

**KARAKTERISTIK BETON  
BERONGGA RAMAH LINGKUNGAN  
DENGAN MATERIAL LOKAL  
DAERAH**

**Muhammad Ridho<sup>1,\*</sup>, Arbain Tata<sup>2</sup>,  
Suyuti<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas  
Teknik Universitas Khairun  
ridho\_munajat@yahoo.co.id

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas  
Teknik Universitas Khairun  
squad.organizer@gmail.com

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas  
Teknik Universitas Khairun  
almunajat.4jj1@gmail.com

**ABSTRAK**

*Pembangunan jalan secara umum menggunakan perkerasan lentur atau kaku yang kedap air. Untuk mencegah masalah kerusakan jalan yang disebabkan oleh genangan air, saat ini banyak cara baru untuk mengendalikan aliran air pada permukaan perkerasan. Salah satu alternatif dalam pengendalian air pada permukaan perkerasan adalah dengan menggunakan beton berongga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk agregat dalam campuran beton berongga terhadap kuat tekan dan laju infiltrasi. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Agregat kerikil yang digunakan terdiri dari 3 variasi ukuran yang merupakan campuran antara batu pecah dan batu tidak pecah dengan ukuran masing-masing 0,5-1 cm, 1-2 cm, dan 2-3 cm. Nilai faktor air semen (FAS) yang digunakan pada penelitian sebesar 0,40. Pengujian dilakukan pada umur perawatan basah 28 hari. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, jika ditinjau dari sifat mekaniknya, beton ini mengalami penurunan kuat tekan sebesar 28-36%.*

*Semakin besar ukuran dari agregat kerikil yang digunakan, maka semakin besar pula penurunan kuat tekan yang terjadi. Untuk nilai laju infiltrasi mengalami kenaikan sebesar 40-93%. Kenaikan nilai laju infiltrasi terbesar terjadi pada benda uji yang menggunakan diameter agregat dengan variasi ukuran terbesar yaitu 2-3 cm. Semakin besar ukuran agregat kasar yang digunakan maka semakin besar pula rongga yang terbentuk pada benda uji, semakin besar rongga yang terbentuk, maka kemampuan suatu benda uji dalam meloloskan air (nilai laju infiltrasi) akan semakin besar.*

**Kata Kunci : Beton berongga, kuat tekan, laju infiltrasi**

**ABSTRACT**

*Road construction generally uses flexible or rigid pavement that is impermeable to water. To prevent the problem of road damage caused by standing water, there are currently many new ways to control the flow of water on the pavement surface. One alternative in controlling water on the pavement surface is to use hollow concrete. This study aims to determine the effect of aggregate form in the hollow concrete mixture on the compressive strength and infiltration rate. The method used is the experimental method. The gravel aggregate used consists of 3 size variations which are a mixture of crushed stone and unbroken stone with sizes of 0.5-1 cm, 1-2 cm, and 2-3 cm, respectively. The water-cement factor (FAS) value used in the study was 0.40. The test was carried out at the age of 28 days of wet treatment. The results of the research that has been done, when viewed from its mechanical properties, this concrete has decreased compressive strength by 28-36%. The larger the size of the gravel aggregate used, the greater the decrease in compressive strength that occurs. For the value of the infiltration rate increased by*

40-93%. The largest increase in infiltration rate values occurred in the specimens using aggregate diameter with the largest size variation, namely 2-3 cm. The larger the size of the coarse aggregate used, the larger the cavity formed in the test object, the larger the cavity formed, then the ability of a test object to pass water (infiltration rate value) will be greater.

**Keywords: Hollow concrete, compressive strength, infiltration rate**

## 1. PENDAHULUAN

Kerusakan jalan merupakan kondisi jalan baik secara struktur maupun penggunaannya sudah tidak mampu digunakan secara maksimal oleh pengguna jalan. Faktor-faktor penyebab kerusakan jalan yaitu terjadi peningkatan volume beban kendaraan, tidak adanya lahan serapan, kualitas tanah yang kurang baik, kualitas perkerasan yang direncanakan tidak sesuai serta tidak efisiennya perawatan jalan yang dilakukan.

Pada penelitian ini akan difokuskan pada memanfaatkan suatu inovasi dari struktur beton dalam mengatasi salah satu permasalahan kerusakan jalan yaitu tentang penggunaan beton berongga sebagai lahan serapan. Beton berongga adalah salah satu inovasi struktur beton yang sedang dikembangkan pada saat ini. Salah satu pemanfaatan beton berongga yaitu diaplikasikan pada bagian struktur jalan tertentu yang dapat menjadi lahan serapan untuk menghindari terjadinya genangan air pada bagian jalan tersebut.

Secara struktur beton berongga hanya merupakan campuran dari agregat kasar, semen dan air. Sehingga beton ini dikatakan dapat dimanfaatkan sebagai lahan serapan yang memungkinkan diaplikasikan pada bahu jalan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kekuatan dari struktur beton berongga dan seberapa besar kemampuannya untuk dimanfaatkan

sebagai lahan serapan pada struktur jalan. Dengan harapan hasil yang akan diperoleh nantinya dapat menambah referensi dan sebagai solusi untuk mengatasi masalah kerusakan jalan yang disebabkan oleh genangan air (sistem drainase yang kurang optimal).

### 1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang menjadi pokok pembahasan yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi agregat kasar sebagai bahan campuran beton berongga?
2. Berapa besar kuat tekan dan laju infiltrasi dari benda uji beton berongga?

### 1.2 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian adalah :

1. Menganalisa variasi agregat kasar sebagai bahan campuran beton berongga.
2. Dapat menentukan nilai kuat tekan dan laju infiltrasi beton berongga.

### 1.3 Urgensi Penelitian

Hasil penelitian ini secara umum diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai acuan atau referensi mengenai variasi bahan yang tepat yang digunakan untuk membuat beton berongga. Juga memberikan informasi mengenai besar nilai kuat tekan dan laju infiltrasi dari beton berongga agar dapat diaplikasikan sesuai dengan hasil yang telah diperoleh nantinya.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan beberapa bahan referensi tentang beton berongga yang diperoleh dari jurnal atau makalah penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Referensi tersebut akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan beton berongga, alat serta bahan

yang digunakan, spesifikasi campuran dan pengujian benda uji yang akan dilakukan. Dengan catatan, bahan yang digunakan pada penelitian berasal dari material daerah dari Kota Ternate secara khusus sehingga dapat dijadikan perbandingan nantinya dengan hasil beton berongga yang menggunakan bahan dari daerah lain.

Tabel 1.  
Rencana Spesifikasi Benda Uji

No	Variasi Dia. ( ) Agregat kasar	Faktor Air Semen (FAS)	Sample Benda Uji Laju infiltrasi	Sample Benda Uji Kuat Tekan	Jumlah Sampel
1	0.5-1 cm	0.4	10	10	10
2	1-2 cm		10	10	10

No	Variasi Dia. ( ) Agregat kasar	Faktor Air Semen (FAS)	Sample Benda Uji Laju infiltrasi	Sample Benda Uji Kuat Tekan	Jumlah Sampel
3	2-3 cm		10	10	10
Jumlah					30

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Sifat Fisik Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar dilakukan pada tahap awal penelitian beton berongga, dimulai dengan melakukan pemeriksaan terhadap sifat fisik agregat kasar variasi 0.5-1 cm, 1-2 cm, 2-3 cm meliputi pengujian berat jenis (*specific gravity*), kadar lumpur, berat volume, keausan (abrasi), dan gradasi agregat kasar

Tabel 2.  
Pengujian Agregat Kasar Diameter 0.5-1cm

No	Pemeriksaan Pengujian	Kelurahan Daulasi		
		Agregat Kasar (Kerikil)		
		Spesifikasi / Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0.2 - 1.0 %	1.00	Memenuhi
2	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas	1.3 – 1.9 kg/liter	1.303	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1.3 – 1.9 kg/liter	1.424	
3	Berat Jenis Spesifik			
	a. Bj. Kering Oven	1.6 - 3.2 %	2.37	Memenuhi
	b. Bj. Kering Permukaan, Jenuh Air (SSD)	1.6 - 3.2 %	2.40	Memenuhi
	c. Bj. Semu	1.6 - 3.2 %	2.46	Memenuhi
	a. Penyerapan			
4	Modulus Kehalusan	5.5 - 8.5 %	5.88	Memenuhi
5	Keausan / Abrasi dengan Mesin Los Angeles	< 40%	37.70	Memenuhi

Tabel 3.  
Pengujian Agregat Kasar diameter 1-2 cm

No	Pemeriksaan Pengujian	Kelurahan Tabanga		
		Agregat Kasar (Kerikil)		
		Spesifikasi/ Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0.2 - 1.0 %	0.9	Memenuhi
2	Berat Volume			
	c. Kondisi Lepas	1.3 – 1.9 kg/liter	1.312	Memenuhi
	d. Kondisi Padat	1.3 – 1.9 kg/liter	1.432	Memenuhi
3	Berat Jenis Spesifik			
	a. Bj. Kering Oven	1.6 - 3.2 %	2.59	Memenuhi
	b. Bj. Kering Permukaan, Jenuh Air (SSD)	1.6 - 3.2 %	2.62	Memenuhi
	c. Bj. Semu	1.6 - 3.2 %	2.67	Memenuhi
	b. Penyerapan			
4	Modulus Kekhalusan	5.5 - 8.5 %	6.15	Memenuhi
5	Keausan / Abrasi dengan Mesin Los Angeles	< 40%	33.65	Memenuhi

Tabel 4.  
Pengujian Agregat Kasar Diameter 2-3 cm

No	Pemeriksaan Pengujian	Kelurahan Tabanga		
		Agregat Kasar (Kerikil)		
		Spesifikasi / Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0.2 - 1.0 %	1.00	Memenuhi
2	Berat Volume			
	e. Kondisi Lepas	1.3 – 1.9 kg/liter	1.361	Memenuhi
	f. Kondisi Padat	1.3 – 1.9 kg/liter	1,647	Memenuhi
3	Berat Jenis Spesifik			
	a. Bj. Kering Oven	1.6 - 3.2	2.42	Memenuhi
	b. Bj. Kering Permukaan, Jenuh Air (SSD)	1.6 - 3.2	2.43	Memenuhi
	c. Bj. Semu	1.6 - 3.2	2.44	Memenuhi
	c. Penyerapan	0.2 - 4 %	0.50	
4	Modulus Kekhalusan	5.5 - 8.5 %	7.14	Memenuhi
5	Keausan / Abrasi dengan Mesin Los Angeles	< 40%	18.20	Memenuhi

No	Pemeriksaan Pengujian	Kelurahan Tabanga		
		Agregat Kasar (Kerikil)		
		Spesifikasi /	Hasil	Keterangan
	Angeles			

**3.2 Komposisi Benda Uji**

Sampel benda uji proporsi campuran pertama (dengan semen 325 kg/m<sup>3</sup>, Faktor air semen 0.4 dan jumlah air 130 liter/m<sup>3</sup>, Agregat kasar variasi 2-3 cm 1.504 kg/m<sup>3</sup>,

1-2 cm 1.372 kg/m<sup>3</sup>, 0.5-1 cm 1.363 kg/m<sup>3</sup>, dengan variasi agregat 2-3 cm, 1-2 cm, dan 0.5-1 cm).

Table 5.  
Komposisi Bahan Benda Uji

Diameter Agregat	Faktor Air Semen (FAS)	Semen (kg/m <sup>3</sup> )	Agregat Kasar (kg/m <sup>3</sup> )	Air (kg/m <sup>3</sup> )
0.5-1 cm	0.40	325	1504	130
1-2 cm			1372	
2-3 cm			1363	

Tabel 6.  
Hasil Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar

Jenis Variasi Agregat Kasar	Percobaan	Berat kubus (kg)	Berat kubus + agregat (kg)	Berat Agregat (kg)	Berat agregat/volume wadah kubus (kg/m <sup>3</sup> )	Rata – rata (kg/cm <sup>3</sup> )
2-3 cm	Kondisi lepas	13.495	18.265	4.770	1361	1504
	Kondisi padat		19.125	5.630	1647	
1-2 cm	Kondisi lepas	13.495	17.980	4.485	1312	1372
	Kondisi padat		18.340	4.845	1432	
0.5-1 cm	Kondisi lepas	13.495	17.900	4.405	1303	1363
	Kondisi padat		18.305	4.810	1424	

**3.3 Hasil Kuat Tekan Beton Berongga**

Tabel 7 di bawah ini merupakan tabel kuat tekan rata-rata beton berongga. Tabel ini memperlihatkan hasil perhitungan kuat

tekan rata-rata yang diperoleh dari hasil penjumlahan dari data kuat tekan untuk masing-masing variasi dibagi dengan jumlah data sebanyak 10 data.

Tabel 7.  
Kuat Tekan Rata-Rata Beton Berongga

N0.	Diameter Agregat Kasar (cm)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
1	0.5-1	9.78
2	1-2	7

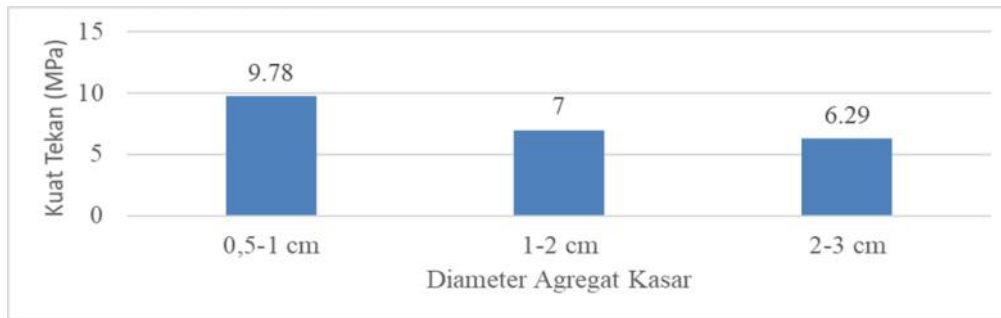
No.	Diameter Agregat Kasar (cm)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
3	2-3	6.29

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada komposisi campuran agregat diameter 0.5-1 cm dengan kuat tekan rata-rata sebesar 9.78 MPa. Dan kuat tekan tertinggi setelah variasi 1-2 cm adalah campuran dengan variasi 1-2 cm yaitu sebesar 7 MPa.

Sedangkan untuk nilai kuat tekan terendah yaitu pada variasi agregat 2-3 cm sebesar 6.29 MPa. Namun kuat tekan yang diperoleh ini masih belum mencapai target kuat tekan yang diinginkan untuk jalur

pejalan kaki. Dengan nilai kuat tekan yang diperoleh, campuran beton berpori pada penelitian ini hanya bisa diaplikasikan pada taman dan bahu jalan

Di bawah ini merupakan Gambar 1 perbandingan kuat tekan beton dari ketiga variasi diameter agregat kasar. Terlihat pada grafik tersebut, yang memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi dari diameter agregat 0.5-1 cm sedangkan kuat tekan rata-rata terendah dari diameter agregat 2-3 cm.



Gambar 1.  
Kuat Tekan Rata-rata Beton Berongga

### 3.4 Hasil Pengujian Laju Infiltrasi

Hasil pengujian laju infiltrasi beton berongga dengan variasi diameter agregat kasar diperoleh dengan mencari waktu yang dibutuhkan dalam proses infiltrasi yaitu

waktu yang dibutuhkan oleh air dengan berat tertentu untuk masuk ke dalam rongga beton. Tabel 8 berikut merupakan hasil pengujian laju infiltrasi beton berongga.

Tabel 8.  
Hasil Pengujian Laju Infiltrasi Beton Berongga

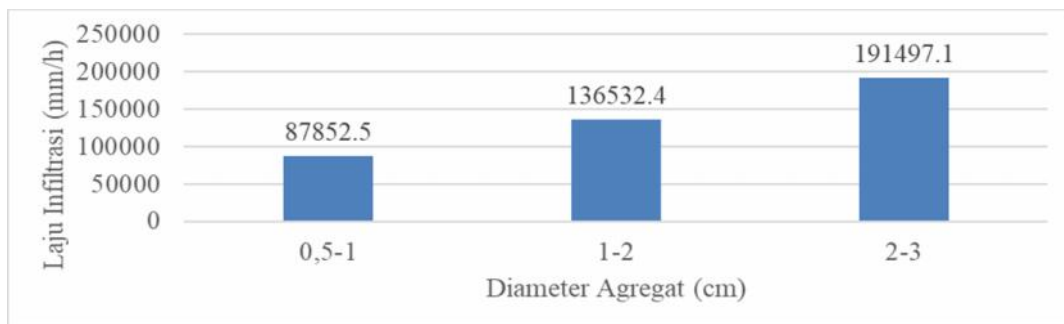
No.	Diameter Agregat (cm)	Laju Infiltrasi Rata-rata (mm/h)
1	0.5-1	87,852.5
2	1-2	136,532.4
3	2-3	191,497.1

Hasil perhitungan laju infiltrasi maksimal dicapai pada campuran dengan diameter agregat 2-3 cm sebesar 191497.1 mm/h, pada campuran dengan diameter agregat 1-2 cm memiliki laju infiltrasi rata-rata 136532.4 mm/h sedangkan laju infiltrasi terendah terdapat pada campuran diameter agregat 0.5-1 cm yaitu 87852.5 mm/h.

Diameter agregat 0.5-1 cm memiliki laju infiltrasi terendah karena kerapatan campuran pada variasi agregat lebih kecil sehingga diperoleh nilai laju infiltrasi yang kecil. Semakin tinggi laju infiltrasi maka

kemampuan beton berongga untuk meloloskan cairan melalui pori-pori beton yang saling berhubungan juga akan semakin besar.

Di bawah ini merupakan grafik perbandingan nilai laju infiltrasi rata-rata dari masing-masing ukuran agregat kasar yang digunakan pada saat pembuatan benda uji.



Gambar 2.  
Laju Infiltrasi Rata-rata Beton Berongga

Nilai laju infiltrasi beton berongga yang direkomendasikan oleh NYSDOT 2011 dan Caltrans adalah 100 in/h atau 2564 mm/h. Sehingga seluruh variasi yang ada dalam penelitian ini dapat dikatakan memiliki porositas yang tinggi karena nilai laju infiltrasi yang mampu dicapai melebihi 50000 mm/h atau sekitar 2000 in/h.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada pokok pembahasan sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari analisis hasil pengujian benda uji, semua campuran memenuhi kriteria sebagai bahan pembentuk beton berongga, dalam penelitian ini material penyusun beton berongga terdiri dari semen, agregat kasar dan air, dengan

FAS 0.40. Variasi yang digunakan adalah agregat kasar dengan ukuran 0.5-1 cm, 1-2 cm dan 2-3 cm. dari hasil penelitian campuran optimal diperoleh pada campuran dengan variasi 0.5-1 cm dan 1-2 cm yang menghasilkan nilai kemampuan merembeskan air yang tinggi.

2. Ditinjau dari nilai porositas, permeabilitas, dan kuat tekan adalah sebagai berikut :
  - a. Beton berongga dengan variasi agregat kasar 0.5-1 cm didapatkan nilai untuk porositas sebesar 39.24%, permeabilitas sebesar 0.179 (cm<sup>2</sup>/detik) dan kuat tekan sebesar 3.450 MPa.
  - b. Beton berongga dengan variasi agregat kasar 1-2 cm didapatkan nilai untuk porositas yaitu 37.97%, dengan

permeabilitas 0.162 (cm<sup>2</sup>/detik) dan kuat tekan sebesar 6.074 MPa.

- c. Beton berongga dengan variasi agregat kasar 1-3 cm didapatkan nilai untuk porositas 33.80%, permeabilitas 0.148 (cm<sup>2</sup>/detik) dan nilai kuat tekan 4.401 MPa.
- d. Ditinjau dari kuat tekan, hasil tertinggi diperoleh pada campuran variasi 1-2 cm sebesar 6.074 MPa. Berdasarkan standar mutu bata beton, nilai tersebut tidak memenuhi batas minimal bata beton mutu D sebesar 8.5 Mpa untuk diaplikasikan sebagai taman. Sehingga beton berongga dari hasil penelitian ini hanya bisa digunakan untuk taman, bahu jalan, dan lahan parkir

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- ACI 522R-10. (2010). Report On Porous Concrete. USA: American Concrete Institute Committee 522.
- American Concrete Institute. (2008). ACI 522.1-08 Specification for Pervious Concrete Pavement.
- Asriana, Nur. (2018). Analisis Kuat Tekan, Permeabilitas Dan Porositas Pervious Concrete Dengan Variasi Ukuran Agregat Kasar. Skripsi : Universitas Sriwijaya.
- ASTM C1701/C1701M-17a. (2017). USA: ASTM International.
- Ferguson, Bruce.K. (2005). Hand Book: Integrative Studies in Water Management and Land Development
- Frandy Ferdian & Amelia Makmur, S.T., M.T. (2012). Komposisi Beton Berpori Dengan Variasi Jenis dan Persentase Bahan Admixture Terkait Nilai Kuat Tekan Pada Aplikasi Sidewalk. Binus University.
- Hanta, Lius dan Amelia. (2015). Studi Eksperimental Pengaruh Bentuk Agregat Terhadap Nilai Porositas Dalam Campuran Beton Berongga Pada Aplikasi Jalur Pejalan Kaki. Jurnal :The 18th FSTPT International Symposium, Unila, Bandar Lampung.
- Musthofa, Ahmad Said. (2015). Pengaruh Variasi Ukuran Gradasi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Berpori. Skripsi : Universitas Jember.
- Prabowo Daryanto Ari, Setyawan Ary dan Sambowo Kusno Adi. (2013). Desain Beton Berongga Untuk Perkerasan Jalan Yang Ramah Lingkungan. Jurnal Matriks Teknik Sipil.
- Syafiarti, Arintha Indah Dwi. (2015). Pengaruh Serat Polipropilen Dalam Beton Berpori. Skripsi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Standarisasi Nasional Indonesia. 1974:2011; Cara uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Jakarta Badan Standarisasi Nasional
- Standarisasi Nasional Indonesia. 03-0691-2002. (2002). Bata Beton (Paving Block). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standarisasi Nasional Indonesia. (1996). SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (Paving blok). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2004). Semen Portland. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 03-1968-1990. (1990). Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 1969:2008. (2008). Cara Uji Berat Jenis Penyerapan Air Agregat Kasar. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 03-2834-2000. (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1969:2008. (2008). Cara Uji Berat Jenis Penyerapan Air Agregat Kasar. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.



Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*