Pengujian Kuat Tekan pada Beton dengan Pecahan Marmer sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar

(Compression Strength Test of Concrete with Aggregate Marble as a Coarse Aggregate Substitute)

Agustin Dita Lestari¹

¹ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9 Kota Malang, Jawa Timur

ARTICLE INFO

Article history

Received : 08 Februari 2021

Revised : 28 Februari 2021

Accepted : 10 Maret 2021

DOI :

<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2263>

Keywords :

aggregate marble waste; coarse aggregate; compression strength

e-mail corresponding author :

agustinditalestari89@gmail.com

ABSTRAK

Pengurangan jumlah pecahan marmer akibat hasil produksi industri marmer dapat dilakukan dengan menggunakan pecahan tersebut untuk material yang ada di dalam beton. Penelitian dilakukan dengan maksud agar hasil dari penggantian sebagian agregat kasar dengan limbah pecahan marmer yang ditinjau dari nilai kuat tekan beton dapat diketahui. Penelitian dirancang dengan variasi penggantian pecahan marmer sebesar 0%, 15%, 25%, dan 35%. Pada beton silinder yang memiliki ukuran 15 cm sebagai diameternya dan 30 cm sebagai tingginya, serta telah mencapai umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari akan diuji kuat tekannya. Besar kuat tekan yang paling tinggi ada pada variasi 25%, yaitu sebesar 33,22% pada umur beton 28 hari. Dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton pada variasi 0% atau beton normal, pada variasi 25% mengalami kenaikan sebesar 4,02%.

PENERBIT

UNITRI PRESS

Jl. Telagawarna, Tlogomas-
Malang, 65144, Telp/Fax:
0341-565500

This is an open access article under the **Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License**. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI. CC-BY-SA

ABSTRACT

Reducing the number of aggregate marble waste as a result of the marble industry can be done by using this for concrete materials. This research was conducted with the effect of coarse aggregate substitution with marble waste on the compression strength value of concrete can be known. The research was committed to variations of marble aggregate substitution in 0%, 15%, 25%, and 35%. The compression test will be committed on cylindrical concrete, which has a diameter of 15 cm, a height of 30 at the age of 7, 14, and 28 days of concrete. The value of compression strength at the age of 28 days has the highest variation of 25%, equal to 33.22%. Compared with the compression strength value in variation 0% or average concrete, the variation of 25% has increased by 4.02%.

Cara Mengutip : Lestari, A. D. (2021). Pengujian Kuat Tekan pada Beton dengan Pecahan Marmer sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 6(1), 61-69.
doi:<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2263>

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya, bahan atau material yang sering dipakai dalam pembangunan suatu konstruksi adalah beton. Beton tersusun dari beberapa material yang cukup terjangkau serta mudah didapatkan, khususnya di berbagai daerah di Indonesia. Namun seiring dengan peningkatan permintaan material beton, dikhawatirkan ketersediaan sumber daya alam sebagai material penyusun beton akan menurun secara drastis bahkan bisa sampai habis, sehingga pasti akan mempengaruhi keseimbangan lingkungan di sekitarnya. Memanfaatkan limbah industri marmer sebagai bahan alternatif penyusun beton dapat dilakukan untuk mengurangi masalah tersebut. Umumnya, limbah industri ini merupakan sisa hasil produksi yang tidak berfungsi dalam industrinya dan tidak memiliki nilai jual yang tinggi.

Hebhoub, dkk (2011) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pecahan marmer dan lumpur marmer merupakan hasil yang tidak terpakai dari industri pengolahan dan pemotongan marmer. Pecahan marmer ini dimanfaatkan untuk pembuatan bata, konstruksi jalan, *landfill* dan sisanya dibuang di hutan dan lahan terbuka. Hal tersebut dapat menyebabkan masalah lingkungan yang serius.[1]

Menurut Aditya, dkk (2016) yang telah melakukan pengujian pada limbah marmer yang berupa pasir, menyatakan bahwa pasir marmer memiliki karakteristik yang dapat digunakan untuk menggantikan agregat (pasir sungai) pada pembuatan bata beton. Ikatan pasir marmer yang kuat dengan semen menghasilkan batu beton yang memenuhi standar.[2]

Banyak penelitian yang telah menggunakan limbah marmer untuk substitusi maupun campuran bahan-bahan konstruksi. Sebagai contohnya adalah penelitian Dendo (2017). Limbah pecahan marmer yang diuji secara fisik telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum sehingga dapat digunakan sebagai agregat kasar untuk campuran aspal tipe Lataston [3]. Menurut Edwin dan Subari (2016), dengan kadar campuran yang optimum, serbuk marmer dapat digunakan untuk bahan pembuatan bata ekspose wolastonit yang memiliki sifat permeabilitas yang tinggi [4]. Aditya, dkk (2017) melanjutkan penelitiannya tentang limbah marmer dan kali ini menambahkannya dengan serbuk zeolit pada bata ringan atau yang biasa dikenal dengan CLC (*Cellular Lightweight Concrete*). Akibat dari penggunaannya, nilai berat jenis dan kadar penyerapan airnya mengalami kenaikan masing-masing sebesar 23% dan 14%. Pada variasi serbuk zeolit 20% dan limbah marmer 80% akan dihasilkan kuat tekan yang optimal.[5]

Selain itu, limbah marmer juga bisa dimanfaatkan dalam pembuatan beton. “Beton merupakan campuran dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil, batu pecah, atau lainnya) yang dicampur dengan pasta yang terbuat dari semen dan air sehingga membentuk massa mirip batuan” [6]. Dalam Nawy (1990) dijelaskan bahwa kondisi dan sifat agregat kasar akan ikut menentukan seberapa kuat beton tersebut. Agregat kasar yang tidak banyak mengandung bahan organik akan memiliki ikatan yang baik dengan semen.[7]

Nauk, dkk (2012), menggunakan dua jenis limbah hasil marmer, yaitu serbuk dan pecahan marmer dalam penelitiannya tentang campuran beton. Jika hanya digunakan pecahan marmer, besarnya kuat tekan dan kuat tarik belah beton mengalami peningkatan.

Sedangkan jika menggunakan serbuk marmer saja dan atau menggunakan kedua jenis limbah marmer secara bersamaan, maka hasil yang didapatkan adalah besarnya kuat tekan mengalami kenaikan tetapi besarnya kuat tarik akan menurun.[8]

Menurut Wihardi, dkk (2006), kelecakan aliran (*slump flow*) merupakan salah satu faktor yang penting dalam *Self Compacting Concrete* (SCC). Kelecakan aliran yang baik didapatkan dengan menambahkan pecahan marmer kedalamnya. Hal ini ditunjukkan oleh hasil kelecakan aliran yang masih berada dalam nilai desain. Namun, nilai kuat tekannya mengalami penurunan akibat dari bentuk pecahan yang digunakan [9].

Zuraidah (2007) juga melakukan penelitian tentang penggunaan limbah marmer untuk pengganti agregat kasar pada beton, mulai dari penggantian sebagian hingga penggantian seluruh agregat kasar yang ada. Sayangnya, hasil kuat tekan yang didapatkan mengalami penurunan yang mengakibatkan campuran beton ini tidak disarankan untuk keperluan beton struktural [10].

Pengoptimalan kadar pecahan marmer yang dapat digunakan pada campuran beton didapatkan melalui penelitian ini. Secara khusus, penelitian dimaksudkan agar efek dari limbah pecahan marmer untuk pengganti sebagian agregat kasar yang ditinjau dari nilai kuat tekan beton dapat diketahui.

2. METODE PENELITIAN

Proses pelaksanaan penelitian dilakukan selama ± 2 bulan. Dengan urutan atau tahapan pekerjaan sebagai berikut, yaitu dimulai dari mempersiapkan material, menguji karakteristik material, kemudian membuat benda uji beton, merawat atau *curing* benda uji, dan menguji kuat tekannya.

2.1. Bahan-Bahan

Berbagai macam bahan yang dipakai antara lain sebagai berikut : a). Semen, yang digunakan semen PPC dengan merk dagang “Gresik”. b). Agregat halus, pasir diambil dari daerah Lumajang. c). Agregat kasar, digunakan koral dari daerah Pasuruan. d). Limbah marmer, diambil dari industri yang ada di Tulungagung. e). Air, menggunakan PDAM yang ada di Kota Malang.

2.2. Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan beton berbentuk silinder yang memiliki ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Mutu beton akan didesain dengan kuat tekan rencana (f'_c) sebesar 25 MPa. Beton mengalami 4 (empat) perlakuan yaitu mengganti kebutuhan agregat kasar sesuai *mix desain* dengan limbah pecahan marmer berturut-turut sebesar 0%, 15%, 25% dan 35%. Masing-masing campuran dibuat sebanyak tiga benda uji dan diuji kuat tekan saat beton mencapai umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Secara lebih jelas, rencana rancangannya ada pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Rancangan benda uji

No.	Umur (hari)	Jumlah benda uji				Total
		0%	15%	25%	35%	
1	7	3	3	3	3	12
2	14	3	3	3	3	12
3	28	3	3	3	3	12
Total keseluruhan						36

2.3. Pengujian Tekan

Pengujian tekan pada beton dimaksudkan agar nilai kuat tekan hancurnya dapat ditentukan. Pengujian ini menggunakan peraturan SNI 1947-2011 tentang Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. Tempat pelaksanaan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang. **Gambar 1** menunjukkan foto alat uji tekan yang digunakan.

Gambar 1. Alat Uji Kuat Tekan Beton

Sedangkan persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

σ : Kuat tekan beton dalam MPa

P : Gaya tekan dalam N

A : Luas penampang melintang benda uji dalam mm²

2.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dengan menyiapkan alat dan juga bahan yang diperlukan, kemudian melakukan pengujian karakteristik material yang meliputi pengujian kadar air, berat jenis, gradasi butiran, serta kekerasan pada agregat kasar dan limbah marmer. Selanjutnya merencanakan *mix desain* guna menghasilkan campuran benda uji beton yang diinginkan. Setelah itu, dilakukan pengujian kuat tekan pada beton dalam umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Bagan alir atau *flowchart* ditunjukkan pada **Gambar 2**.

Gambar 2. Bagan alir (flowchart) penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian karakteristik material beton yang meliputi pasir, kerikil, dan limbah pecahan marmer dapat dibaca pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Pengujian Material

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Agregat Halus (Pasir)	
Kadar Air (%)	1,52
Berat Jenis (kg/cm^3)	2,7
Analisis Saringan	Zona II
Agregat Kasar (Kerikil)	
Kadar Air (%)	1,23
Berat Jenis (kg/cm^3)	2,7
Kekerasan (%)	5,81
Analisis Saringan	$\varnothing$ 40 mm
Limbah Marmer	
Kadar Air (%)	1,30
Berat Jenis (kg/cm^3)	2,6
Kekerasan (%)	6,24
Analisis Saringan	$\varnothing$ 40 mm

Pasir, kerikil, serta limbah pecahan marmer masih berada dalam syarat ketentuan bahan campuran beton apabila kita lihat dari nilai pada tabel di atas.

Variasi pecahan marmer sebagai pengganti sebagian agregat kasar sebesar 0%, 15%, 25%, dan 35% yang dilakukan, memiliki maksud guna mengetahui kadar optimal dari pecahan marmer sebagai pengganti sebagian agregat kasar, serta didasarkan pada penelitian terdahulu khususnya Zuraidah (2007).

Pengujian tekan dilakukan dengan mesin uji tekan beton pada saat umur ke 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Nilai kuat tekan yang ditampilkan pada **Tabel 3** merupakan hasil dari rata-rata tiga benda uji di setiap masing-masing variasi.

Tabel 3. Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-rata

Umur (hari)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)			
	0%	15%	25%	35%
7	18,80	20,23	20,98	20,19
14	23,37	24,65	25,00	24,21
28	31,94	32,77	33,22	32,64

Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan

Gambar 3 menunjukkan peningkatan kuat tekan di setiap variasi penggantian pecahan marmer terhadap agregat kasar pada saat umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Tetapi terlihat peningkatan yang terjadi tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan variasi 0% (beton normal).

Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan grafik yang tergambar dalam **Gambar 4**, besar kuat tekan rata-rata umur 28 hari pada beton dengan variasi 0% adalah sebesar 31,94 MPa, pada beton dengan variasi 15% adalah sebesar 32,77 MPa, dan pada beton dengan variasi 25% adalah sebesar 33,22 MPa, yang merupakan kuat tekan tertinggi, serta pada beton dengan variasi 35% mengalami penurunan menjadi 32,64 MPa.

Besarnya persentase kenaikan kuat tekan beton juga dapat diketahui dari hasil pengujian kuat tekannya. Persentase kenaikan ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Persentase Kenaikan Kuat Tekan

Umur (hari)	Persentase Kenaikan Nilai Kuat Tekan		
	15%	25%	35%
7	7,60%	11,61%	7,36%
14	5,46%	6,96%	3,58%
28	2,60%	4,02%	2,19%

Gambar 5. Grafik Kenaikan Kuat Tekan pada Umur 28 Hari

Berdasarkan **Gambar 5**, terlihat besarnya persentase kenaikan kuat tekan di setiap variasi penambahan pecahan marmer dengan variasi 0% pada saat umur 28 hari. Kenaikan nilai kuat tekan yang paling optimum ada pada variasi 25%, yaitu sebesar 4,02%. Semakin ditambah kadar substitusi limbah marmer, persentase kenaikan kuat tekan akan berkurang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini, dapat dianalisis dan didapatkan kesimpulan bahwa penggantian sebagian agregat kasar dengan pecahan marmer mempengaruhi nilai kuat tekan beton. Kuat tekan betonnya mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton yang tidak menggunakan pecahan marmer. Nilai kuat tekan yang paling besar ada pada variasi 25% yaitu sebesar 33,22 Mpa, dengan besar persentase kenaikan kuat tekan sebesar 4,02%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hebhou, H. Aoun, M. Belachia, H. Houari, and E. Ghorbel, "Use of waste marble aggregates in concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 25, no. 3, pp. 1167–1171, Mar. 2011, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2010.09.037.
- [2] C. Aditya, A. Halim, and S. Silviana, "Pemanfaatan Limbah Marmer dan Serbuk Silika pada Industri Bata Beton Pejal dan Berlubang," *Pros. SENIATI*, pp. 16-A, 2016.
- [3] E. A. R. Dendo, "Pemanfaatan Limbah Marmer Sebagai Bahan Perkerasan Jalan Pada Campuran Hot Rolled Sheet – Binder Course," *J. Dyn. Saint*, vol. 3, no. 1, pp. 486–503, 2018, doi: 10.47178/dynamicsaint.v3i1.272.
- [4] F. E. SUBARI, "BERBASIS BODI WOLASTONIT SINTETIS Utilization of Marble and Limestone Wastes for Making the Eksposed Bricks Based Synthetic Wollastonite," vol. 12, no. September, pp. 171–178, 2016.
- [5] C. Aditya and A. Halim, "Pemanfaatan Limbah Marmer Dan Serbuk Zeolit Sebagai Material Pada Bata Ringan CLC (Cellular Lightweight Concrete)," *Jurnal Fak. Teknol. Inf. – UNMER Malang*, no. September, pp. 919–930, 2017.
- [6] "Desain Beton Bertulang Jil. 1 - Google Buku." [https://books.google.co.id/books?id=uNgolSaDssUC&pg=PT2&dq=Desain+Beton+Bertulang+Jilid+1+mccormac&hl=id&sa=X&ved=2ahUKEwjYrOyZouLuAhXwILcAHejiD50Q6AEwAHoECAUQAg#v=onepage&q=Desain Beton Bertulang Jilid 1 mccormac&f=false](https://books.google.co.id/books?id=uNgolSaDssUC&pg=PT2&dq=Desain+Beton+Bertulang+Jilid+1+mccormac&hl=id&sa=X&ved=2ahUKEwjYrOyZouLuAhXwILcAHejiD50Q6AEwAHoECAUQAg#v=onepage&q=Desain+Beton+Bertulang+Jilid+1+mccormac&f=false) (accessed Feb. 11, 2021).
- [7] E. G. Nawy, T. Surjaman, and B. Suryoatmono, *Beton bertulang: suatu pendekatan dasar*. PT. Eresco, Bandung, 1990.
- [8] S. S. Nauk, E. Hunggurami, and M. E. Bolla, "Penggunaan Limbah Batu Marmer

Dari Gunung Batu Naitapan Kabupaten Timor Tengah Selatan,” *J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 4, pp. 1–12, 2012.

- [9] T. M Wihardi, H. Parung, K. Siswanto, and A. Dalle, “Pecahan Marmer Sebagai Pengganti Parsial Agregat Kasar Self Compacting Concrete (SCC),” 2006.
- [10] S. Zuraidah, & Rahmat, and A. Jatmiko, “PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PECAHAN BATU MARMER SEBAGAI ALTERNATIF PENGANTI AGREGAT KASAR PADA KEKUATAN BETON.”