



# Kajian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Pada Beton Variasi Limbah Granit Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar

Najwa\*, Wibowo, Endah Safitri

Universitas Sebelas Maret

**Abstrak:** Salah satu peranan penting dalam pembangunan atau dunia konstruksi ialah penggunaan beton sehingga penelitian-penelitian untuk meningkatkan kualitas beton sangat diperlukan. Penelitian ini menggunakan agregat *recycle* berupa limbah granit sebagai substitusi parsial agregat kasar untuk menghasilkan beton ramah lingkungan dengan tetap mempertahankan mutu dari beton itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh variasi limbah granit terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Metode eksperimental ialah metode yang digunakan pada penelitian yang bertema beton dengan variasi limbah granit 0%; 15%; 30%; dan 45% ini. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan alat *Compression Testing Machine* dan dial tambahan untuk mengukur deformasi benda uji. Pengujian kuat tekan beton dengan variasi limbah granit pada 0%; 15%; 30%; 45% ialah masing-masing menghasilkan 22,27 MPa; 23,26 MPa; 29,27 MPa; 25,28 MPa, sedangkan untuk pengujian modulus elastisitas masing-masing menghasilkan 21727,29 MPa; 21882,92 MPa; 25920,23 MPa; 22585,91 MPa.

**Kata Kunci:** kuat tekan, limbah granit, modulus elastisitas

DOI:

<https://doi.org/10.47134/scbmej.v3i2.2980>

\*Correspondence: Najwa

Email: [najwabayasuth6@gmail.com](mailto:najwabayasuth6@gmail.com)

Received: 07-04-2026

Accepted: 07-06-2026

Published: 07-07-2026



**Copyright:** © 2026 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** One of the key aspects of construction is the use of concrete, making research to improve its quality highly necessary. This study uses recycled aggregate in the form of granite waste as a partial substitute for coarse aggregate to produce environmentally friendly concrete while maintaining its quality. The aim of this research is to determine the effect of varying granite waste content on the compressive strength and modulus of elasticity of concrete. The experimental method is used in this research, which focuses on concrete with granite waste variations of 0%, 15%, 30%, and 45%. Testing the compressive strength and modulus of elasticity of concrete using cylindrical specimens with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm with a *Compression Testing Machine* and an additional dial gauge to measure specimen deformation. The compressive strength tests for concrete with granite waste variations of 0%; 15%; 30%; and 45% result in values of 22,27 MPa; 23,26 MPa; 29,27 MPa; and 25,28 MPa, respectively. Meanwhile, the modulus of elasticity tests yield values of 21727,29 MPa; 21882,92 MPa; 25920,23 MPa; 22585,91 MPa, respectively

**Keywords:** compressive strength, granite waste, modulus of elasticity

## Pendahuluan

Pembangunan di Indonesia tengah marak digencarkan oleh pemerintah maupun swasta karena cukup berperan besar dalam peningkatan ekonomi di Indonesia. Salah satu peranan penting dalam pembangunan atau dunia konstruksi ialah penggunaan beton sehingga penelitian-penelitian untuk meningkatkan kualitas beton sangat diperlukan. Beton merupakan material yang paling banyak digunakan kedua di dunia dengan perkiraan sekitar 25 miliar ton beton setiap tahunnya ([Sharma, dkk., 2017](#)). Material beton banyak digunakan di dunia konstruksi Indonesia karena material penyusunnya yang mudah ditemukan dan memiliki durabilitas tinggi ([Indriyanto, dkk., 2020](#)). Menginovasikan material beton merupakan salah satu penelitian terkait beton. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan agregat *recycle* yaitu limbah granit untuk mensubstitusi agregat kasar di beton tersebut. Agregat *recycle* sangat dipengaruhi oleh ukuran butir, tekstur, dan bentuk untuk menilai *workability* pada beton ([Raman, dkk., 2020](#)). Menurut Kalra et al. (2018), jenis agregat kasar yang digunakan memiliki pengaruh yang besar terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Agregat kasar memiliki dampak signifikan pada kekuatan beton, ketahanan terhadap disintegrasi beton, pengaruh cuaca, dan lainnya. Granit memiliki karakteristik butirannya yang kasar, padat, dan keras sehingga kepadatan tersebut dapat membuat beton tahan terhadap erosi dan abrasi, tahan beban berat, tahan terhadap pelapukan, awet, dan lebih kedap ([Mardiawan, dkk., 2022](#)).

Kuat tekan beton yang dibuat dengan agregat kasar daur ulang bergantung pada proporsi campuran beton tersebut ([Patah, dkk., 2022](#)). Berbagai penelitian terkait penerapan limbah granit pada beton telah dilakukan untuk menciptakan teknologi beton yang semakin maju, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Albefanido, dkk., 2023). Beton dengan limbah granit pada penelitian tersebut mengalami penurunan dari beton normal dengan rata-rata penurunan sebesar 1%. Penelitian Hadi (2020) memperoleh kesimpulan bahwa penambahan limbah granit pada beton dapat mengurngai kuat tekan beton seiring bertambahnya kadar limbah granit dalam beton tersebut. Penelitian Srinivas et al. (2020) yang menggunakan variasi limbah granit dan keramik menghasilkan nilai kuat tekan beton yang meningkat hingga kadar maksimumnya yaitu 24% (12% limbah keramik dan 12% limbah granit) sebesar 37,89 MPa. Dari sisi ekonomi, pemanfaatan limbah granit terbukti dapat menurunkan biaya sebesar minimal 0,54% dan maksimal 2,1%

Penerapan inovasi pada beton tetap harus memperhatikan mutu beton tersebut. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton merupakan parameter utama dalam meninjau hasil beton inovasi dalam penelitian yang dilakukan. Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah menentukan pengaruh penggunaan variasi limbah granit 0%; 15%; 30%; dan 45% dari massa kerikil atau agregat kasar terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton.

## Metode

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental yang memiliki dua variabel, yaitu variabel bebas berupa variasi kadar limbah granit dan variabel terikat yaitu kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Benda uji yang digunakan ialah beton silinder

berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan total 12 buah seperti yang tercantum pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Sampel Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton

Kadar Limbah Granit	Umur (hari)	Jumlah Benda Uji
0%	28	3
15%	28	3
30%	28	3
45%	28	3
Total		12

### Mix Design

Beton inovasi limbah granit menggunakan fas 0,58 pada perhitungannya. Tabel 2 menunjukkan rekapitulasi *mix design* yang digunakan.

**Tabel 2.** Rekapitulasi perhitungan *Mix Design*

Kadar Limbah Granit	Binder		Agregat		Air (lt/m <sup>3</sup> )
	Semen (kg/m <sup>3</sup> )	Pasir (kg/m <sup>3</sup> )	Kerikil (kg/m <sup>3</sup> )	Limbah Granit (kg/m <sup>3</sup> )	
0%	352,23	827,77	960,00	0	205
15%	352,23	823,27	819,83	144,68	205
30%	352,23	818,77	678,30	290,70	205
45%	352,23	814,27	535,43	438,08	205

### Pengujian Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton dilakukan pengujian modulus kehalusan, kandungan lumpur, berat jenis, zat organik, *absorption* untuk agregat halus serta modulus kehalusan, abrasi, berat jenis, *absorption* untuk agregat kasar. Pengujian tersebut dilakukan di Labrotorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil UNS agar diketahui standar dan mutu dari bahan-bahan penyusun beton yang digunakan.

### Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton menggunakan alat *Compression Testing Machine* ketika beton berumur 28 hari. Pengujian ini mengacu pada SNI 2847-2019 dengan perhitungan menggunakan Persamaan 1:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan :

$f'c$  = tegangan desak (N/mm<sup>2</sup> atau MPa)

P = gaya desak (N)

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

## Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas beton menggunakan alat *Compression Testing Machine* dan *Compressometer Silinder* ketika beton berumur 28 hari. Pengujian ini menggunakan berbagai rumus yang tertera pada Persamaan 2 hingga Persamaan 5:

- a. Eurocode 2-1992

$$E_c = \frac{0,4 f'c}{\varepsilon(0,4 f'c)} \quad [2]$$

Keterangan :

$E_c$  = Modulus elastisitas (MPa)

$\varepsilon$  = Regangan aksial

$f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

- b. ASTM C-469

$$E_c = \frac{0,4 f'c - \sigma_1}{\varepsilon(0,4 f'c) - \varepsilon_1} \dots\dots\dots [3]$$

Keterangan :

$E_c$  = Modulus elastisitas (MPa)

$\varepsilon_1$  = Regangan aksial (0,00005)

$f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$\sigma_1$  = Tegangan yang berhubungan dengan  $\varepsilon_1$  (MPa)

- c. ACI Committe 363

$$E_c = 3320 \sqrt{f'c} + 6900 \dots\dots\dots [4]$$

Keterangan:

$E_c$  = Modulus elastisitas (MPa)

$f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

- d. SNI 2847-2019

$$E_c = 0,043 w_c^{1,5} \sqrt{f'c} \dots\dots\dots [5]$$

Keterangan:

$E_c$  = Modulus elastisitas (MPa)

$f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$w_c$  = Berat volume beton (kg/m<sup>3</sup>)

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Uji Bahan Penyusun Beton

Hasil dari pengujian agregat kasar dan halus yang digunakan pada penelitian terlihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Uji Bahan Penyusun Beton

Pengujian	Pasir	Kerikil	Limbah Granit	Standar	Kesimpulan
Kadar Lumpur	3,70%	-	-	<5% ASTM C.117	Memenuhi
Kandungan Zat Organik	Kuning Tua	-	-	Kuning Kemerahan ASTM C.40 1,5 < MH < 3,8 SII-0052-80	Memenuhi
Modulus Kehalusan	2,49	6,76	6,79	(agregat halus) 6,5 – 7,1 ASTM C.33 (agregat kasar) 2,5 – 2,7 ASTM C.128	Memenuhi
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>	2,50	6,30	6,33	(agregat halus) min. 2,6 ASTM C.127 (agregat kasar)	Memenuhi
<i>Absorption</i>	4,38%	2,27%	0,55%	maks. 3% ASTM C.128 (agregat kasar)	Memenuhi
Abrasi	-	25%	20,08%	maks. 40% ASTM C.131	Memenuhi

### Hasil Pengujian Beton Segar

*Slump test* untuk beton segar pada penelitian ini terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil *Slump Test*

Kadar Limbah Granit	Nilai <i>Slump</i> Beton (cm)
0%	7,00
15%	8,50
30%	6,50
45%	7,00

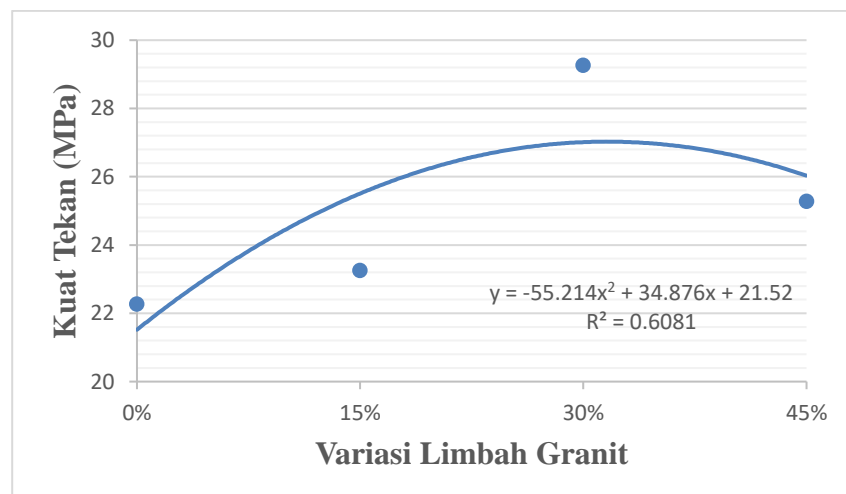
### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil uji kuat tekan beton terdapat dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Kadar Limbah Granit	Kode	Pmax (kN)	f'c (MPa)	f'c rata-rata beton (MPa)	Perubahan f'c (%)
0%	A	440	25,23	22,27	-
	B	355	20,36		

Kadar Limbah Granit	Kode	Pmax (kN)	f'c (MPa)	f'c rata-rata beton (MPa)	Perubahan f'c (%)
15%	C	385	21,22	23,26	4,43
	A	435	24,29		
	B	425	23,42		
30%	C	395	22,06	29,27	31,41
	A	470	26,25		
	B	540	30,56		
45%	C	555	30,99	25,28	13,52
	A	515	28,38		
	B	460	25,69		
	C	390	21,78		



**Gambar 1.** Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Limbah Granit

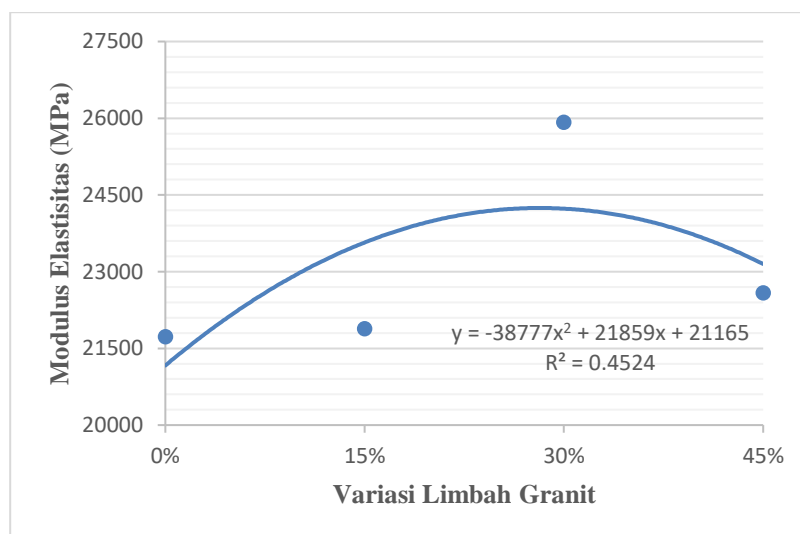
Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah granit sebagai substitusi parsial agregat kasar pada beton umur 28 hari dapat meningkatkan kuat tekan beton hingga 31,41% dari beton tanpa limbah granit. Hal ini disebabkan karena limbah granit memiliki nilai abrasi yang lebih rendah dibanding kerikil yaitu sebesar 4,92% dengan nilai abrasi limbah granit ialah 20,08% dan nilai abrasi kerikil ialah 25%. Nilai abrasi yang rendah ini membuktikan bahwa limbah granit dapat meminimalkan peluang beton mengalami pengikisan atau perubahan bentuk pada permukaan beton yang disebabkan oleh gesekan, benturan, atau faktor abrasi mekanis lainnya sehingga kuat tekan beton yang diperoleh juga semakin tinggi.

## Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Hasil uji modulus elastisitas beton terdapat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Kadar Limbah Granit	Kode	Ec Percobaan (MPa)		Ec Teoritis (MPa)		Rata-Rata (MPa)	Perubahan Modulus Elastisitas (%)
		Eurocode	ASTM C-469	ACI Committe 363	SNI 2847-2019		
0%	A	21567,73	22725,20	23577,59	24986,03	21727,29	-
	B	19366,89	21606,16	21880,32	22977,71		
	C	19645,36	19007,18	22192,55	21194,82		
15%	A	19051,77	18579,62	23262,92	23144,70	21882,92	0,72
	B	22043,62	21901,10	22967,34	22920,53		
	C	21598,38	22441,58	22492,46	22191,06		
30%	A	24078,40	22155,43	23908,47	24541,55	25920,23	19,30
	B	27467,64	25241,29	25252,65	27764,45		
	C	29237,71	28388,98	25382,58	27623,67		
45%	A	21727,21	19943,76	24586,96	25792,90	22585,91	3,95
	B	22239,86	21032,08	23726,55	25208,53		
	C	20025,88	20576,38	22393,46	23777,38		



Gambar 2. Grafik Hubungan Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Limbah Granit

Data yang diperoleh adalah hasil pengujian pada daerah elastis, sehingga mencerminkan kinerja beton dalam kondisi di mana deformasi yang terjadi akan kembali ke bentuk semula jika beban dihilangkan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa modulus elastisitas beton dengan limbah granit sebagai substitusi parsial agregat kasar memiliki nilai maksimum pada kadar limbah granit 30% sebesar 25920,23 MPa, sedangkan nilai modulus elastisitas beton tanpa limbah granit diperoleh nilai 21727,29 MPa sehingga beton ini dapat meningkatkan nilai modulus elastisitas hingga 19,30% dari beton tanpa limbah granit ketika umur beton 28 hari. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi limbah granit pada kadar yang tepat dapat meningkatkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton sehingga dapat menjadi

salah satu pilihan untuk menghasilkan beton yang ramah lingkungan dengan tetap memenuhi nilai kuat tekan yang direncanakan.

## Simpulan

Berdasarkan penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan pada beton berumur 28 hari dengan menggunakan limbah granit sebagai substitusi parsial agregat kasar, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan beton dengan variasi limbah granit 0%; 15%; 30%; dan 45% masing-masing adalah 22,27 MPa; 23,26 MPa; 29,27 MPa; dan 25,28 MPa.
2. Nilai modulus elastisitas beton dengan variasi limbah granit 0%; 15%; 30%; dan 45% masing-masing adalah 21727,29 MPa; 21882,92 MPa; 25920,23 MPa; dan 22585,91 MPa.

## Referensi

- Albefanido, R., Farni, I., dan Anggraini, R., 2023. *Pengaruh Penggunaan Limbah Keramik Granite Alam Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Memadat Sendiri (Self Compacting Concrete)*. Padang.
- American Concrete Institute, 1987. *ACI Committee 363 High Strength Concrete*. Amerika.
- American Standard Testing and Material, 2006. *ASTM C33 Standard Specification for Concrete Aggregates*. Amerika.
- American Standard Testing and Material, 2010. *ASTM C 131 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. Amerika.
- American Standard Testing and Material, 2012. *ASTM C 127 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*. Amerika.
- American Standard Testing and Material, 2011. *ASTM C40 Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete*. Amerika.
- American Standard Testing and Material, 2015. *ASTM C 117-04, Standard Test Method for Materials Finer than 75- $\mu$ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. Amerika.
- American Standard Testing and Material, 2016. *ASTM C469: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Center Point-Loading)*. Amerika.
- American Standard Testing and Material, 2017. *ASTM C 128 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. Amerika.
- Arel HS, Shaikh FUA. Semi-green cementitious materials from waste granite by considering the environmental, economic, and health impacts: A review. *Structural Concrete*
- Badan Standarisasi Nasional, 2019. *SNI 2847-2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk*

*Bangunan Gedung dan Penjelasan.* Jakarta.

- European Committee for Standardization. 1992. *Eurocode 1992 Design of Concrete Structure.* Inggris.
- Hadi, S., 2020. *Pengaruh Limbah Granit Terhadap Kuat Tekan Beton.* Jurnal Unmas Mataram, Mataram.
- Indriyanto, L.A., Saputra, A., dan Sulistyono, D., 2020, *Pengaruh Air Laut Masa Perawatan Terhadap Infiltrasi Ion Klorida Pada Beton dengan Penambahan Fly Ash 12,5%.* Jurnal Riset Rekayasa Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kalra, M. dan Mehmood, G., 2018., *A Review on the Effect of Different Types of Coarse Aggregate on Concrete.* IOP Conference Series Materials Science and Engineering, India.
- Mardiawan, Fadly, A., dan Indriasari, 2022, *Pengaruh Penambahan Batu Granit dan Rambut sebagai Filler terhadap Kuat Tekan dan Lentur Beton.* Jakarta.
- Patah, D. dan Dasar, A., 2022, *Pengaruh Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Kekuatan Beton.* Jurnal teknologi Terpadu, Universitas Sulawesi Barat.
- Raman, J.V.M., dan Ramasamy, V., 2020, *Various Treatment Techniques Involved to Enhance the Recycled Coarse Aggregate in Concrete: A Review.*, Elsevier Materials Today Proceedings, India.
- Sharma, N.K., Kumar, P., Kumar, S., Thomas, B.S., dan Gupta, R.C., 2017, *Properties of Concrete Containing Polished Granite Waste as Partial Substitution of Coarse Aggregate.* Elsevier Construction and Building Materials, India.
- Srinivas, K., Vijaya, S.K., dan Jagadeeswari, K., 2020, *Concrete with Ceramic and Granite Waste as Coarse Aggregate.* India.