



Kajian Kuat Tarik Belah pada Beton Variasi Limbah Granit Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar

Diajeng Derrissyifa Salvia¹, Wibowo Wibowo², Endah Safitri³

¹⁻³Universitas Sebelas Maret, Indonesia

Alamat: Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126. Telp: 0271-634524, Indonesia

Korespondensi penulis: diajeng_dsalvia30@student.uns.ac.id

Abstract. *The development of concrete making technology has developed rapidly nowadays, the innovations in terms of material use and workmanship. The implementation of construction work carried out today pays attention to aspects of strength, rigidity, and high durability, as well as sustainability. To support these two things, research can be carried out on making concrete using granite waste. The research method used in this study is an experimental method. The concrete mix design uses variations of granite waste with successive levels of 0%, 15%, 30%, and 45%. The test specimen used for tensile strength testing is cylindrical with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm, the test uses 12 specimens where each variation uses 3 specimens. The test is performed when the specimen has reached the age of 28 days. The test specimen tested has met the planned compressive strength requirements at a concrete life of 28 days where the results are greater than 20 MPa. Results of testing the tensile strength of concrete variations of granite waste as a partial substitution of coarse aggregate with variations of granite waste of 0%, 15%, 30%, and 45% respectively; 2.43 MPa; 2.50 MPa; 2.97 MPa; and 2.78 MPa.*

Keywords: *concrete technology, recycled aggregate concrete, tensile strength, waste granite*

Abstrak. Perkembangan teknologi pembuatan beton di dunia telah berkembang pesat saat ini. Beberapa negara maju telah melakukan inovasi-inovasi terbaru dalam pembuatan beton baik dari segi penggunaan material maupun pengerjaannya. Selain itu, pelaksanaan pekerjaan konstruksi yang dilakukan saat ini memperhatikan aspek kekuatan, kekakuan, dan durabilitas yang tinggi, dan juga sustainabilitas. Untuk mendukung kedua hal tersebut dapat dilakukan penelitian pembuatan beton menggunakan limbah granit. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode eksperimental. Rancangan campuran beton menggunakan variasi limbah granit dengan kadar berturut-turut 0%, 15%, 30%, dan 45%. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tarik belah beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan 12 benda uji dimana masing-masing variasi menggunakan 3 buah benda uji. Pengujian dilakukan pada saat benda uji telah mencapai umur 28 hari. Benda uji yang dilakukan pengujian telah memenuhi syarat kuat tekan yang direncanakan pada umur beton 28 hari dimana hasil kuat tekan bernilai lebih besar dari 20 MPa. Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi limbah granit sebagai substitusi parsial agregat kasar dengan variasi limbah granit berturut-turut 0%, 15%, 30%, dan 45% sebesar 2,43 MPa; 2,50 MPa; 2,97 MPa; dan 2,78 MPa.

Kata kunci: beton agregat daur ulang, kuat tarik belah, limbah granit, teknologi beton

1. LATAR BELAKANG

Indonesia tengah aktif dalam upaya pembangunan infrastruktur yang tersebar di berbagai wilayah. Beton digunakan luas dalam berbagai bidang konstruksi sebagai bahan baku utama. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan beton, penelitian-penelitian tentang beton terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas, efisiensi penggunaan, dan sustainabilitasnya. Beragam inovasi telah ditemukan, salah satunya material penyusun campuran beton yang sering diteliti yaitu penggunaan agregat kasar.

Penelitian ini mencoba memanfaatkan limbah granit yang akan digunakan sebagai substitusi parsial agregat kasar. Limbah granit yaitu produk sisa dari batu alam yang dihasilkan dari proses pemotongan dan pengolahan batu. Granit memiliki sifat fisik yang sesuai sebagai agregat kasar dalam beton karena memiliki kepadatan yang tinggi yang memungkinkan untuk tahan terhadap erosi dan abrasi, mampu menahan beban yang berat, dan tahan terhadap pelapukan batuan (Citra, 2016). Penelitian-penelitian sebelumnya tentang penggunaan limbah granit sebagai substitusi agregat kasar berfokus pada pengaruhnya terhadap kuat tekan beton. Hal ini mendasari penulis untuk melakukan penelitian mengenai penggunaan variasi limbah granit dengan kadar 0%, 15%, 30%, dan 45% dari berat agregat kasar dalam pembuatan beton dan menambah pengetahuan mengenai potensi penggunaan limbah granit dalam industri konstruksi serta berkontribusi terhadap perkembangan beton yang lebih ramah lingkungan dan berkinerja tinggi.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian yang dilakukan oleh Albefanido dkk (2023) menggunakan beton dengan limbah granit dengan hasil penelitian tersebut yaitu nilai kuat tekan mengalami penurunan dari beton normal dengan rata-rata penurunan sebesar 1%. Penelitian Srinivas et al (2021) 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. Penelitian oleh Hadi (2020) memperoleh kesimpulan bahwa penambahan limbah granit pada beton dapat mengurangi kuat tekan beton seiring bertambahnya kadar limbah granit dalam beton tersebut. Selain kuat tekan, pengujian kuat tarik belah juga penting dilakukan pada beton.

Berdasarkan SNI 03-2491-2002 yang dimaksud dengan kuat tarik belah adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan. Hasil pengujian kuat tarik belah dapat digunakan sebagai parameter

terhadap kekuatan dan kestabilan suatu konstruksi karena dapat menunjukkan kualitas beton dalam hal kemampuan menahan tegangan sebelum terjadinya retak.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan variabel bebas berupa variasi limbah granit yang digunakan yaitu 0%; 15%; 30%; dan 45%, serta variabel terikat berupa kuat tarik belah beton. Benda uji dalam penelitian ini berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sejumlah 12 buah dengan rincian 3 buah pada masing-masing variasi limbah granit. Benda uji yang sudah dibuat kemudian dидiamkan selama 24 jam sebelum dilakukan pembongkaran *mould*, setelah itu dilakukan perawatan beton dengan metode perendaman di dalam air sampai umur beton mencapai 21 hari. Benda uji dilakukan pengujian pada umur 28 hari. **Tabel 3.1** merupakan perincian benda uji pada penelitian ini.

Tabel 3.1 Benda Uji Kuat Tarik Belah

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

Mix design beton variasi limbah granit sebagai substitusi parsial agregat kasar dibuat berdasarkan SNI 7656:2012. Faktor Air Semen (FAS) yang diterapkan adalah 0,58. **Tabel 3.2** merupakan rekapitulasi *mix design* beton variasi limbah granit sebagai substitusi parsial agregat kasar dalam penelitian ini.

Tabel 3.2 Rekapitulasi *Mix Design* Beton Variasi Limbah Granit

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

Pengujian material penyusun beton berguna untuk mengetahui standar dan mutu material penyusun beton yang digunakan. Pengujian kandungan lumpur, modulus kehalusan, zat organik, berat jenis, *absorption* untuk agregat halus. Untuk agregat kasar dilakukan pengujian abrasi dan berat jenis agregat kasar. Semua pengujian material penyusun beton dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil UNS. Dilakukan juga pengujian beton segar untuk mengetahui *workability* atau kelecakan beton variasi limbah granit. Pengujian yang dilakukan yaitu uji *slump* tegak.

Pengujian kuat tarik belah beton dilaksanakan dengan bantuan *Compression Testing Machine* (CTM) dan mengacu pada SNI 03-2941-2002. Rumus yang dipakai guna menghitung kuat tekan beton terdapat pada **Persamaan 1**:

$$f_{ct} = \frac{2 \times P}{\pi \times L \times D} \dots \dots \dots [1]$$

Keterangan:

- f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)
- P = Beban maksimum yang ditunjukkan oleh alat uji (N)
- L = Panjang benda uji (mm)
- D = Diameter benda uji (mm)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material Penyusun Beton

Pengujian material penyusun beton dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil UNS dengan rentang waktu 20 Februari 2024 sampai dengan 7 Maret 2024. Hasil pengujian agregat halus dan agregat kasar (kerikil dan limbah granit) penyusun beton dapat dilihat pada **Tabel 4.1** sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus dan Kasar (Kerikil dan Limbah Granit)

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

4.2 Hasil Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar dilakukan dalam rentang waktu 19 Februari 2024 sampai dengan 5 Maret 2024 di Laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil UNS dengan metode pengujian *slump* tegak dengan hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.4 Hasil *Slump Test*

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

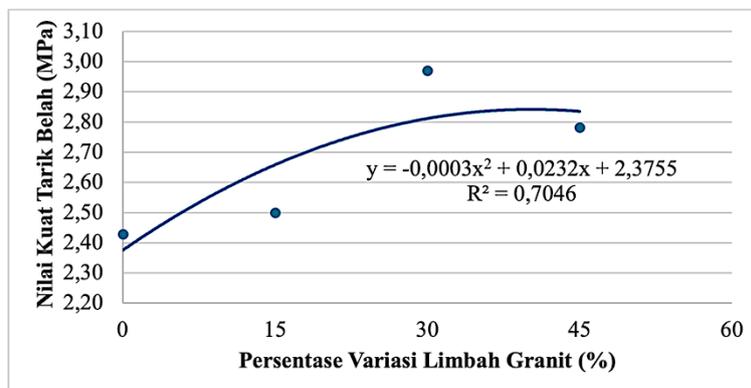
Berdasarkan hasil pengujian *slump* tegak seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 4.2** menunjukkan bahwa nilai *slump* berfluktuasi. Hal ini dapat menunjukkan bahwa penggunaan variasi limbah granit dalam campuran beton tidak mempengaruhi atau tidak berkaitan dengan *workability* atau tingkat kemudahan pengerjaan beton.

4.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari di Laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil UNS pada tanggal 18 Maret 2024 sampai dengan 2 April 2024. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dan **Gambar 4.1**

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Variasi Limbah Granit	Kode	<i>P</i> (N)	<i>f_{ct}</i> (MPa)	<i>f_{ct}</i> rata-rata (MPa)	Perubahan Nilai <i>f_{ct}</i> (%)
0%	I	180000	2,55	2,43	-
	II	180000	2,55		
	III	155000	2,19		
15%	I	190000	2,69	2,50	2,91
	II	180000	2,55		
	III	160000	2,26		
30%	I	200000	2,83	2,97	22,33
	II	220000	3,11		
	III	210000	2,97		
45%	I	200000	2,83	2,78	14,56
	II	200000	2,83		
	III	190000	2,69		



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Kuat Tarik Belah Beton dengan Variasi Limbah Granit

Berdasarkan grafik pada **Tabel 4.3** dan **Gambar 4.1** dapat dilihat bahwa beton variasi limbah granit sebagai substitusi parsial agregat kasar dengan variasi 15%, 30%, dan 45% dari berat total agregat kasar dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah beton dibandingkan dengan variasi 0%. Nilai kuat tarik belah beton dengan variasi limbah granit 0% diperoleh sebesar 2,43 MPa. Variasi limbah granit 15%, 30%, dan 45% memiliki nilai kuat tarik belah yang berurutan yaitu 2,50 MPa; 2,97 MPa; dan 2,78 MPa. Penelitian ini menunjukkan nilai kuat tarik belah maksimum diperoleh 2,97 MPa dengan penggunaan variasi limbah granit 30%. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi limbah granit pada kadar yang tepat dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah beton sehingga dapat menjadi salah satu pilihan untuk menghasilkan beton yang ramah lingkungan. Pada variasi limbah granit 45% mengalami penurunan nilai kuat tarik belah dibandingkan dengan variasi limbah granit 30%, hal ini dapat terjadi karena adanya perbedaan bentuk antara kerikil dan limbah granit, dimana kerikil cenderung bulat, limbah granit cenderung lancip, sehingga pada variasi yang lebih tinggi dapat mengakibatkan campuran kurang baik sehingga dapat meningkatkan porositas beton dan rentan terjadinya retak mikro.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu variasi limbah granit sebagai substitusi parsial agregat kasar dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah beton. Nilai kuat tarik belah beton dengan variasi kadar limbah granit 0%, 15%, 30%, dan 45% dari berat agregat kasar masing-masing adalah 2,43 MPa; 2,50 MPa; 2,97 MPa; dan 2,78 MPa. Hal ini dapat terjadi karena limbah granit memiliki nilai abrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan kerikil sehingga lebih tahan terhadap keausan agregat, nilai berat jenisnya yang tinggi juga membuat granit memiliki kepadatan batuan yang tinggi, serta kandungan silika yang tinggi pada granit dapat meningkatkan nilai kekuatan mekanik beton secara keseluruhan, dalam hal ini nilai kuat tarik belah beton. Karena keterbatasan penelitian dan karena sifat granit sebagai batu alam, maka hasil penelitian tidak dapat digeneralisasi. Apabila sumber limbah granit yang digunakan diambil dari tempat yang berbeda dengan penelitian ini, mungkin saja akan diperoleh hasil penelitian yang berbeda.

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh penulis menyarankan penelitian selanjutnya agar diperoleh hasil yang lebih baik dengan menambah jumlah variasi limbah granit dari berat agregat kasar yang diperlukan terutama pada *range* sebelum dan sesudah 30% dengan perbedaan variasi yang lebih kecil agar didapatkan hasil penggunaan variasi limbah granit yang

lebih optimum dalam pembuatan beton, selain itu juga dapat mengombinasikan material yang dapat meningkatkan kuat tarik belah beton sebagai bahan tambah pada *mix design*.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis bersyukur karena penelitian ini yang merupakan bagian dari skripsi telah selesai dilakukan. Penulis berterima kasih kepada dosen pembimbing, tim skripsi beton agregat *recycle 2024*, laboran Laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil UNS, *batching plant* PT. SCG *Readymix* Indonesia (Jayamix) Plant Solo, dan semua pihak yang membantu penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Ahire, P., Khairnar, H., & Desale, L. R. (2024). Partial replacement of aggregate in concrete with granite. *International Journal of Science and Social Science Research (IJSSSR)*, 2(1), 189-195.
- Albefanido, R., Farni, I., & Anggraini, R. (2023). Pengaruh penggunaan limbah keramik granite alam sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton memadat sendiri (self compacting concrete). *E-Jurnal Universitas Bung Hatta: Kumpulan Executive Summary Tugas Akhir Wisudawan Teknik Sipil Ke-79*, 1(1), 15-16. <https://ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php/JFTSP/article/view/23108>
- Aswanti, R. (2023). Penggunaan silika fume untuk reduksi semen dengan limbah granit sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton. *Skripsi S1 Teknik Sipil. Universitas Bosowa, Makassar, Indonesia.*
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-2491-2002 tentang metode pengujian kuat tarik belah beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 1972-2008 tentang cara uji slump beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI 7656:2012 tentang tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat, dan beton massa. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bayrak, G., et al. (2014). Granite based glass-ceramic materials. *Acta Physica Polonica No. 2, Proceedings of the 3rd International Congress APMAS2013. Turkey.*
- Citra. (2016). Batuan granit: Pengertian, proses, dan manfaatnya. Jakarta. Available at: <https://ilmugeografi.com/geologi/batuan-granit>, diakses tanggal 10 Mei 2024.
- Devi, D. S., Nurmeyliandari, R., & Pramadona, A. P. (2024). Pengaruh penggunaan abu sekam padi dan limbah granit terhadap kuat tekan beton. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 74-82. <https://doi.org/10.35334/be.v8i1.4976>

- Hadi, S. (2020). Pengaruh limbah granit terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Unmas Mataram*, 14(1), 476-480. <https://doi.org/10.35327/gara.v14i1.123>
- Mundher A. Abdulridha et al. (2020). *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 881 012180.
- Pratiwi, L. C., & Wardana, I. A. (2022). Pengaruh limbah granit dan limbah karbit sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), 381-389. <http://dx.doi.org/10.31602/jk.v5i1.7567>
- Raphael, J. M. (1984). Tensile strength of concrete. In *Journal Proceedings* (Vol. 81, No. 2, pp. 158-165).
- Srinivas, K., Vijaya, S. K., & Jagadeeswari, K. (2020). Concrete with ceramic and granite waste as coarse aggregate. In *Materials Today: Proceedings* (Vol. 37, pp. 2089-2092). ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.521>
- Ubi, S. E., Nkra, P. O., Agbor, R. B., Ewa, D. E., & Nuchal, M. (2020). Efficacy of basalt and granite as coarse aggregate in concrete mixture. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 7(9), 1-9. <https://doi.org/10.29121/ijetmr.v7.i9.2020.769>