

Karakteristik Beton dengan Variasi Diameter Serat Bambu terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Febryandi Alfuadi*, Marguan Fauzi, Khodijah Al Qubro, Miftahul Jannah Lubis

Universitas Indo Global Mandiri, Palembang - 30129, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Beton serat; Kuat Tarik belah beton; Serat bambu; Variasi diameter.

*Correspondence email:

febryandialfuady@uigm.ac.id

Submitted: 03 Maret 2026

Revised: 16 Juni 2026

Accepted: 26 Juli 2026

Published: 01 Agustus 2026

ABSTRAK

Beton termasuk material konstruksi yang memiliki kuat tekan tinggi, namun memiliki kelemahan terhadap beban tarik sehingga mudah mengalami retak. Sebagai salah satu pendekatan meningkatkan nilai kuat tarik beton yaitu dilakukan penambahan serat alami seperti serat bambu, yang memiliki sifat ramah lingkungan, ringan, serta mudah diperoleh. Variasi diameter serat bambu dapat mempengaruhi kemampuan ikatan antara serat dan matriks beton sehingga mempengaruhi kuat tarik belah beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi diameter serat bambu terhadap nilai kuat tarik belah beton serta menentukan diameter serat yang menghasilkan nilai kuat tarik belah rata-rata tertinggi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium dengan mutu rencana beton f'_c 25 MPa. Variasi diameter serat bambu yang digunakan adalah 2 mm, 4 mm, dan 6 mm, dengan kadar serat yang sama pada setiap campuran. Benda uji berbentuk silinder berukuran 100 mm $\times$ 200 mm diuji pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari, dengan tiga benda uji untuk setiap variasi dan umur pengujian. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan serat bambu memberikan pengaruh pada peningkatan nilai kuat tarik belah beton. Pada umur 28 hari, beton normal memiliki kuat tarik sebesar 2,65 MPa, sedangkan beton dengan penambahan serat bambu diameter 2 mm sebesar 2,77 MPa, diameter 4 mm sebesar 3,24 MPa, dan diameter 6 mm sebesar 2,94 MPa. Berdasarkan nilai rata-rata pengujian, diameter serat 4 mm menunjukkan nilai kuat tarik belah rata-rata tertinggi dibandingkan variasi 2 mm dan 6 mm. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan serat bambu diameter 4 mm sebagai alternatif bahan tambah ramah lingkungan untuk meningkatkan kinerja tarik beton dan mendukung pembangunan berkelanjutan.

ABSTRACT

Keywords:

Fiber-reinforced concrete;
Tensile strength of concrete;
Bamboo fiber; Diameter
variation.

Concrete is a construction material with high compressive strength; however, it has a relatively low tensile strength, which makes it susceptible to cracking. One approach to improving the tensile strength of concrete is the addition of natural fibers, such as bamboo fibers, which are environmentally friendly, lightweight, and easily obtained. Variations in bamboo fiber diameter may influence the bonding between the fibers and the concrete matrix, thereby affecting the splitting tensile strength of concrete. This study aims to analyze the effect of bamboo fiber diameter variations on the splitting tensile strength of concrete and to determine the fiber diameter that produces the highest average splitting tensile strength. The research method used is an experimental laboratory method with a designed concrete strength of f'_c 25 MPa. The bamboo fiber diameters used in this study were 2 mm, 4 mm, and 6 mm. Cylindrical specimens with dimensions of 100 mm $\times$ 200 mm were used and tested at the ages of 7, 14, 21, and 28 days. The results of this study indicate that the addition of bamboo fibers improves the splitting tensile strength of concrete. At 28 days, the control concrete had a splitting tensile strength of 2.65 MPa, while concrete with bamboo fiber additions showed values of 2.77 MPa for 2 mm diameter, 3.24 MPa for 4 mm diameter, and 2.94 MPa for 6 mm diameter. Based on the average test results, the 4 mm fiber diameter showed the highest splitting tensile strength compared with the 2 mm and 6 mm variations. This study recommends the use of 4 mm bamboo fiber as an environmentally friendly alternative additive to improve the tensile performance of concrete and support sustainable construction development.

PENDAHULUAN

Beton adalah material konstruksi yang tergolong paling dominan yang dimanfaatkan pada berbagai jenis pembangunan di seluruh dunia karena kemudahan pembentukan, kekuatan tekan yang tinggi, dengan dukungan ketersediaan bahan baku yang melimpah (Neville, 2011). Beton telah menjadi kebutuhan pokok dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia (Nisumanti et al., 2022). Beton merupakan material konstruksi yang banyak dimanfaatkan saat ini paling banyak digunakan, sehingga diperlukan upaya untuk menghasilkan kualitas beton yang sesuai dengan kebutuhan konstruksi (Simanjuntak & Lubis, 2022). Meskipun demikian, beton memiliki kelemahan inherent berupa sifat getas (*brittle*) serta kuat tarik yang relatif rendah dibandingkan dengan kuat tekannya, umumnya hanya 1/10–1/20 dari kekuatan tekannya (Mindess et al., 2023). Kelemahan ini membuat beton rentan mengalami retak tarik yang dapat

berkembang menjadi kerusakan struktural dan menurunkan durabilitasnya (Mehta & Monteiro, 2014). Salah satu bentuk modifikasi campuran beton yang banyak dikembangkan adalah beton serat (Lestari, 2022). Penambahan bahan penguat pada beton dapat memengaruhi sifat mekanik beton, termasuk kuat tekan dan kuat tarik belah (Sambesa et al., 2026). Sebagai upaya untuk mengatasi keterbatasan tersebut, salah satu metode yang umum diterapkan untuk memperkuat beton melalui penambahan serat, membentuk material komposit yang dikenal sebagai *fiber reinforced concrete* (FRC) (ACI Committee 544, 2016).

Serat sintetis seperti baja, kaca, karbon, dan polimer telah digunakan secara luas karena kekuatannya yang tinggi dan kemampuannya meningkatkan ketangguhan beton (ACI Committee 544, 2016). Namun, serat sintetis memiliki kelemahan berupa biaya produksi yang tinggi, konsumsi energi besar, emisi karbon signifikan, serta ketersediaan yang terbatas di beberapa wilayah (Chin et al., 2020). Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, serat alami menjadi alternatif yang menarik karena sifatnya yang ramah lingkungan, dapat diperbarui (*renewable*), tersedia melimpah terutama di daerah tropis dan subtropis, serta memiliki biaya yang relatif rendah (Kumarasamy et al., 2020).

Bambu merupakan salah satu material alami yang memiliki kandungan serat selulosa dan berpotensi digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit beton. Bambu adalah salah satu sumber serat alami yang menjanjikan untuk penguatan beton. Serat bambu memiliki sifat tarik yang baik (± 40 MPa), modulus elastisitas sekitar 35 GPa, bobot ringan, laju pertumbuhan cepat (panen 3–5 tahun), dan kemampuan menyerap CO₂ selama masa tumbuh (Zhang et al., 2018; Chin et al., 2020). Struktur mikro serat bambu terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin, dengan sudut mikrofibril rendah (8°) yang berkontribusi terhadap kekuatan dan kekakuannya (Sharma et al., 2015). Keunggulan ini menjadikan bambu mampu berfungsi sebagai komponen penguat alami yang berkelanjutan untuk beton, terutama di wilayah yang pasokan serat sintetisnya terbatas (Bisht et al., 2022).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan serat bambu atau serat alami lainnya dapat meningkatkan ketangguhan (*toughness*), mengurangi lebar retak, meningkatkan kapasitas beban pasca-retak, dan memperbaiki perilaku lentur beton (Ghavami, 2005; Kumarasamy et al., 2020). Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja ini meliputi kadar serat, panjang serat, perlakuan awal (*pretreatment*), serta dimensi serat (Kumarasamy et al., 2020; Chin et al., 2020). Perlakuan alkali menggunakan NaOH terbukti efektif meningkatkan kekasaran permukaan dan kualitas ikatan antar muka (*interfacial bonding*) antara serat dan pasta semen (Chin et al., 2020; Sutradhar et al., 2022). Dimensi serat, khususnya diameter, memegang peran penting dalam perilaku tarik beton. Diameter kecil meningkatkan luas permukaan spesifik serat sehingga ikatan dengan matriks menjadi lebih baik, namun dapat mengurangi kekakuan serat. Sebaliknya, diameter besar meningkatkan kekakuan tetapi mengurangi jumlah serat efektif per volume campuran (Bisht et al., 2022; Kumarasamy et al., 2020). Variasi diameter ini berpotensi mempengaruhi transfer tegangan, distribusi gaya tarik, serta efisiensi penguatan dalam beton. Selain itu, penggunaan beton berkinerja sangat tinggi (*Ultra-High Performance Concrete/UHPC*) dengan serat bambu dilaporkan mampu memperbaiki kelemahan ikatan, mengurangi degradasi akibat lingkungan alkalis, dan memaksimalkan kontribusi serat terhadap kekuatan lentur dan tarik (Ganesan et al., 2022). Pendekatan ini juga memperpanjang umur pakai serat alami di lingkungan semen, sehingga menjadi strategi potensial untuk aplikasi struktural berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian yang dilakukan bertujuan sebagai upaya mengevaluasi dampak variasi diameter serat bambu terhadap nilai kuat tarik belah beton. Diharapkan hasilnya dapat berkontribusi pada pengembangan material beton ramah lingkungan dengan kinerja struktural yang lebih baik, serta meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam daerah untuk pembangunan berkelanjutan.

METODE

Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri. Metode yang diterapkan merupakan penelitian eksperimental di laboratorium berupa analisis kekuatan kuat tarik belah beton dengan perbedaan diameter serat bambu.

Bahan Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen, air, agregat halus, agregat kasar, dan serat bambu. Panjang serat bambu dibuat relatif seragam pada seluruh variasi campuran, sehingga perbedaan utama yang dikaji dalam penelitian ini adalah diameter serat bambu. Namun, pengukuran rinci panjang serat tidak menjadi variabel utama dalam penelitian ini. Seluruh variasi menggunakan berat serat yang sama, yaitu 35 gram untuk setiap campuran, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Penggunaan berat serat yang sama dimaksudkan agar pengaruh yang diamati terutama berasal dari perbedaan diameter serat, bukan dari perbedaan kadar serat dalam campuran beton. Sebelum dicampurkan ke dalam beton, serat bambu dipotong, dipilih sesuai diameter rencana, dan dibersihkan dari kotoran yang menempel agar tidak mengganggu ikatan antara serat dan pasta semen.

Tahapan Pengujian

Pengujian material bertujuan untuk memperoleh data tentang karakteristik agregat agar dapat dicampur dalam pembuatan beton. Pengujian material meliputi analisis gradasi agregat, berat jenis, penyerapan air, berat isi, kadar lumpur, dan kadar organik. Pengujian material dilakukan dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan/atau standar ASTM yang relevan.

Desain Campuran

Perancangan campuran pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000 untuk mutu rencana beton f'_c 25 MPa. Dalam penelitian ini, benda uji berbentuk silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Banyaknya benda uji yang diterapkan pada penelitian ini sebanyak 3 sampel uji untuk setiap variasi campuran dan setiap umur pengujian. Variasi campuran terdiri atas beton normal, beton dengan menggunakan serat bambu berdiameter 2 mm, 4 mm, serta 6 mm. Pengujian dilakukan pada umur beton 7, 14, 21, serta 28 hari, dengan demikian total benda uji kuat Tarik belah adalah 4 variasi x 4 umur x 3 benda uji dengan jumlah keseluruhan sebanyak 48 benda uji. Nilai kuat tarik yang disajikan pada Tabel 4 merupakan hasil rata-rata pengujian dari tiga benda uji. Pada seluruh variasi beton serat, berat serat bambu dibuat sama, yaitu 35 gram per campuran, untuk menjaga konsistensi kadar serat dalam campuran. Dengan demikian, perbedaan hasil kuat tarik belah dianalisis berdasarkan variasi diameter serat bambu, sedangkan kadar serat dipertahankan tetap.

Tabel 1 Desain Campuran Beton

Keterangan	Satuan	Semen	Air	Pasir	Split	Serat Bambu
BN	gram	700	383,33	1.300	2100	-
Beton + 2 mm Serat Bambu	gram	700	383,33	1.300	2100	35
Beton + 4 mm Serat Bambu	gram	700	383,33	1.300	2100	35
Beton + 6 mm Serat Bambu	gram	700	383,33	1.300	2100	35

Catatan: Berat serat bambu pada setiap variasi beton serat dibuat sama, yaitu 35 gram per campuran.

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada benda uji silinder berukuran 100 mm × 200 mm dengan mengacu pada SNI 2491:2014 dan/atau ASTM C496/C496M. Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 100 mm x 200 mm diberi beban tekan sepanjang garis diameter hingga terjadi belahan, kemudian nilai kuat tarik belah dihitung berdasarkan beban maksimum yang diterima benda uji. Persamaan kuat tarik belah beton dijelaskan sebagai berikut:

$$f_{ct} = 2P / (\pi LD)$$

Keterangan:

f_{ct} = nilai kuat tarik belah beton (MPa)

P = gaya maksimum saat benda uji terbelah (N)

L = dimensi panjang (tinggi) benda uji silinder (mm)

D = ukuran diameter benda uji silinder (mm)

HASIL

Hasil yang diuraikan dalam penelitian ini meliputi hasil pengujian material, nilai slump, dan kuat tarik belah beton.

Hasil Pengujian Material

Pengujian material dalam penelitian ini meliputi pemeriksaan agregat berdasarkan analisis saringan, berat jenis, penyerapan air, berat isi, kadar lumpur, dan kadar organik. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Material

Jenis Pengujian	Material	Spesifikasi	Hasil Pengujian
Analisis Saringan	Agregat Kasar	$\leq 8,5 \%$	7,2310
	Agregat Halus	2,2- 3,2	2,78
Berat Jenis	Agregat Kasar	$\geq 2,5$	2,66
	Agregat Halus	$\geq 2,5$	2,68
Penyerapan	Agregat Kasar	$\leq 3\%$	1,77%
	Agregat Halus	$\leq 3\%$	2,16%
Berat Isi	Agregat Kasar	$\geq 1,4 \text{ Kg/m}^3$	1,512 Kg/m^3
	Agregat Halus	$\geq 1,4 \text{ Kg/m}^3$	1,526 Kg/m^3
Kadar Lumpur	Agregat Kasar	$\leq 5,0 \%$	1,01 %
Kadar Organik	Agregat Halus	Maks No. 3	No.2

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Hasil Pengujian Slump

Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui konsistensi beton segar dan tingkat kemudahan pengerjaan campuran beton. Hasil uji slump disajikan pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Nilai Slump

Sampel Beton	Nilai Slump
Beton Normal	115 mm
Beton + 2 mm Serat Bambu	105 mm
Beton + 4 mm Serat Bambu	110 mm
Beton + 6 mm Serat Bambu	100 mm

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Hasil Uji Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik belah beton dengan umur beton 7, 14, 21, dan 28 hari setelah pencampuran atau setelah pengecoran. Uji kuat tarik belah beton dilakukan untuk memberikan nilai kuat tarik belah beton pada setiap variasi campuran beton.

Tabel 4 Rata-rata Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Sampel Beton	Kuat Tarik Belah Beton (MPa)			
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
Beton Normal	1,27	1,65	2,36	2,65
Beton + 2 mm Serat Bambu	1,39	1,74	2,39	2,77
Beton + 4 mm Serat Bambu	1,87	2,03	3,15	3,24
Beton + 6 mm Serat Bambu	1,57	1,82	2,78	2,94

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Nilai kuat tarik merupakan hasil pengolahan rata-rata tiga sampel uji pada setiap variasi dan umur pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemanfaatan serat bambu berpengaruh terhadap karakteristik kuat tarik belah beton, terutama pada kondisi 28 hari. Beton normal pada umur tersebut mencapai kuat tarik belah sebesar 2,65 MPa, sedangkan beton dengan penambahan serat bambu berdiameter 4 mm memberikan nilai kuat tarik belah rata-rata tertinggi, yaitu 3,24 MPa. Berdasarkan nilai rata-rata kuat tarik belah yang diperoleh, variasi diameter serat bambu 4 mm menunjukkan hasil terbaik dibandingkan variasi 2 mm dan 6 mm. Jika dibandingkan dengan beton normal pada umur 28 hari, penambahan serat bambu diameter 2 mm meningkatkan kuat tarik belah dari 2,65 MPa menjadi 2,77 MPa atau meningkat sekitar 4,53%. Serat bambu diameter 4 mm meningkatkan kuat tarik belah menjadi 3,24 MPa atau meningkat sekitar 22,26%. Sementara itu, serat bambu diameter 6 mm menghasilkan kuat tarik belah sebesar 2,94 MPa atau meningkat sekitar 10,94%. Hasil ini menunjukkan bahwa diameter 4 mm memberikan peningkatan rata-rata tertinggi terhadap kuat tarik belah beton.

Meskipun demikian, interpretasi hasil penelitian ini masih didasarkan pada nilai rata-rata dari tiga benda uji pada setiap variasi dan umur pengujian. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan menambahkan analisis simpangan baku, koefisien variasi, dan uji statistik seperti ANOVA untuk memastikan signifikansi perbedaan kuat tarik belah antarvariasi diameter serat bambu.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat bambu dengan variasi diameter memberikan pengaruh terhadap kuat tarik belah beton. Pada umur 28 hari, beton normal menghasilkan kuat tarik belah sebesar 2,65 MPa. Beton dengan penambahan serat bambu diameter 2 mm menghasilkan kuat tarik belah sebesar 2,77 MPa, diameter 4 mm sebesar 3,24 MPa, dan diameter 6 mm sebesar 2,94 MPa. Berdasarkan nilai rata-rata tersebut, beton dengan serat bambu diameter 4 mm menunjukkan hasil terbaik dibandingkan variasi lainnya, dengan peningkatan kuat tarik belah sekitar 22,26% terhadap beton normal. Hal ini diduga karena diameter 4 mm memberikan keseimbangan yang lebih baik antara jumlah serat, kekakuan serat, dan luas kontak dengan pasta semen, sehingga transfer tegangan tarik dalam beton berlangsung lebih efektif. Dengan demikian, serat bambu berdiameter 4 mm berpotensi digunakan sebagai bahan tambah ramah lingkungan untuk meningkatkan kinerja tarik beton. Namun, penelitian lanjutan masih diperlukan dengan menambahkan analisis variasi data, pengujian statistik, serta pengujian durabilitas agar rekomendasi penggunaannya dapat diperkuat untuk aplikasi struktural.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 544. (2016). Report on Indirect Method to Obtain Stress-Strain Response of Fiber-Reinforced Concrete (ACI 544.8R-16). American Concrete Institute.
- ASTM International. (2023). ASTM C496/C496M: Standard test method for splitting tensile strength of cylindrical concrete specimens. ASTM International.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). SNI 2491:2014: Metode uji kekuatan tarik belah spesimen beton silinder. Badan Standardisasi Nasional.
- Bisht, K., Singh, S., & Bhattacharjee, B. (2022). Sustainable bamboo fiber reinforced concrete: A review. *Materials Today: Proceedings*, 62(3), 1409-1415.
- Chin, C. W., Lim, S. K., Lim, C. Y., & Lee, Y. L. (2020). External strengthening of reinforced concrete beam with opening by bamboo fiber reinforced composites. *Materials and Structures*, 53(2), 1-13. <https://doi.org/10.1617/s11527-020-01572-y>
- Ganesan, S., Reddy, K. V., & Kumar, A. (2022). Mechanical and durability performance of ultra-high performance concrete reinforced with bamboo fibers. *Sustainability*, 14(19), 12011. <https://doi.org/10.3390/su141912011>
- Ghavami, K. (2005). Bamboo as reinforcement in structural concrete elements. *Cement and Concrete Composites*, 27(6), 637-649. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.06.002>
- Kumarasamy, K., Shyamala, G., Gebreyowhanse, H., & Kumarasamy, R. (2020). Strength properties of bamboo fiber reinforced concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 981(3), 032063. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/981/3/032063>
- Lestari, D. D. (2022). Pengaruh Variasi Campuran Serat Bambu Pada Kuat Tekan Beton Serat. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.23917/dts.v1i1.17027>
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Mindess, S., Young, J. F., Darwin, D., & Bentur, A. (2023). *Concrete* (3rd ed.). CRC Press.
- Nisumanti, S., Kurniawan, A., & Al Qubroh, K. (2022). Damage Analysis of Lahat Roads–Fence Natural From Endikat Bridge To Go To Depati H. Duaji Lintas Street Pagaram–Lahat. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 4(1), 251-262. <https://doi.org/10.37385/jaets.v4i1.1066>
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- Sambesa, A. R., Hidayati, N., Muttaqin, A., Pascanawaty, M. S., & Fitrayudha, A. (2026). Pengaruh variasi volume serat kawat loket terhadap sifat mekanik beton mutu normal. *Jurnal Talenta Sipil*, 9(1), 475–484. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v9i1.1268>
- Simanjuntak, J. O., & Lubis, S. (2022). Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Construct*, 1(2), 70-75.
- Sharma, B., Gatóo, A., Bock, M., & Ramage, M. (2015). Engineered bamboo for structural applications. *Construction and Building Materials*, 81, 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.077>
- Sutradhar, A., Choudhury, A., & Debnath, P. (2022). Effect of alkali treatment on the mechanical and morphological properties of bamboo fibers. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 12(3), 1-6.
- Zhang, Q., Jiang, Z., Wang, G., & Huang, D. (2018). Mechanical properties of bamboo fiber-reinforced composites. *Materials and Structures*, 51(2), 51-63.