kebakaran langsung dibongkar/dihancurkan (*demolished action*), padahal mungkin elemen struktur bangunan yang terbakar tersebut masih memiliki kekuatan.

Menurut Wahyuni, E dan Anggraini, R (2010), perubahan temperatur yang cukup tinggi seperti kebakaran akan berpengaruh terhadap elemen-elemen struktur. Pada proses tersebut terjadi siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian yang menyebabkan adanya perubahan fase fisis dan kimiawi secara kompleks. Hal ini akan mempengaruhi kualitas atau kekuatan struktur beton dan akan menyebabkan beton menjadi getas.

Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kegetasan beton adalah porositas. Semakin besar faktor air semen yang digunakan, maka porositas juga akan semakin besar. Porositas pada beton menyebabkan tingkat kegetasan beton lebih tinggi dan mengurangi mutu beton lebih besar ketika terjadi kebakaran. Banyak penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan mutu beton seperti penggunaan material yang dapat diperoleh di alam, penggunaan bahan kimia, hingga pemanfaatan limbah industri dan limbah rumah tangga. Untuk mengurangi penggunaan faktor air semen yang besar namun tetap memperhatikan *workability* dalam pengecoran, seringkali digunakan bahan tambah (*admixture*) plastisizer. Hal lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi porositas beton adalah menambah abu batu sebagai

material penyusun beton selain semen, kerikil, pasir, dan air. Penggunaan abu batu diharapkan dapat mengurangi penurunan kuat tekan beton pasca pembakaran pada temperatur tinggi.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi bahan pengikat (pada umumnya terdiri dari semen hidrolis dan air), agregat halus (pasir), dan agregat kasar (koral/batu pecah) dengan atau tanpa bahan tambahan (SNI 03-2847-2013). Sifat beton dipengaruhi oleh bahan pembentuknya serta cara membuatnya. Semen berfungsi sebagai pengikat beton itu sendiri. Untuk kadar lumpur, gradasi, berat jenis agregat mempengaruhi kekuatan beton. Menurut Murdock dan Brook (2003), gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaannya, sedangkan agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas dan kuantitas air mempengaruhi pengerasan dan kekuatan beton.

Dalam suatu proses pembuatan beton, yang perlu diperhatikan adalah kekuatan, keekonomisan, dan durabilitas bahan dari beton tersebut. Durabilitas adalah daya tahan suatu bahan terhadap beban yang akan diterimanya. Pembuatan beton melalui proses perhitungan kadar air, jumlah semen dan jumlah agregat yang diperlukan. Setelah proses perhitungan, akan dilakukan proses pembuatan beton dengan bahan-bahan yang telah dihitung. Setelah beton terbentuk, dilakukanlah proses perawatan selama 28 hari. Seiring dengan mencapainya umur beton, maka beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$). Pada saat keras, beton diharapkan mampu memikul beban sesuai rencana sehingga sifat utama yang harus dimiliki oleh beton adalah kekuatannya.

Abu batu merupakan hasil penggerusan dari produksi batu pecah. Abu batu merupakan abu yang mengandung banyak silika, alumina dan mengandung senyawa alkali, besi, dan kapur walaupun dalam kadar yang rendah. Dari setiap daerah, komposisi abu batu digunakan dalam adukan beton terutama untuk memperbaiki sifat dari beton. Pemakaian abu batu dapat menghemat pemakaian semen. Abu

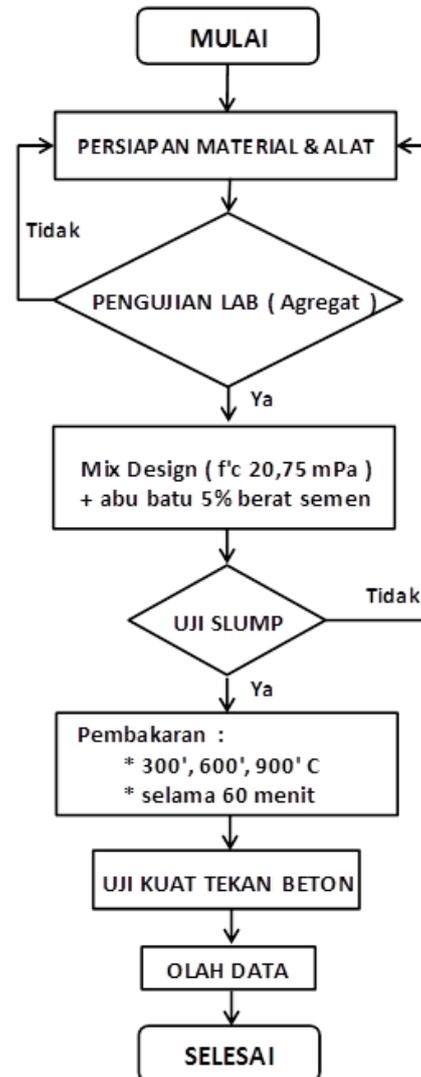
batu mengandung senyawa silika yang sangat halus yang bersifat amorf sehingga mampu mengeras bila dicampur dengan semen. Senyawa yang terjadi, antara silika amorf dan kapur adalah senyawa silikat kalsium yang sukar larut dalam air. Kemampuan pengerasan dari abu batu karena adanya bagian-bagian silika amorf yang halus.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu eksperimen (percobaan) di laboratorium yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur tinggi terhadap beton normal dengan tambahan abu batu. Pengujian kuat tekan dilakukan sebanyak 12 (dua belas) sampel uji dengan variasi temperatur 300°, 600°, dan 900° C selama 60 menit.

Parameter uji laboratorium menggunakan standar ASTM C 33 (*Standard Specification for Concrete Aggregate*). Pengujian material meliputi pengujian berat jenis, kadar air agregat, kadar lumpur agregat, analisa saringan, modulus kehalusan, berat jenis agregat, dan penyerapan agregat (halus & kasar). *Mix design* mengikuti SNI 03-2834-2000 untuk beton normal ($f'c$ 20,75 MPa), serta beton campuran dengan tambahan abu batu jenis andesit 5 % dari berat semen dan *plasticizer* 0,5 %. Abu batu yang digunakan adalah batu andesit yang berasal dari Cianjur Jawa Barat yang kemudian *dicrushing* hingga menjadi abu batu dengan ukuran lolos saringan 75 microns. *Slump* yang direncanakan adalah 10 cm hingga 12 cm.

Setelah hasil uji kuat tekan didapatkan, data perbandingan tersebut diujisecara statistik yaitu dengan uji *student-t*. Hasil uji tekan meliputi kuat tekan beton normal dan beton campuran dengan abu batu andesit serta *plasticizer*.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan menggunakan mesin uji tekan untuk semua benda uji. Hasilnya berupa gaya (P) yang terjadi pada saat benda uji hancur. Berdasarkan data gaya tekan dan luas penampang kubus, maka kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f'c = P/A$$

dimana :

$$f'c = \text{Kuat tekan (N/mm}^2\text{)}$$

$$P = \text{Gaya tekan (N)}$$

$$A = \text{Luas penampang (mm}^2\text{)}$$

Analisis data yang dilakukan adalah analisis statistik *student-t*, digunakan untuk mengetahui kuat tekan rata-rata beton normal dan beton campuran setelah dibakar. Uji statistik *student-t* dihitung menggunakan rumus:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Dimana : t = t hitung

X = Nilai sampel

X_i = nilai x ke i

\bar{x} = Rata-rata sampel

μ_0 = Rata-rata spesifik

S = Standar deviasi sampel

n = Jumlah sampel



Gambar 2. Daerah penerimaan dan penolakan uji statistik *student-t*

Data hasil penelitian yang dilakukan pada beton normal dan beton campuran yakni nilai P_{max} , dibagi dengan luas permukaan benda uji yang ditekan akan menghasilkan kuat tekan beton ($f'c = P/A$) yang disajikan pada tabel 1 dan 2. Hasil pengujian pada tabel 1 dan 2 adalah hasil uji beton setelah pembakaran pada temperatur 300°C, 600°C, dan 900°C selama 60 menit. Namun hasil tersebut belum diuji statistik *student-t*.

Tabel 1. Hasil kuat tekan beton normal

No.	ID Sampel	Diameter	Luas Permukaan	Beban		Kuat Tekan
		cm	cm ²	Kgf	kN	Mpa
1	BN 300 c'	15.00	176.63	42280	414	19.87
2	BN 300 c'	15.00	176.63	40350	395	18.96
3	BN 300 c'	15.00	176.63	40150	393	18.87
4	BN 300 c'	15.00	176.63	41300	434	19.41
Rata-rata :						19.28
5	BN 600 c'	15.00	176.63	29400	288	13.82
6	BN 600 c'	15.00	176.63	27050	265	12.71
7	BN 600 c'	15.00	176.63	25400	249	11.94
8	BN 600 c'	15.00	176.63	28500	260	12.45
Rata-rata :						12.73
9	BN 900 c'	15.00	176.63	20040	196	9.42
10	BN 900 c'	15.00	176.63	20200	198	9.49
11	BN 900 c'	15.00	176.63	19350	190	9.09
12	BN 900 c'	15.00	176.63	18800	184	8.83
Rata-rata :						9.21

Tabel 2. Hasil kuat tekan beton campuran

No.	ID Sampel	Diameter	Luas Permukaan	Beban		Kuat Tekan
		cm	cm ²	Kgf	kN	Mpa
1	AB 300 c'	15.00	176.63	40600	398	19.08
2	AB 300 c'	15.00	176.63	41020	402	19.28
3	AB 300 c'	15.00	176.63	40050	392	18.82
4	AB 300 c'	15.00	176.63	38050	353	18.94
Rata-rata :						18.53
5	AB 600 c'	15.00	176.63	32400	318	15.23
6	AB 600 c'	15.00	176.63	33800	331	15.88
7	AB 600 c'	15.00	176.63	29050	285	13.65
8	AB 600 c'	15.00	176.63	31600	310	14.85
Rata-rata :						14.90
9	AB 900 c'	15.00	176.63	22000	216	10.34
10	AB 900 c'	15.00	176.63	24800	241	11.56
11	AB 900 c'	15.00	176.63	23700	232	11.14
12	AB 900 c'	15.00	176.63	22600	221	10.62
Rata-rata :						10.91

Tabel 3. Nilai *student-t* beton normal pada pembakaran 300°C

Beton normal (pembakaran 300 ° c)									
No. Sampel	Nilai Kuat Tekan (X)	X - μ_0	s	\sqrt{n}	t hitung	t tabel	Batas kiri	Batas kanan	Keterangan
1	19.87	Mpa	0.560	2	2.075				Ditolak
2	18.96	Mpa	-0.317	0.48024	-1.380		-2.353	2.353	Diterima
3	18.87	Mpa	-0.407	-1.771					Ditolak
4	19.41	Mpa	0.133	0.576					Diterima
Rata-rata (μ_0)		19.28	Mpa						
Rata-rata hasil yang diterima adalah					=	19.19	Mpa		

Tabel 4. Nilai *student-t* beton normal pada pembakaran 600°C

Beton normal (pembakaran 600 ° c)									
No. Sampel	Nilai Kuat Tekan (X)	X - μ_0	s	\sqrt{n}	t hitung	t tabel	Batas kiri	Batas kanan	Keterangan
1	13.82	Mpa	1.090	2	2.746				Ditolak
2	12.71	Mpa	-0.029	0.78994	-0.043		-2.353	2.353	Diterima
3	11.94	Mpa	-0.790	-1.686					Ditolak
4	12.45	Mpa	-0.280	-0.598					Diterima
Rata-rata (μ_0)		12.73	Mpa						
Rata-rata hasil yang diterima adalah					=	12.58	Mpa		

Tabel 5. Nilai *student-t* beton normal pada pembakaran 900°C

Beton normal (pembakaran 900 ° c)									
No. Sampel	Nilai Kuat Tekan (X)	X - μ_0	s	\sqrt{n}	t hitung	t tabel	Batas kiri	Batas kanan	Keterangan
1	9.42	Mpa	0.213	2	1.386				Diterima
2	9.49	Mpa	0.283	0.3062	1.845		-2.353	2.353	Ditolak
3	9.09	Mpa	-0.118	-0.767					Diterima
4	8.83	Mpa	-0.378	-2.466					Ditolak
Rata-rata (μ_0)		9.21	Mpa						
Rata-rata hasil yang diterima adalah					=	9.26	Mpa		

Tabel 6. Nilai *student-t* beton campuran dengan abu batu pada pembakaran 300°C

Beton dengan campuran abu batu (pembakaran 300 ° C)									
No. Sampel	Nilai Kuat Tekan (X)	X - μ0	s	√n	t hitung	t tabel		Keterangan	
						Batas kiri	Batas kanan		
1	19,08	Mpa	0,550	1,0766	2	1,022	-1,638	1,638	Diterima
2	19,28	Mpa	0,750			1,393			Diterima
3	18,82	Mpa	0,290			0,539			Diterima
4	16,94	Mpa	-1,590			-2,954			Ditolak
Rata-rata (μ0)	18,53	Mpa							
Rata - rata hasil yang diterima adalah					=	19,06	Mpa		

Tabel 7. Nilai *student-t* beton campuran dengan abu batu pada pembakaran 600°C

Beton dengan campuran abu batu (pembakaran 600 ° C)									
No. Sampel	Nilai Kuat Tekan (X)	X - μ0	s	√n	t hitung	t tabel		Keterangan	
						Batas kiri	Batas kanan		
1	15,23	Mpa	0,328	0,93707	2	0,699	-1,638	1,638	Diterima
2	15,88	Mpa	0,9775			2,086			Ditolak
3	13,65	Mpa	-1,2525			-2,673			Ditolak
4	14,85	Mpa	-0,053			-0,112			Diterima
Rata-rata (μ0)	14,90	Mpa							
Rata - rata hasil yang diterima adalah					=	15,04	Mpa		

Tabel 8. Nilai *student-t* beton campuran dengan abu batu pada 900°C

Beton dengan campuran abu batu (pembakaran 900 ° C)									
No. Sampel	Nilai Kuat Tekan (X)	X - μ0	s	√n	t hitung	t tabel		Keterangan	
						Batas kiri	Batas kanan		
1	10,34	Mpa	-0,575	0,54292	2	-2,118	-1,638	1,638	Ditolak
2	11,56	Mpa	0,645			2,376			Ditolak
3	11,14	Mpa	0,225			0,829			Diterima
4	10,62	Mpa	-0,295			-1,087			Diterima
Rata-rata (μ0)	10,92	Mpa							
Rata - rata hasil yang diterima adalah					=	10,88	Mpa		

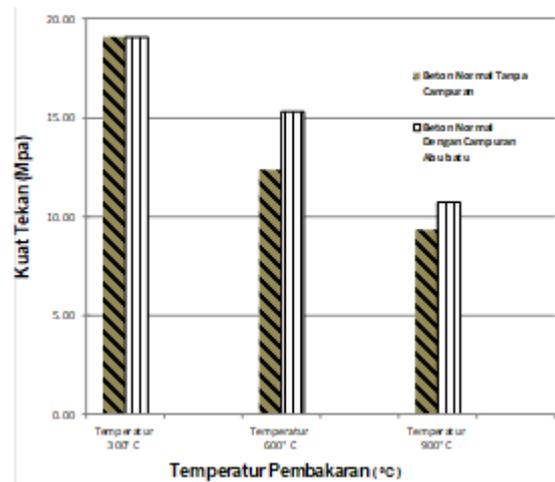
Berdasarkan analisis yang dilakukan, setelah melewati uji *student-t*, hasil kuat tekan beton normal (tanpa campuran abu batu dan *plasticizer*) mendapatkan hasil 19,19 MPa atau mengalami penurunan sebesar 7,52 % pada temperatur 300°C, 12,58 MPa dengan penurunan 39,37 % pada temperatur 600°C, dan 9,26 MPa dengan penurunan 55,37 % pada temperatur 900°C. Hasil kuat tekan beton campuran (dengan campuran abu batu 5% dan *plasticizer* 0,5%) didapat hasil 19,06 MPa atau mengalami penurunan sebesar 8,14 % pada temperatur 300°C, 15,04 MPa dengan penurunan 27,52 % pada temperatur 600°C dan 10,88 MPa dengan penurunan 47,57 % pada temperatur 900°C.

Berikut adalah nilai kuat tekan dan tingkat penurunan pada variasi temperatur temperatur 300°, 600°, dan 900° C.

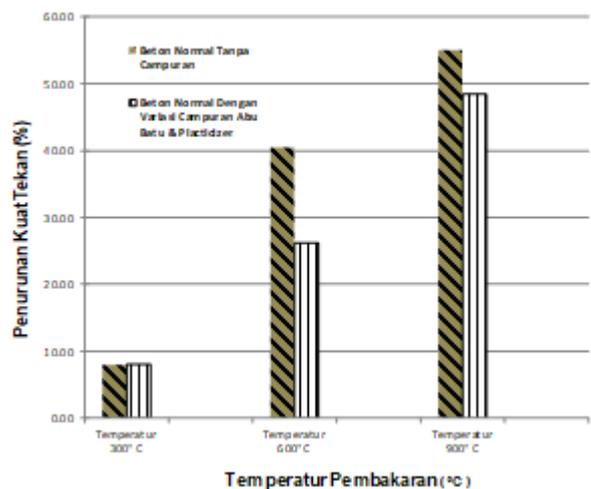
Tabel 9. Nilai perbandingan kuat beton normal dengan beton campuran

Parameter	Beton Normal			Beton Campuran		
	300°C	600°C	900°C	300°C	600°C	900°C
Kuat Tekan (Mpa)	19.19	12.58	9.26	19.06	15.04	10.88
Persentase Penurunan (%)	7.52	39.37	55.37	8.14	27.52	47.57

Berikut diagram perbandingan kuat tekan beton normal dan campuran.



Gambar 3. Diagram perbandingan nilai kuat tekan (MPa)



Gambar 4. Diagram perbandingan penurunankuat tekan (%)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data di atas diperoleh simpulan antara lain:

1. Kuat tekan beton akan menurun seiring naiknya temperatur pembakaran. Kuat tekan beton normal dengan variasi pembakaran 300°C, 600°C, dan 900°C berturut-turut adalah 19,19 MPa, 12,58 MPa, dan 9,26 MPa.
2. Penggunaan abu batu sebagai bahan tambah pada beton akan meningkatkan kuat tekan beton sebesar jika dibandingkan dengan kuat tekan beton yang tidak menggunakan abu batu. Kuat tekan beton campuran dengan variasi pembakaran 300°C, 600°C, dan 900°C berturut-turut adalah 19,06 MPa, 15,04 MPa, dan 10,88 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- American Standard Testing and Material. C33-03 Standard Specification for Concrete Aggregates.
- American Standard Testing and Material Chapter 5. Aggregates for Concrete. Design and Control of Concrete Mixtures EB001.
- A., Irma Aswani, Taufieq, Nur Anny Surya Ningsih, dan Aras, Abdul Hamid. Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Kuat Tekan Beton. Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar.
- Standar Nasional Indonesia 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 03-2847-2013. Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 03-3796-1995. Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 03-4810-1998. Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Lapangan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 1972-2008. Cara Uji Slump Beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 2493-2011. Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- S., Yulia Corsika M., dan Karolina, Rahmi. Analisis Perilaku Mekanis dan Fisis Pasca Bakar Beton. Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.