

## Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Serat Bambu dari Tusuk Gigi Sebagai Bahan Tambah

M. Nuklirullah<sup>1</sup>, Haerul Pathoni<sup>2</sup>, Ayu Wanda<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi

<sup>3</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi

Email : [nuklirullah@unja.ac.id](mailto:nuklirullah@unja.ac.id)

Diterima redaksi: 15 September 2021 | Selesai revisi: 23 Januari 2022 | Diterbitkan online: 30 April 2022

### ABSTRAK

Rendahnya nilai kuat tarik beton merupakan kelemahan terbesar yang dapat mengakibatkan konstruksi mudah retak jika mendapatkan tegangan tarik. Salah satu jenis penelitian dalam upaya memperbaiki kelemahan beton yaitu dengan cara menambahkan serat dengan harapan bisa memaksimalkan nilai kuat tarik beton. Penggunaan serat pada penelitian ini yaitu serat bambu. Untuk menjamin keseragaman bentuk dan ukuran serat maka digunakan serat bambu yang telah diolah dalam bentuk tusuk gigi. Tusuk gigi yang digunakan berdiameter 1,5 mm dan panjang 25mm. Penelitian ini menggunakan beberapa persentase serat yaitu 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2,0% terhadap volume beton. Pengujian yang dilakukan ialah uji slump, kuat tekan dan kuat tarik belah. Uji kuat tekan dan kuat tarik belah dilaksanakan ketika beton berumur 28 hari. Hasil penelitian ini menampilkan bahwa beton mencapai kuat tekan maksimum pada persentase serat 1,0% sebesar 34,90 MPa dengan kenaikan sebesar 31,20% dari beton normal dan nilai kuat tarik belah mencapai nilai maksimum pada persentase serat 0,5% sebesar 4,01 MPa dengan kenaikan sebesar 22,76% daripada beton normal. Hubungan empiris kuat tekan dan kuat tarik belah pada variasi serat 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2,0% adalah  $0,76\sqrt{f_c}$ ;  $0,51\sqrt{f_c}$ ;  $0,54\sqrt{f_c}$  dan  $0,54\sqrt{f_c}$ .

**Kata kunci:** Beton, bambu, tusuk gigi, kuat tekan, kuat tarik belah

### ABSTRACT

*The low value of the tensile strength of concrete is the biggest weakness that can cause the construction to crack easily if it is subjected to tensile stress. One type of research in an effort to improve the weakness of concrete is by adding fiber which is expected to increase the tensile strength of the concrete. In this study, the fiber used is bamboo fiber. To ensure uniformity in the shape and size of the fibers, bamboo fibers that have been processed in the form of toothpicks are used. The toothpicks used are 1.5 mm in diameter and 25mm long. This study uses several percentages of fiber, namely 0.5%; 1.0%; 1.5% and 2.0% by volume of concrete. The test carried out is the slump test, compressive strength and split tensile strength. The compressive strength and split tensile strength tests were tested when the concrete was 28 days old. The results of this study indicate that the concrete reaches a maximum compressive strength at a fiber percentage of 1.0% of 34.90 MPa with an increase of 31.20% from normal concrete and the split tensile strength value reaches a maximum value at a percentage of 0.5% fiber of 4, 01 MPa with an increase of 22.76% than normal concrete. The empirical relationship between compressive strength and split tensile strength at fiber variation is 0.5%; 1.0%; 1.5% and 2.0% is  $0.76\sqrt{f_c}$ ;  $0.51\sqrt{f_c}$ ;  $0.54\sqrt{f_c}$  and  $0.54\sqrt{f_c}$ .*

**Keywords:** Concrete, bamboo, toothpicks, compressive strength, split tensile strength)

## 1. Pendahuluan

Kuat tekan beton dapat didefinisikan beban tekan aksial yang ditahan benda uji beton silinder sampai terjadi kerusakan dinyatakan dengan cara membagi nilai beban maksimum yang mampu ditahan selama pengujian terhadap luas benda uji [1]. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu beton. Setiap peningkatan kuat tekan hanya diiringi dengan kenaikan kuat tarik yang relative kecil. Nilai kekuatan tarik berada antara 9% - 15% dari kuat tekan [2]. Nilai kekuatan tarik beton yang rendah merupakan kelemahan terbesar yang dapat menghasilkan konstruksi mudah retak jika mendapatkan tegangan tarik.

Saat ini baja tulangan digunakan untuk menahan kekuatan tarik tetapi belum memberikan hasil yang sangat memuaskan karena masih sering ditemukan keretakan halus pada beton.

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam upaya memperbaiki kelemahan beton, tidak terkecuali dengan menambahkan serat. Ide dasar tentang penambahan serat yaitu untuk memasang tulangan dalam bentuk serat pada beton yang disebarkan secara *random* untuk mencegah terjadinya keretakan akibat pembebanan. Serat bambu memiliki serat sklerenkim di batangnya yang menyebabkan bambu memiliki kekuatan sebagai bahan bangunan. Selain itu, bambu juga memiliki kekuatan tarik yang lumayan besar hingga beberapa macam bambu kekuatan tariknya mampu melampaui kekuatan tarik baja dan mempunyai elastisitas yang relatif tinggi [3]. Oleh karena itu dalam penelitian ini serat yang dipakai adalah serat bambu. Kerja serat sangat efektif ketika ditempatkan dalam sejajar, tidak tumpang tindih dan seragam sehingga mampu meningkatkan perilaku terhadap keruntuhan beton [3]. Untuk memastikan keseragaman dalam bentuk dan ukuran serat, penelitian ini menggunakan bambu yang telah diolah menjadi tusuk gigi. Penelitian

ini meliputi uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah pada beton dengan variasi serat tusuk gigi bambu.

## 2. Tinjauan Pustaka

Beton serat adalah jenis beton yang terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan sisa serat [4]. Beton serat merupakan bahan komposit yang mengandung serat dalam campuran beton yang didistribusikan secara acak sehingga sifat-sifatnya akan tergantung pada efisiensi penerimaan tegangan antara matriks dan serat yang sebagian besar dipengaruhi oleh jenis serat, ukuran serat, kandungan serat dan teknik dispersi serat, pencampuran dan pemadatan, ukuran dan bentuk agregat [5]. Serat pada beton berfungsi untuk mengurangi potensi terjadinya keretakan sehingga beton serat menjadi lebih daktail dibandingkan beton konvensional<sup>6</sup>. Penambahan serat pada beton bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tarik beton karena kekuatan tarik beton sangat rendah. Kekuatan tarik yang rendah menghasilkan retak beton dengan mudah, sehingga memengaruhi ketahanan beton. Dengan adanya penambahan serat, ternyata ketahanan beton terhadap retak meningkat [7].

Bambu merupakan sejenis tanaman rumput yang memiliki rongga dan ruas pada batangnya. Bambu adalah tanaman yang termasuk ordo *Bambooniae*. Bambu tumbuh relatif cepat dan bisa dipanen ketika berusia 3 tahun. Pada masa pertumbuhan, bambu dapat tumbuh 5 cm per jam atau sekitar 120 cm per hari. Usia panen yang relatif cepat memunculkan harapan bahwa penggunaan bambu guna memenuhi berbagai kebutuhan dapat terpenuhi. Bambu memiliki berbagai manfaat, salah satunya ialah sebagai material konstruksi. Bambu sangat cocok sebagai material konstruksi karena memiliki struktur yang kuat, ringan dan fleksibel. Selain itu, bambu juga memiliki kekuatan

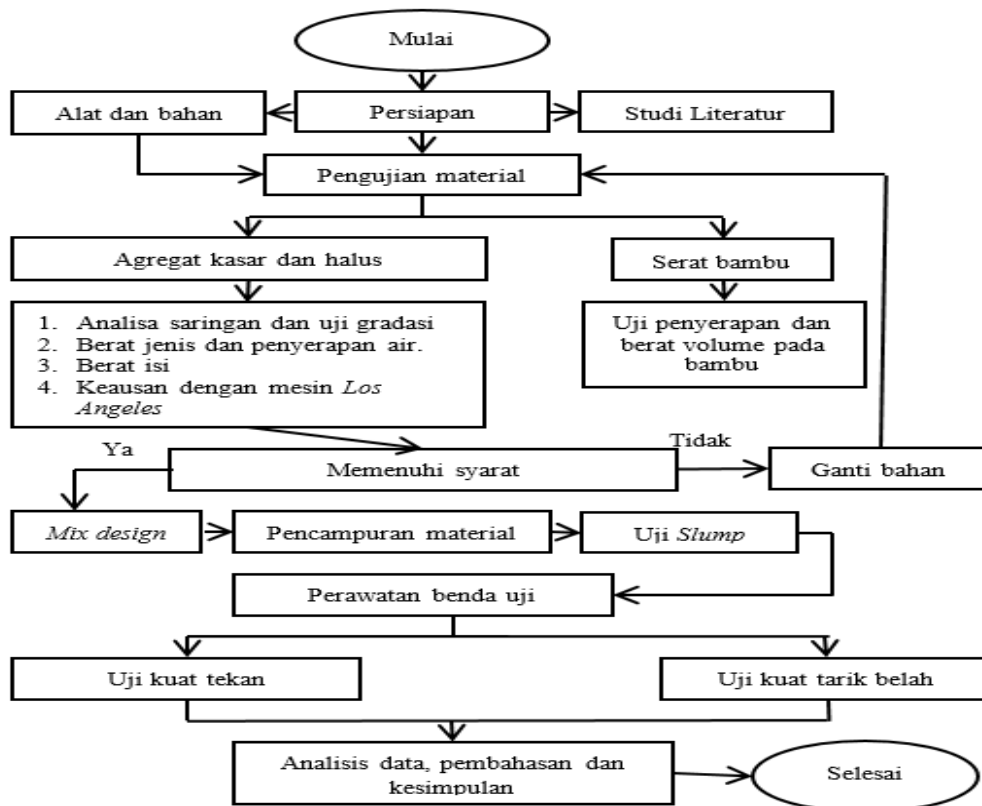
tarik yang kuat Bahkan beberapa jenis bambu memiliki kekuatan tarik yang lebih besar dari baja dan elastisitas yang cukup tinggi [3].

Kualitas bambu memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan serat beton. Serat meningkatkan karakteristik beton dengan mengurangi ruang antara serat dalam campuran beton. Hal ini menyebabkan beton menjadi lebih efektif dalam membatasi ukuran retakan dan mencegah pertumbuhannya. Ketika digunakan bersama dengan media lain, kerja serat sangat efektif. Pekerjaan serat sangat efektif bila disusun berjarak, berjarak seragam, dan tidak tumpang tindih, untuk meningkatkan perilaku keruntuhan beton [3]. Untuk memastikan keseragaman dalam bentuk dan ukuran beton, penelitian ini menggunakan bambu yang telah diolah menjadi tusuk gigi.

### 3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini memakai metode eksperimental yaitu melaksanakan pengujian di laboratorium dengan membuat benda uji untuk menentukan pengaruh serat bambu sebagai tambahan untuk kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah. Kekuatan tekan beton yang direncanakan ialah  $f'_c = 25$  MPa. Serat bambu yang dipakai berupa tusuk gigi sepanjang 25 mm dan diameter 1,5 mm dengan persentase serat tusuk gigi bambu terhadap volume beton adalah 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2,0%. Campuran beton juga ditambahkan *superplasticizer* berupa Sikament NN sebanyak 1,0% dari jumlah semen untuk meningkatkan workabilitas. Penelitian ini memakai 15 benda uji pada uji kuat tekan dan 15 buah pada uji kuat tarik belah dan diuji saat beton berumur 28 hari

Tahapan pada penelitian ini terdapat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

#### 4. Hasil Dan Pembahasan

##### 4.1. Pengujian Agregat Halus

Agregat halus harus memenuhi standar yang ada agar bisa dipakai sebagai bahan

beton. Hasil pengujian yang dibandingkan dengan standarnya dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Hasil Uji Agregat Halus

No.	Pengujian	Persyaratan	Standar	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Berat jenis	2,4 – 2,9	SNI 8321:2016	2,56	Memenuhi
2.	Penyerapan	< 5 %		1,68 %	Memenuhi
3.	Berat isi	0,4 – 1,9 g/cm <sup>3</sup>		1,545 g/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4.	Modulus Kehalusan	2,3 – 3,1		2,8	Memenuhi

*Sumber: Hasil Analisa, 2021*

##### 4.2. Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar harus memenuhi standar yang ada agar dapat digunakan sebagai bahan beton. Hasil pengujian yang

dibandingkan dengan standarnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Hasil Uji Agregat Kasar

No.	Pengujian	Persyaratan	Standar	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Berat jenis	2,5 – 2,7	SNI 8321:2016	2,66	Memenuhi
2.	Penyerapan	< 3 %		1,325 %	Memenuhi
3.	Berat isi	1,2 – 2,8 g/cm <sup>3</sup>		1,428 g/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4.	Pengujian Abrasi	< 40 %	SNI 2417:2008	17,36 %	Memenuhi

*Sumber: Hasil Analisa, 2021*

##### 4.3. Pengujian Tusuk Gigi

Pengujian yang dilakukan pada tusuk gigi ialah pengujian berat jenis dan penyerapan dan pengujian berat isi. Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai rata-rata penyerapan air pada tusuk gigi ialah sebesar 25,867%, isi lepas tusuk gigi seberat 0,2915 g/cm<sup>3</sup> dan isi padat seberat 0,348 g/cm<sup>3</sup>.

##### 4.4. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton ini dilakukan berdasarkan SNI 7656:2012 dan SNI 2847:2013. Proporsi campuran beton per 1 m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Proposi campuran beton per 1 m<sup>3</sup>

Persentase serat	Agregat Kasar	Agregat Halus	Air	Semen	Sikament NN	Tusuk gigi
0 %						-
0,5 %	898,212 kg	824,27 kg	205 kg	417,52 kg	4,1752 kg	1,74 kg
1,0 %						3,48 kg
1,5 %						5,22 kg
2,0 %						6,96 kg

*Sumber: Hasil Analisa, 2021*

##### 4.5. Nilai Slump dan Workability

Nilai slump menunjukkan *workability* beton. Nilai slump berhubungan pada tingkat keplastisan beton segar, jika beton semakin plastis maka pengerjaannya pun semakin mudah<sup>9</sup>. Pengujian *slump*

dilakukan pada setiap campuran adukan beton. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan nilai slump seperti pada **Tabel 4**.

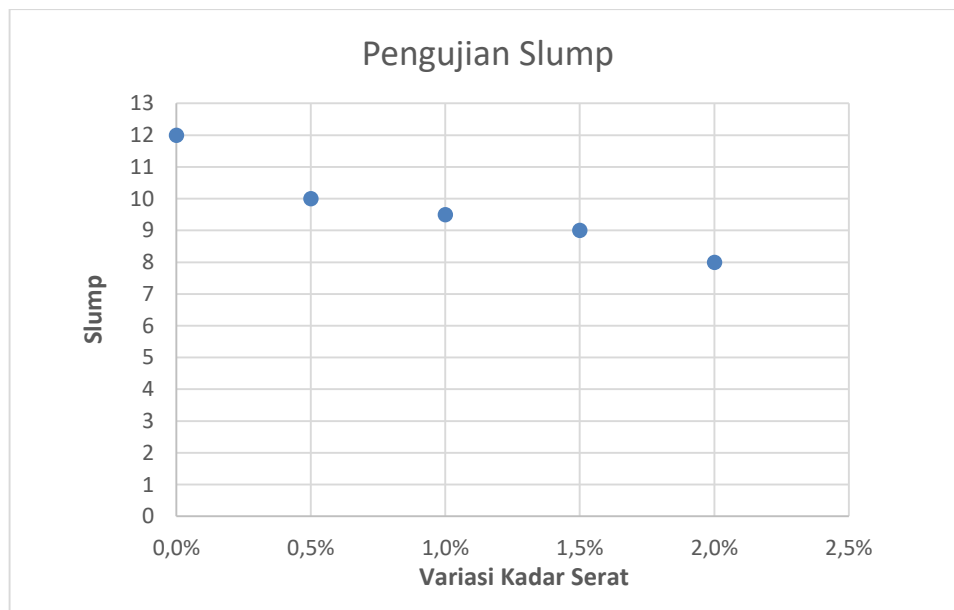
**Tabel 4.** Hasil Pengujian Slump

Persentase Serat	Nilai <i>slump</i> (cm)
0 %	12
0,5 %	10
1,0 %	9,5
1,5 %	9
2,0 %	8

*Sumber: Hasil Analisa, 2021*

Hasil pengujian slump memperlihatkan bahwa penambahan sangat berpengaruh pada workabilitas beton. Nilai uji slump menurun setiap penambahan serat, hal ini menunjukkan bahwa workabilitas beton menurun seiring bertambahnya jumlah serat.

Penurunan ini diakibatkan oleh penyerapan air yang dilakukan oleh serat cukup besar. Hubungan antara nilai slump terhadap persentase serat dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Hubungan Slump dan Variasi Persentase Serat

*Sumber: Hasil Analisa, 2021*

#### 4.6. Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan terdapat pada Tabel 5. Mutu beton dinyatakan memenuhi syarat apabila rata-rata dari 3 hasil pengujian berturut memiliki nilai lebih besar atau sama dengan mutu yang direncanakan dan tidak ada hasil uji kuat tekan yang bernilai 3,5 MPa lebih rendah dari mutu rencana<sup>8</sup>. Berdasarkan aturan tersebut, maka data kuat tekan yang tercantum pada Tabel 5 dinyatakan memenuhi persyaratan.

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh jika rata-rata nilai kuat tekan pada beton normal adalah 26,60 MPa dan kuat tekan rata-rata pada masing-masing campuran dengan persentas serat 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2,0% adalah 27,78 MPa; 34,90 MPa; 29,84 MPa dan 28,88 MPa. Hasil pengujian menampilkan kuat tekan beton dengan tambahan serat tusuk gigi bambu lebih tinggi daripada beton normal.

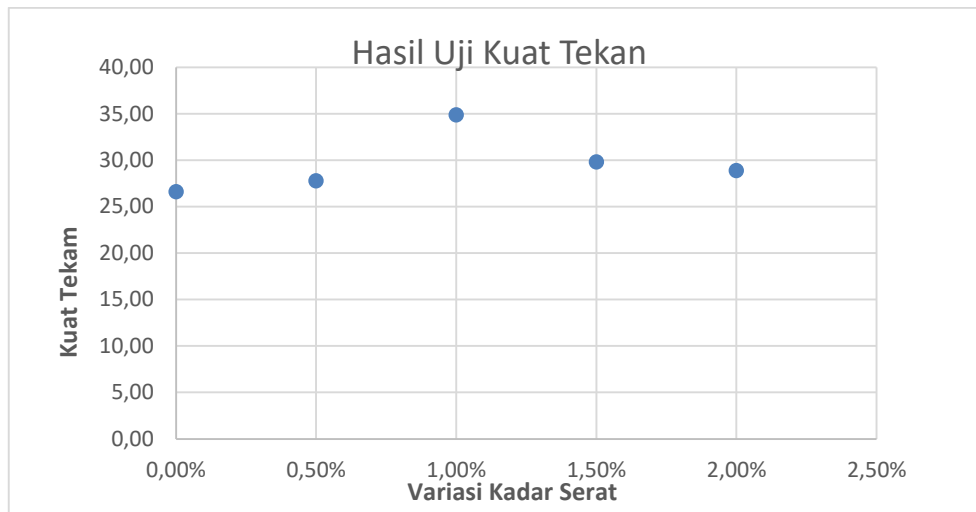
Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan

Kode Benda Uji	Kuat Tekan		
	kN	MPa	Rata-rata (MPa)
BN	498,48	28,22	26,60
	407,40	23,07	
	503,76	28,52	
BS 0,5	544,56	30,83	27,78
	482,40	27,31	
	444,84	25,19	
BS 1,0	587,16	33,24	34,90
	630,36	35,69	
	631,92	35,78	
BS 1,5	509,40	28,84	29,84
	563,64	31,91	
	507,96	28,76	
BS 2,0	601,92	34,08	28,88
	467,76	26,48	
	460,80	26,09	

Sumber: Hasil Analisa, 2021

Penambahan serat tusuk gigi bambu menyebabkan kenaikan kuat tekan rata-rata pada setiap campuran 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2,0% sebesar 4,44%; 31,20%; 12,18% dan 8,57% lebih tinggi dibandingkan beton normal. Kekuatan tekan tertinggi dicapai pada persentase serat 1,0% yaitu sebesar 31,20% dari kuat tekan beton normal. Berdasarkan hasil pengujian, persentase serat tusuk gigi bambu 1,0% merupakan

kadar serat tusuk gigi bambu paling optimum untuk meningkatkan kuat tekan. Kenaikan pada nilai kuat tekan beton diakibatkan oleh kemampuan serat tusuk gigi bambu dalam melawan retakan yang terjadi akibat beban lebih baik daripada beton normal. Grafik sebaran nilai kuat tekan terhadap persentase serat dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Sebaran kuat tekan terhadap persentase serat

*Sumber: Hasil Analisa, 2021*

#### 4.7. Pengujian Kuat Tarik Belah

Hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Kode	Kuat Tarik Belah		Rata-Rata (MPa)
	kN	MPa	
BN	215.80	3.05	3.27
	241.40	3.42	
	235.80	3.34	
BS 0,5	275.70	3.25	4.01
	281.60	3.48	
	293.40	3.30	
BS 1,0	215.80	3.05	3.03
	208.20	2.95	
	218.50	3.09	
BS 1,5	200.80	2.84	2,96
	206.80	2.93	
	218.90	3.10	
BS 2,0	199.90	2.83	2.91
	221.50	3.14	
	195.60	2.77	

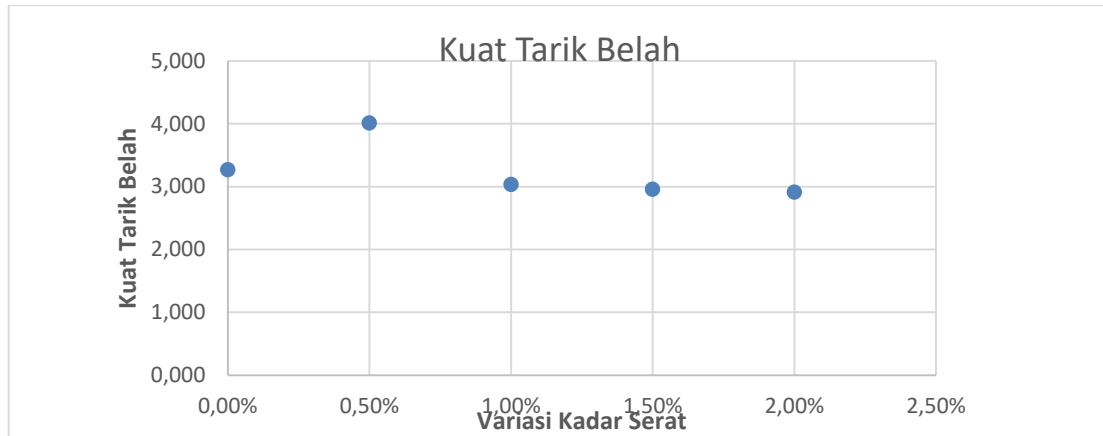
*Sumber: Hasil Analisa, 2021*

Berdasarkan **Tabel 6**, diketahui bahwa rata-rata nilai kuat tarik belah pada beton normal adalah 3,27 MPa dan nilai kuat tarik belah pada setiap campuran dengan persentase serat 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2,0% adalah 4,01 MPa; 3,03 MPa; 2,96 MPa dan 2,91 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tarik belah naik pada beton

dengan persentase 0,5% kemudian turun pada persentase 1,0%; 1,5% dan 2,0%.

Kekuatan tarik belah hanya naik pada persentase serat 0,5% yaitu sebanyak 22,76% dari kuat tarik belah beton normal dan setelahnya menurun hingga lebih rendah daripada beton normal. Kenaikan kuat Tarik belah pada beton dengan persentase serat

0,5% menunjukkan bahwa pada persentase tersebut serat lebih mampu menahan retakan akibat beban tarik yang dialami beton.



**Gambar 4.** Sebaran Nilai Kuat Tarik Belah Terhadap Persentase Serat

*Sumber: Hasil Analisa, 2021*

Penurunan nilai kuat tarik belah pada beton dengan persentase serat 1,0%; 1,5% dan 2,0% terjadi akibat semakin besar persentase serat yang dicampurkan mengakibatkan turunnya workabilitas campuran beton yang mengakibatkan sulitnya pemadatan beton. Rongga akan terbentuk didalam campuran beton yang tidak terpadatkan secara sempurna sehingga

#### 4.8. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

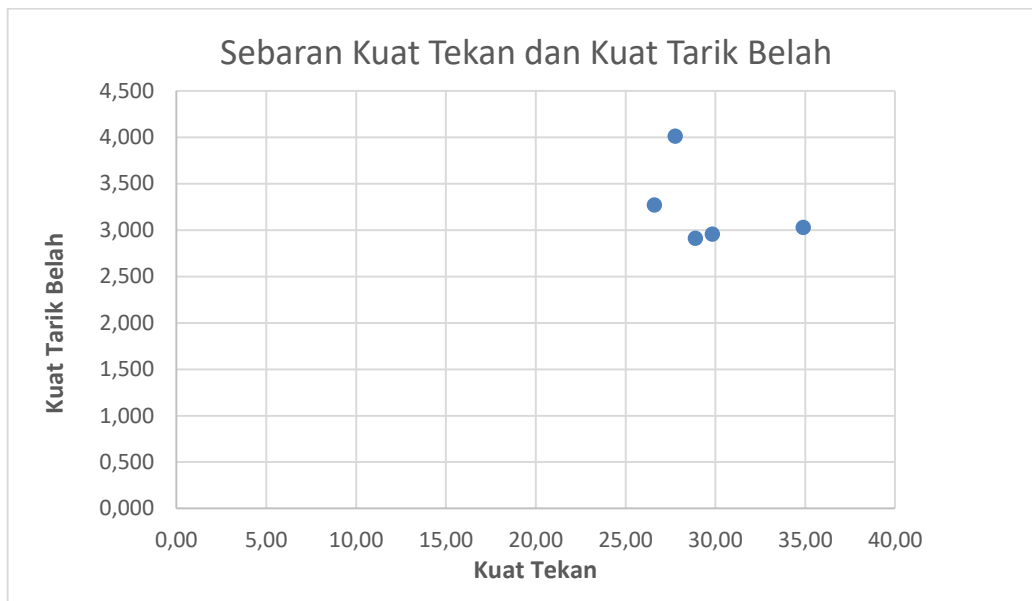
pada **Gambar 5** terdapat sebaran nilai kuat tekan dan kuat tarik belah menunjukkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah tidak mencapai nilai maksimum pada persentase serat yang sama dan kenaikan pada nilai kuat tekan pada persentase serat tertentu tidak selalu diiringi dengan kenaikan nilai kuat tarik belah dan begitu pula sebaliknya. Kuat tekan mencapai nilai maksimal di persentase 1,0% dan kuat tarik belah di persentase 0,5%.

Penelitian terdahulu mengenai beton serat bambu yang dilakukan oleh Suhardiman (2011) menampilkan kuat tekan maksimal dicapai pada beton dengan persentase serat 1,0% dengan kenaikan

beton menjadi kurang padat dan mengakibatkan turunnya nilai kuat tarik belah. Beton yang kurang padat juga menyebabkan lemahnya ikatan antara beton dan serat dalam menahan beban akibat tarik. Grafik sebaran nilai kuat tarik belah terhadap persentase serat terdapat pada **Gambar 4**.

kenaikan sebesar 17,85% dari beton normal dan kuat tarik belah maksimal dicapai pada beton dengan persentase serat 1,5% dengan kenaikan sebesar 30,58% dari beton normal [10]. Penelitian beton serat bambu juga dilakukan oleh Brindha (2017) dengan hasil kuat tekan maksimum pada persentase serat 1,0% dengan kenaikan sebesar 65% dari beton normal dan kuat tarik belah pada 1,5% dengan kenaikan sebesar 37,91% daripada beton normal [5]. Penelitian yang dilakukan oleh Suhardiman dan Brindha juga menunjukkan bahwa kenaikan pada nilai kuat tekan pada persentase serat tertentu tidak selalu diiringi dengan kenaikan nilai kuat tarik belah dan begitu pula sebaliknya.





**Gambar 5.** Sebaran Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan

Sumber: Hasil Analisa, 2021

Menurut (Neville, 2011), koefisien dapat menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat tarik belah. Hubungan kuat tekan ( $f_c'$ ) dan kuat tarik belah ( $f_{ct}$ ) secara empiris dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$f_{ct} = k\sqrt{f_c'}$$

Keterangan:

$f_{ct}$  = Kuat tarik belah (MPa)

$k$  = Koefisien perbandingan

$f_c'$  = Kuat tekan (MPa)

Persamaan untuk menghitung kuat tarik belah berdasarkan kuat tekan dirangkum di

**Tabel 7.**

**Tabel 7.** Persamaan Kuat Tarik Belah

Persentase Serat	Persamaan Kuat Tarik Belah
0 %	$0,63\sqrt{f_c'}$
0,5 %	$0,76\sqrt{f_c'}$
1,0 %	$0,51\sqrt{f_c'}$
1,5 %	$0,54\sqrt{f_c'}$
2,0 %	$0,54\sqrt{f_c'}$

Sumber: Hasil Analisa, 2021

## 5. Kesimpulan Dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan berikut diambil dari temuan penelitian:

1. Kuat tekan beton standar adalah 26,60 MPa, sedangkan beton dengan variasi serat tusuk gigi bambu 0,5%, 1,0%, 1,5%, dan 2,0% mempunyai kuat sebesar 27,78 MPa, 34,90 MPa, 29,84 MPa, dan 28,88 MPa. Kuat tarik belah

beton biasa adalah 3,27 MPa, sedangkan beton yang mengandung berbagai serat tusuk gigi bambu dengan persentase serat 0,5%, 1,0%, 1,5%, dan 2,0 % mempunyai kuat tarik belah 4,01 MPa, 3,03 MPa, 2,96 MPa, dan 2,91 MPa, masing-masing.

2. Dimasukkannya serat tusuk gigi bambu meningkatkan rata-rata kuat tekan masing-masing kombinasi sebesar 0,5

- persen; 1,0%; 1,5%, dan 2,0%, masing-masing, dibandingkan dengan beton biasa. Peningkatan kuat tekan beton disebabkan oleh kemampuan serat tusuk gigi bambu untuk menahan retak akibat beban lebih baik daripada beton standar.
3. Kuat tarik belah hanya meningkat sebesar 0,5% serat, atau 22,76 % dari kuat tarik belah beton biasa dan setelahnya menurun hingga lebih rendah daripada beton normal. Penurunan nilai kuat tarik belah pada persentase serat 1,0%; 1,5% dan 2,0% terjadi akibat semakin besar persentase serat yang dicampurkan mengakibatkan turunnya workabilitas campuran beton yang mengakibatkan sulitnya pemadatan beton. Rongga akan terbentuk didalam campuran beton yang tidak terpadatkan secara sempurna sehingga beton menjadi kurang padat dan mengakibatkan turunnya nilai kuat tarik belah. Beton yang kurang padat juga menyebabkan lemahnya ikatan antara beton dan serat dalam menahan beban akibat tarik.
  4. Hubungan empiris kuat tarik belah secara empiris terhadap kuat tekan pada masing-masing campuran dengan variasi serat tusuk gigi bambu 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2,0% adalah 0,76; 0,51; 0,54 dan 0,54 maka nilai kuat tarik belah beton berdasarkan nilai kuat tekannya berpersentase serat 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2,0% adalah  $0,76\sqrt{f_c}$ ;  $0,51\sqrt{f_c}$ ;  $0,54\sqrt{f_c}$ ; dan  $0,54\sqrt{f_c}$  untuk setiap campuran dengan.

## 5.2. Saran

Terdapat beberapa saran untuk menghasilkan penelitian yang semakin baik, yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian beton serat tusuk gigi bambu dengan ukuran serat yang lebih beragam.

2. Perlu dilakukan penelitian beton serat tusuk gigi bambu dengan persentase serat yang lebih beragam.
3. Perlu dilakukan penelitian beton serat tusuk gigi bambu dengan *admixture* jenis lain.

## Daftar Pustaka

- [1] SNI. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*, 2011.
- [2] Mulyono, T. *Teknologi Beton*. Andi Publishing, 2014.
- [3] Ramadani, H. *Analisis Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Dengan FAS 0,4 Dan FAS 0,6*. Universitas Medan Area. 2019.
- [4] ACI Committe 544. *State Of The Art Report On Fiber Reinforced Concrete-Report: ACI 544 IR-82*. Farmington Hills: American Concrete Institute, 1982.
- [5] Brindha, S. "Properties of Concrete Reinforced With Bamboo Fibre", *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 6, 3809. 2017.
- [6] T. Kardiyono. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri, 1994.
- [7] T. Kardiyono. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit, 2007.
- [8] SNI. *SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, 2013.
- [9] Nuklirullah, M. "Pengaruh Penambahan Serat Goni Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Beton", *Journal Civronlit Unbari*, pp. 34–39. 2018.
- [10] Suhardiman, M.. "Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton", *Jurnal Teknik*, vol 1, pp. 88–94. 2011.
- [11] Neville, A. M. *Properties of Concrete*. Pearson Education Limited, 2011.