

# Analisis Kuat Tekan Beton Berongga menggunakan Kerikil Alam serta pengaruhnya terhadap Faktor Perawatan

\*Irzal Agus<sup>1</sup>, Sayiful<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia  
\*irzalagus@unidayan.ac.id

Dikirim: 26 April 2024, Revisi: 11 Mei 2024, Diterima: 13 Mei 2024

## Abstrak

Beton berongga (*porous concrete*) yang digunakan terdiri dari agregat alam (batuan bulat) dengan gradasi terbanyak yakni lolos  $\frac{3}{4}$ " dan  $\frac{3}{8}$ ", tanpa menggunakan pasir, air dan bahan tambah retarder. Pada penelitian ini menggunakan faktor air semen (FAS) sebesar 0,35. Pengujian sifat fisik material beton yang dilakukan berupa pengujian kuat tekan dan volume pori. Pengujian beton berongga dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari. Benda uji untuk pengujian kuat tekan dan volume pori berupa silinder berdiameter 15 cm x tinggi 30 cm. Hasil pengujian sampel beton berongga pada umur 28 hari yang direndam memiliki kuat tekan rata-rata terbesar 95,70 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan yang tidak direndam sebesar 83,80 kg/cm<sup>2</sup>, atau mengalami penurunan sebesar 12,43%, sedangkan hasil pengujian volume pori rata-rata beton berongga pada umur 28 hari yang direndam sebesar 19,98 %, sedangkan yang tidak direndam sebesar 19,97% atau hampir tidak mengalami perubahan.

**Kata Kunci :** Beton Berongga (*porous concrete*), Perawatan, Kuat Tekan, Volume Pori.

## Pendahuluan

Saat ini penggunaan beton sebagai bahan bangunan terus mengalami perubahan, hal ini disebabkan oleh karena kebutuhan manusia yang semakin berkembang. Beton dipilih sebagai bahan bangunan dikarenakan keberadaannya yang mudah didapat dan mudah dibentuk dibandingkan bahan konstruksi lainnya. Saat ini penggunaan beton sebagai bahan bangunan tidak hanya pada konstruksi gedung saja akan tetapi sudah banyak digunakan pada bidang lainnya seperti jalan, jembatan, drainase dan lain sebagainya. Penggunaan beton saat inipun telah mengalami transformasi bentuk dan fungsi, hal ini disebabkan oleh karena desakan kemajuan teknologi, perubahan iklim dan bencana alam. Di negara berkembang telah banyak digunakan beton yang dimodifikasi menjadi beton ringan atau berlubang/pori yang biasa disebut sebagai beton berongga atau *porous concrete*, yang sengaja dibuat dan dibentuk yang diperuntukan pada jalan, tebing bahkan atap plat beton pada bangunan gedung. Hal ini dibuat agar mengatasi permasalahan yang terjadi saat ini, misalnya pada jalan raya, dengan adanya jalan yang menggunakan bahan beton berongga maka diharapkan jalan tersebut mampu mengalirkan air ke dalam tanah lebih efisien agar tidak tergenang, begitupula pada konstruksi atap (plat beton berongga yang dimodifikasi dengan plat beton)

yang diharapkan agar permukaan plat tersebut dapat ditanami rumput atau untuk kebutuhan lainnya. Metode pembuatan beton beronggapun sudah dibuat salah satunya adalah (ACI-522R-10, 2010) dan beberapa peraturan lainnya.

## Beton Berongga (*Porous concrete*)

Beton berongga merupakan salah satu inovasi yang dikembangkan dalam bidang Teknik khususnya mengenai beton sebagai bahan bangunan, hal ini terjadi akibat banyaknya permasalahan yang terjadi pada bidang konstruksi seperti masalah banjir, tanah longsor atau pemanfaatan *green concrete*. Beton berongga pada umumnya tidak memiliki pasir tujuannya adalah untuk menghasilkan sejumlah besar rongga udara antara 15 - 35% (ACI-522R-10, 2010).

Untuk mendapatkan beton berongga yang disyaratkan mulai dari volume pori sampai pada kekuatan beton berongga itu sendiri maka diperlukan perencanaan yang harus memenuhi standar, salah satunya yaitu dalam menentukan nilai Faktor Air Semen (FAS). Beton berongga diharapkan tidak hanya menghasilkan rongga namun dari segi mutu/kuatannyapun harus lebih baik.

Secara umum beton berongga komposisinya terdiri dari semen, agregat kasar, air dan/atau

bahan tambah. Istilah beton berongga ada bermacam-macam antaralain beton tanpa agregat halus (*zero-fines concrete*), beton yang dapat tembus (*pervious concrete*), dan beton berpori (*porous concrete*) (Harber, 2005). Beton berongga pada bagian permukaannya dapat ditanami rumput serta sebagai media filtrasi air yang baik (Agus I, 2022)

Saat ini beton berongga telah banyak digunakan diantaranya sebagai jalan pedestrian, taman, trotoar juga jalan setapak untuk kendaraan ringan. Dalam pelaksanaannya selain berongga/pori beton beronggapun dapat menjernihkan air (Park & Tia, 2004). Selain kekuatan beton, komposisi material sangat penting dalam membuat beton berongga (Bentz, 2008). Beton berongga secara umum tidak dapat digunakan pada lapisan perkerasan jalan yang dilalui kendaraan berat (Obla & Sabnis, 2015). Berdasarkan (ACI-522R-10, 2010) mix design untuk 1 m<sup>3</sup> *pervious concrete* terdiri dari : semen (270-415 kg), agregat (1190-1480 kg), faktor air semen (0,27-0,34), dan menggunakan *chemical admixtures*. Nilai kuat tekan beton berongga tentu lebih rendah dibandingkan beton konvensional karena kapasitas kepadatan dan komposisi menentukan parameter tersebut, peningkatan kuat tekan beton berongga sejalan dengan penambahan bahan tambah big lion serta umur beton (Agus & Arfandi, 2017).

Selama ini penggunaan bahan material agregat kasar pada pembuatan beton berongga menggunakan agregat batu pecah/*crusher* atas dasar ketersediaan bahan material yang ada maka peneliti mencoba menggunakan bahan material alami/bulat lokal yang ada dengan tujuan bagaiman pengaruh penggunaan material alam bulat (bukan agregat hasil *crusher*) dengan gradasi berbeda (lebih kecil) terhadap pembuatan beton berongga terutama pada tinjauan nilai kuat tekan dan volume porinya.

## Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menyediakan beberapa bahan material yang akan digunakan, antara lain : Semen Portland, Agregat (batu kerikil alam/bulat) sesuai dengan (ASTM C33, 2008) dan (ASTM C 125-06, 2018), Air mengacu pada (SNI 03-6817-2002, 2002), serta bahan tambah (*Admixture*) berupa retarder.

## Pengujian Eksperimental :

### *Pembuatan benda uji*

Bahan materia pembuatan beton berongga terdiri dari semen, agregat kasar alami/bulat, air di laboratorium serta bahan tambah berupa retarder.

### *Uji fisik material beton*

Berupa pengujian nilai kuat tekan berupa benda uji silinder berdiameter 15 cm x 30 cm, jumlah benda uji masing-masing terdiri dari 5 buah sampel. Ditekan dengan alat uji kuat tekan "*Concrete Compression Testing Machine*". Besarnya nilai kuat tekan ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (1)$$

### *Presentase Volume Pori*

M. Wihardi Tjaronge. (2012), menyimpulkan dalam bukunya yang berjudul "*Teknologi Bahan Lanjutan Semen dan Beton Berongga*". Langkah-langkah pengujian porositas beton berongga, sebelum pengujian kuat tekan dilaksanakan, benda uji silinder digunakan untuk pengukuran berat jenis dan persentase pori atau rongga pada beton berongga. Benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji silinder dikeringkan hingga kondisi kering permukaan setelah benda uji dikeluarkan dari dalam air. Benda uji ditimbang dan diukur untuk mengetahui berat jenis dan persentase volume porinya. Persentase volume pori di hitung dengan rumus berikut:

$$V_p = (V_s - V_{po}) / V_s \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

$V_p$  = Persentase volume pori (%)

$V_s$  = Volume silinder (litr)

$V_{po}$  = Volume pori (litr)

Dan untuk mendapatkan nilai  $V_{po}$  digunakan rumus berikut:

$$V_{po} = (W_a - W_w) / \gamma_w \quad (3)$$

Dimana:

$W_a$  = Berat silinder di udara (kg)

$W_w$  = Berat silinder di air (kg)

$\gamma_w$  = Berat jenis air (1 kg/litr)

## Hasil Penelitian Dan Pembahasan

### Karakteristik Material

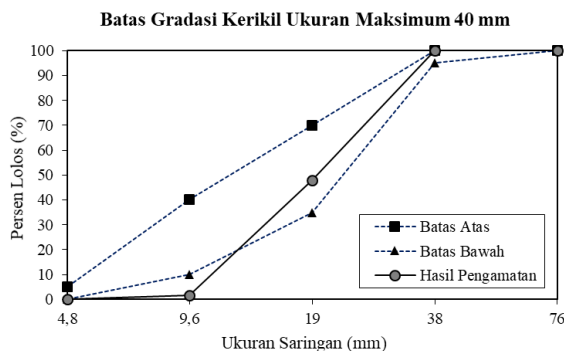
#### Agregat kasar

**Tabel 1.** Hasil analisa saringan agregat kasar

Nomor saringan	Material 2500 Gram			
	Berat tertahan (gr)	Persen tertahan (%)	Tertahan (%)	Lewat (%)
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	1045,10	52,26	52,26	47,75
3/8"	923,23	46,16	98,42	1,58
No. 4	31,67	1,58	100,00	0,00

Sumber : hasil analisa data

Dari hasil analisa saringan agregat kasar (kerikil alami) menunjukkan bahwa material yang digunakan termasuk agregat sedang dengan ukuran butiran maksimum 40 mm.



**Gambar 1.** Batas gradasi agregat kasar ukuran maksimum 40 mm

**Tabel 2.** Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan	Ket.
1	Kadar lumpur	Maks. 1%	0,67%	Memenuhi
2	Keausan	Maks. 50%	22,60	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5%-2%	1,01%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,6-1,9 kg/liter	1,62	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6-1,9 kg/liter	1,50	
5	Absorpsi	Maks. 4%	0,67%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6-3,3	2,38	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6-3,3	2,35	Memenuhi
	c. Bj. Kering permukaan	1,6-3,3	2,36	Memenuhi
7	Modulus kekerasan	6,0-7,1	2,51	

Sumber : hasil analisa data



**Gambar 2.** Material Agregat kasar/kerikil alami (bulat) lokal

#### Air

Menggunakan air yang bersumber dari Laboratorium berupa air sumur bor, tidak berwarna, tidak berbau serta tidak berasa, sehingga dimungkinkan dapat digunakan sebagai bahan pembuatan beton secara umum.

#### Semen

Menggunakan semen tipe I yaitu semen Tonasa (50 kg).

#### Mix Design Beton Berongga (*Trial Mix*) :

Berat jenis agregat/batu alami (SSD) : 2,36  
 Berat jenis semen (BS Semen) : 1395 Kg/m<sup>3</sup>  
 Berat satuan agregat (BS Agregat) : 1350 Kg/m<sup>3</sup>  
 Diameter silinder (D) : 0,15 m  
 Tinggi silinder (T) : 0,3 m  
 Volume silinder (V) : 0,0053 m<sup>3</sup>

#### Untuk Faktor Air Semen (FAS 0,35)

Kebutuhan bahan per 1 m<sup>3</sup>  
 Semen : 350 Kg  
 Agregat : 1350 Kg  
 Air : 122,5 Kg  
 Retarder : 3,5 Kg



**Gambar 3.** Metode perawatan (direndam dan tidak direndam)

### Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton berongga menggunakan alat *compressive strength* yang telah melewati proses perawatan yang berbeda di Laboratorium pada umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari (ASTM C39/C 39M, 2014).

**Tabel 3.** Hasil pengujian kuat tekan beton berongga rata-rata FAS 0,35 dengan metode perawatan

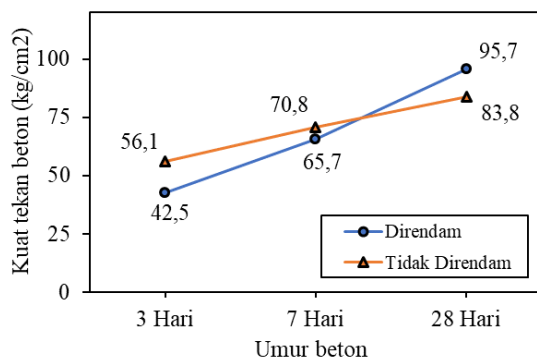
No	Uraian (Umur)	Kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Direndam	Tidak Direndam
1	3 hari	42,50	56,10
2	7 hari	65,70	70,80
3	28 hari	95,70	83,80

Sumber : hasil analisa data



**Gambar 4.** Uji kuat tekan beton berongga

**Grafik Kuat Tekan Beton Berongga**



**Gambar 5.** Grafik uji kuat tekan beton berongga umur 3, 7 dan 28 hari

### Persentase Volume Pori

Untuk mendapatkan persentase volume pori pada beton berongga dilakukan dengan cara menimbang benda uji yang berbentuk silinder dalam keadaan SSD dan di dalam air.

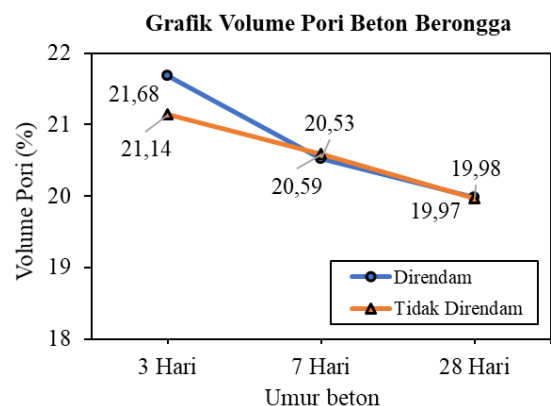
Hasil analisa perhitungan beton berongga bahwa volume pori rata-rata yang diperoleh

dengan beberapa metode perawatan untuk umur 28 hari adalah sebagai berikut : untuk beton berongga yang direndam sebesar 19,98%, sedangkan yang tidak direndam sebesar 19,97%. Setiap nilai volume pori pada setiap sampel adalah rata-rata nilai lima (5) buah benda uji silinder.

**Tabel 4.** Hasil pengujian volume pori beton berongga rata-rata FAS 0,35 dengan metode perawatan

No	Uraian (Umur)	Volume Pori (%)	
		Direndam	Tidak Direndam
1	3 hari	21,68	21,14
2	7 hari	20,53	20,59
3	28 hari	19,98	19,97

Sumber : hasil analisa data



**Gambar 6.** Grafik volume pori beton berongga

### Berat Volume Beton Berongga

Dari hasil analisis berat volume beton berongga diperoleh berat rata-rata pada umur 28 hari sebesar 1839,81 kg/m<sup>3</sup> hingga 1917,92 kg/m<sup>3</sup>, dengan jumlah benda uji setiap pengujiannya sebanyak 5 sampel.

Hasil pengujian diperoleh bahwa rata-rata berat benda uji beton berongga masuk kategori beton ringan karena memiliki berat lebih kecil dari beton normal (2200-2400 kg/m<sup>3</sup>).

### Kesimpulan

Dari hasil pengujian kuat tekan beton berongga menunjukkan beton yang direndam lebih kuat dari pada beton yang tidak direndam. Nilai kuat tekan beton berongga dengan FAS 0,35 direndam pada umur 28 hari sebesar 95,70 Kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan yang tidak direndam pada umur 28 hari sebesar 83,80 Kg/cm<sup>2</sup> atau mengalami penurunan sebesar



12,43%. Untuk pengujian porositas beton berongga (volume pori) dengan FAS 0,35 umur 28 hari rata-rata sebesar 19,98%, sedangkan untuk beton berongga yang tidak direndam sebesar 19,97% atau hampir tidak mengalami perubahan.

## Daftar Pustaka

- ACI-522R-10. (2010). Report on Pervious Concrete. In *American Concrete Institute* (Vol. 10, Issue Reapproved).
- Agus, I. (2022). Desain Beton Berongga (Porous Concrete) Dengan Variasi Faktor Air Semen (FAS) Sebagai Beton Ramah Lingkungan. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 11(1), 18–24. <https://doi.org/10.55340/jmi.v11i1.825>
- Agus, I., & Arfandi, L. M. (2017). Pengaruh penggunaan bahan tambah zat additive (Big Lion) pada beton berongga. *Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan*, VI no 2, 11–20. <https://ejournal.lppmunidayan.ac.id/index.php/sipil/article/view/583>
- ASTM C 125-06. (2018). Standar Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates. *Designation: E 778 – 87 (Reapproved 2004)*, i(Reapproved), 3–5.
- ASTM C33. (2008). Standard specification for concrete aggregates, ASTM C 33-86. *Annual Book of ASTM Standards*, 11, 11.
- ASTM C39/C 39M. (2014). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. 3–9. <https://doi.org/10.1520/C0039>
- Badan Standar Nasional Indonesia, S. 03-1974-1990. (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. *Sni 03-1974-1990*, 2–6.
- Bentz, D. R. (2008). Virtual pervious concrete: Microstructure, percolation, and permeability. *ACI Materials Journal*, 105(3), 297–301. <https://doi.org/10.14359/19827>
- Harber, P. J. (2005). *Applicability of No-Fines Concrete as a Road Pavement Bachelor of Engineering (Civil)*. October.
- Obla, K. H., & Sabnis, G. M. (2015). Pervious concrete for sustainable development. *Green Building with Concrete: Sustainable Design and Construction, Second Edition*, July, 181–203. <https://doi.org/10.1201/b18613>
- Park, S. B., & Tia, M. (2004). An experimental study on the water-purification properties of porous concrete. *Cement and Concrete*

*Research*, 34(2), 177–184. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(03\)00223-0](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(03)00223-0)

SNI 03-6817-2002. (2002). Metode Pengujian Mutu Air untuk Digunakan dalam Beton. *Badan Standar Nasional*, 4–5.