

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH TANGKAI LADA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP UJI KUAT TEKAN DAN UJI KUAT TARIK BELAH BETON

Sobarudin

Email : gunawanindra15@yahoo.co.id

Alumni Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Indra Gunawan

Email : gunawanindra15@yahoo.co.id

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

ABSTRAK

Penambahan serat dalam adukan beton terbukti mampu meningkatkan kuat tarik beton. Untuk keperluan non struktur, secara terbatas material serat dapat digunakan dari bahan-bahan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat dari tangkai lada pada campuran beton terhadap peningkatan kuat tekan dan kuat tarik belah. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi industri bahan bangunan. Serat yang digunakan memiliki 6 variasi penambahan serat dari tangkai lada pada campuran beton, yaitu 0,5% ; 1% ; 1,5% ; 2% ; dan 2,5% perberat semen. Sedangkan serat dari tangkai lada yang digunakan dengan panjang 5cm. Umur beton yang digunakan sebagai perbandingan adalah 7 hari dan 28 hari. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan serat tangkai lada sebanyak 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5% pada campuran beton mampu meningkatkan: (1) kuat tekan beton, dengan peningkatan kuat tekan tertinggi dicapai oleh penambahan serat tangkai lada sebanyak 0,5% yaitu 20,796 MPa dibandingkan dengan beton normal yaitu 20,574 MPa; (2) kuat tarik belah beton, dengan peningkatan kuat tarik belah tertinggi dicapai pada penambahan serat tangkai lada sebanyak 0,5% yaitu 2,391 MPa dibandingkan dengan beton normal yaitu 2,240 MPa.

Kata Kunci : Beton, serat tangkai lada, kuat tekan, kuat tarik belah

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan di bidang konstruksi bangunan saat ini mengalami kemajuan yang sedemikian pesat, seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan akan sarana yang menunjang aktivitas seperti perkantoran, jalan, jembatan, tempat tinggal dan sarana lainnya. Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan struktur dalam hal pembangunan.

Semakin pesatnya pembangunan di Indonesia, maka kebutuhan bahan-bahan bangunan yang digunakan untuk konstruksi beton seperti semen, pasir, agregat dan lain sebagainya semakin besar. Disisi lain, bahan-bahan tersebut sangat terbatas jumlahnya di alam. Berdasarkan perkembangannya sebagai bahan utama konstruksi, beton dengan mutu dan penggunaannya yang khusus sangat dibutuhkan. Hal ini seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan

konstruksi beton yang bermutu tinggi sekaligus ekonomis.

Kelebihan beton adalah mempunyai kuat tekan yang tinggi, dapat dibentuk sesuai apa yang diinginkan, mudah dalam perawatannya dan dapat digunakan untuk konstruksi ringan maupun berat. Namun demikian, beton juga mempunyai kelemahan, yaitu kekuatan tarik beton yang kecil membuat beton memiliki sifat getas, sehingga dapat mengakibatkan kegagalan secara tiba-tiba (Tjokrodimuljo, 2007).

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Pemberiaan bahan tambah pada adukan beton adalah untuk memperlambat waktu pengikatan, mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, mengurangi panas hidrasi, menambah kekedapan, menambah keawetan dan sebagainya (Tjokrodimuljo, 2007).

Salah satu bahan tambah beton adalah serat (*fiber*). Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fiber concrete*). Serat dalam beton berfungsi mencegah retak-retak, sehingga menjadikan beton lebih daktil dari pada beton biasa. Selain itu, serat dalam beton dapat meningkatkan kekuatan tarik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tarik akibat cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton dengan permukaannya yang luas.

Lada merupakan jenis *Piper Albi Linn* tanaman asli India. Tumbuhan lada

merupakan sejenis tanaman menjalar hidup di sekitar perkebunan yang dibudidayakan oleh petani. Tanaman ini merupakan tanaman tahunan yang dapat hidup sampai berumur sekitar 4 tahun, serta memiliki ciri fisik batang yang cukup besar, bercabang dan menjalar. Selama ini, komoditas primer dari perkebunan lada adalah bijinya, tanpa ada pemanfaatan unsur lain dari tanaman lada. Setiap batang lada memiliki buah dalam bentuk tangkai yang terdiri dari 30-40 biji lada didalamnya yang diselimuti oleh kulit yang cukup keras. Selama ini serat tangkai lada belum dimanfaatkan oleh banyak orang. Jumlah tangkai lada dari hasil panen setiap tahun cukup besar. Serat tangkai lada memiliki bentuk fisik yang cukup kasar, berwarna putih, dan biasanya akan memisah dari biji lada sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1. Serat tangkai lada ini bersifat kasar, berwarna putih, berserat, tidak mudah putus. Sifat tangkai yang tidak mudah putus tersebut memiliki kuat tarik yang cukup tinggi.



Gambar 1. Limbah tangkai lada

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Mengetahui nilai kuat tekan beton dengan menggunakan berbagai persentase limbah tangkai lada sebagai bahan tambah bagi campuran beton.
2. Mengetahui nilai kuat tarik belah beton dengan menggunakan berbagai persentase limbah tangkai lada sebagai bahan tambah bagi campuran beton.

LANDASAN TEORI

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Macam-macam dan jenis beton menurut bahan pembentuknya adalah beton normal, beton bertulang, beton pra-cetak, beton pra-tekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton serat, dan lainnya. Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), diperlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen (Mulyono, 2003).

Menurut Mulyono (2003), keuntungan dan kerugian pemakaian beton dalam suatu konstruksi dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya adalah sebagai berikut:

1. Keuntungan:
 - a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
 - b. Mampu menerima kuat tekan.
 - c. Tahan terhadap temperatur yang

tinggi.

- d. Biaya pemeliharaan yang kecil.
2. Kerugian:
 - a. Kemampuan menerima kuat tarik yang rendah, sehingga bagian konstruksi yang menerima gaya tarik harus diperkuat dengan baja tulangan.
 - b. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
 - c. Beton menyusut bila mengalami kekeringan.
 - d. Konstruksi yang menggunakan beton memiliki daya pantul suara yang besar.

Menurut Tjokrodinuljo (2007), salah satu bahan tambah beton ialah serat (*fiber*). Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fiber concrete*). Karena ditambah serat, maka beton menjadi suatu bahan komposit yang terdiri dari beton dan serat. Serat dapat berupa asbestos, *glass*, plastik, baja atau serat tumbuhan-tumbuhan.

Maksud utama penambahan serat kedalam beton adalah:

- a. Menambah kuat tarik, karena beton merupakan bahan yang kuat tariknya rendah.
- b. Menambah daktilitas, karena beton merupakan bahan yang getas.
- c. Menambah ketahanan terhadap retak. Kuat tarik beton yang sangat rendah mengakibatkan beton mudah retak, yang pada akhirnya mudah dimasuki air, sehingga mengurangi keawetan beton.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode percobaan dan uji laboratorium terhadap campuran beton yang ditambah serat tangkai lada.

Alat

Alat-alat yang digunakan pada pengujian antara lain timbangan, kompor, cetakan, talam, sendok, saringan, batang baja, pH meter, mesin pengguncang saringan, mesin Los Angeles, alat uji *slump*, bak perendam, piknometer, bak pengaduk, mesin uji tekan dan alat uji tarik belah.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian antara lain semen, agregat halus, agregat kasar, air dan serat tangkai lada.

Pengujian Bahan

Pengujian bahan meliputi pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat, berat isi, kadar air, keausan agregat kasar.

Pengujian Air

Pengujian air secara khusus jarang dilakukan, karena kelayakannya dapat ditentukan secara visual. Oleh karena keterbatasan alat yang ada di laboratorium, maka pengujian terhadap air hanya dibatasi pada pengujian pH. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan pH air secara kasar dengan menggunakan pH meter. Nilai pH yang diijinkan adalah minimal 4,5 dan maksimal 8,5.

Jumlah Benda Uji

Umur beton yang digunakan dalam penelitian adalah 7 dan 28 hari dengan komposisi penambahan serat lada 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5% terhadap berat semen yang dipakai. Masing-masing campuran beton dan serat tersebut dibuat tiga benda uji. Dengan demikian, jumlah kebutuhan benda uji adalah 54 buah.

Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan dengan menggunakan alat uji tekan beton (*Compressive Strength Test*) SNI 03-1974-1990).

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

dengan:

- f_c' = Kuat tekan beton (kg/cm²)
- P = Beban maksimum (kg)
- A = Luas penampang benda uji (cm²)

Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton 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 penekanan mesin uji tekan (SNI 03-2491-2002).

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

dengan:

- f_{ct} = Kuat tarik belah (kg/cm²)
- L = Panjang benda uji (cm²)

P = Beban benda uji (kg)
 D = Diameter atau lebar benda uji (cm)

dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujian agregat kasar menunjukkan bahwa agregat kasar yang digunakan memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil rekapitulasi semua pengujian agregat halus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Hasil Pengujian pH Air

Dari hasil pengujian pH air dengan menggunakan alat pH meter digital dan kertas lakmus sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil uji menunjukkan bahwa air yang digunakan memenuhi syarat air untuk bahan campuran beton.

Hasil Pengujian Agregat Kasar

Hasil pengujian agregat kasar dapat

Tabel 1. Hasil rekapitulasi pengujian agregat halus

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990	-	5	0	%
	- Lolos saringan no.200 - Modulus kehalusan		1,5	3,8	2,031	-
2.	Berat jenis	SNI 03-1970-1990	2,5	-	2,573	gr
	- <i>Bulk</i>		2,5	-	2,588	gr
	- SSD		2,5	-	2,611	gr
	- <i>Apparent</i>		-	3	0,563	%
3.	Berat isi	SNI 03-1973-1990	0,4	1,9	1,528	gr/cm ³
	- Lepas (silinder) - Padat (silinder)		0,4	1,9	1,717	gr/cm ³
4.	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	2,9878	%

Tabel 2. Hasil rekapitulasi pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990	-	1	0	%
	- Lolos saringan no.200 - Modulus kehalusan		6	8	6,964	-
2.	Berat jenis	SNI 03-1969-1990	2,5	-	2,637	gr
	- <i>Bulk</i>		2,5	-	2,660	gr
	- SSD		2,5	-	2,700	gr
	- <i>Apparent</i>					

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
	- Penyerapan air		-	3	0,892	%
3.	Berat isi	SNI 03-1973-1990				
	- Lepas (silinder)		0,4	1,9	1,311	gr/cm ³
	- Padat (silinder)		0,4	1,9	1,471	gr/cm ³
4.	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	0,5688	%
5	Keausan agregat	SNI 03-2417-1991			2,470	%

Hasil Pengujian pH Air

Tabel 3. Pengujian pH air

Uraian	Spesifikasi		Hasil	Suhu (°C)
	Min	Maks		
pH air Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung	4,5	8,5	5,459	28,2

Hasil Perhitungan Proporsi Campuran Beton

Dari hasil langkah-langkah perhitungan proporsi campuran beton mengacu SNI 03-2834-2000, didapatkan susunan campuran beton secara teoritis untuk tiap 1 m³ volume beton sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4. Untuk koreksi lapangan dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan kebutuhan serat tangkai lada dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Perhitungan proporsi campuran beton

No	Uraian	Nilai
1.	Kuat tekan yang diisyaratkan	20 N/mm ² (umur 28 hari)
2.	Deviasi standar	-
3.	Nilai tambah (margin)	7,0 N/mm ²
4.	Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	27 N/mm ²
5.	Jenis semen	Tipe I
6.	Jenis agregat kasar	Batu pecah
7.	Jenis agregat halus	Pasir alami
8.	Faktor air semen	0,54
9.	Nilai <i>Slump</i>	60-180 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	20 mm
11.	Kebutuhan air	205 lt/m ³
12.	Jumlah semen	379,629 kg/m ³
13.	Susunan butir agregat halus	Daerah gradasi susunan butir III
14.	Persen agregat halus	34 %
15.	Berat jenis agregat campuran	2,616 gr

No	Uraian	Nilai
16.	Perkiraan berat beton	2350 kg/m ³
17.	Kebutuhan berat agregat campuran	1765,371 kg/m ³
18.	Kebutuhan agregat halus	600,226 kg/m ³
19.	Kebutuhan agregat kasar	1165,144 kg/m ³

Tabel 5. Hasil proporsi campuran beton setelah koreksi dilapangan

Uraian	Semen	Air	Agregat halus	Agregat kasar
Tiap m ³	379,629 kg	194,225 lt	614,775 kg	1161,368 kg
Proporsi campuran	1 kg	0,512 lt	1,619 kg	3,059 kg
Tiap 0,005 m ³ (1 silinder)	1,898 kg	0,971 lt	3,074 kg	5,807 kg
Tiap 0,016 m ³ (3 silinder)	6,074 kg	3,108 lt	9,837 kg	18,582 kg

Tabel 6. Hasil perhitungan campuran beton dengan penambahan serat tangkai lada

Tiap 0,016 m ³ (3 silinder)	0%	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%
Semen (kg)	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074
Agregat kasar (kg)	18,582	18,582	18,582	18,582	18,582	18,582
Agregat halus (kg)	9,837	9,837	9,837	9,837	9,837	9,837
Air (lt)	3,108	3,108	3,108	3,108	3,108	3,108
Serat tangkai lada (gr)	0	0,030	0,061	0,091	0,121	0,151

Hasil Nilai Slump

Nilai *slump* yang digunakan memenuhi *slump* rencana yaitu 6–18 cm. Data hasil pengujian *slump* beton yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 7.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran perkembangan kekuatan beton

dengan menggunakan serat tangkai lada sebagai serat atau bahan tambah dari beton. Hasil uji beton serat dibandingkan dengan beton normal. Adapun hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan serat tangkai lada sebagai bahan tambah umur 7 hari pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 2, sedangkan untuk umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 3.

Tabel 7. Hasil nilai *slump*

Tanggal pengujian	Serat Tangkai lada per berat semen	<i>Slump</i> rencana (cm)	<i>Slump</i> yang didapat (cm)	Keadaan cuaca
15-05-2019	0%	6–18	7,4	Panas
16-05-2019	0,5%	6–18	7,1	Panas
17-05-2019	1%	6–18	6,9	Panas

Tanggal pengujian	Serat Tangkai lada per berat semen	Slump rencana (cm)	Slump yang didapat (cm)	Keadaan cuaca
18-05-2019	1,5%	6-18	6,7	Panas
19-05-2019	2%	6-18	6,6	Panas
20-05-2019	2,5%	6-18	6,4	Panas

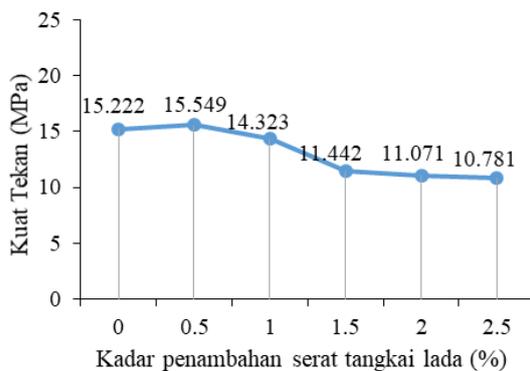
Tabel 8. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari

Serat tangkai lada	Kode benda uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
		Pembuatan	Pengujian						
0%	0% STL	21/05/2019	27/05/2019	7	174,366	12,50	250	14,338	15,222
					176,715	12,60	280	15,845	
					174,366	12,50	270	15,485	
0,5%	0,5% STL	23/05/2019	29/05/2019	7	175,069	12,70	270	15,422	15,549
					176,715	12,60	280	15,845	
					175,538	12,70	270	15,381	
1%	1% STL	23/05/2019	29/05/2019	7	176,715	12,60	250	14,147	14,323
					176,715	12,60	250	14,147	
					177,186	12,50	260	14,674	
1,5%	1,5% STL	11/06/2019	18/06/2019	7	176,008	12,60	200	11,363	11,442
					176,244	12,60	185	10,497	
					176,479	12,60	220	12,466	
2%	2% STL	11/06/2019	18/06/2019	7	176,715	12,50	235	13,298	11,071
					175,304	12,50	185	10,553	
					176,244	12,70	265	9,362	
2,5%	2,5% STL	18/06/2019	25/06/2019	7	176,008	12,60	220	12,499	11,071
					176,244	12,60	180	10,213	
					176,479	12,60	170	9,633	

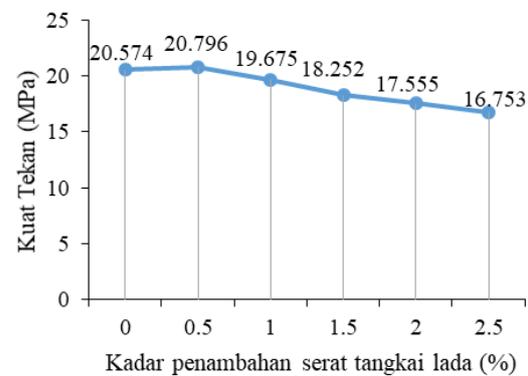
Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

Serat tangkai lada	Kode benda uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
		Pembuatan	Pengujian						
0%	0% STL	17/05/2019	12/06/2019	28	177,658	12,10	360	20,264	20,574
					176,008	12,30	370	21,022	
					178,605	12,10	365	20,436	
0,5%	0,5%	17/05/2019	12/06/2019	28	176,715	12,20	370	20,938	20,796

Serat tangkai lada	Kode benda uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
		Pembuatan	Pengujian						
	STL				175,538 176,715	12,20 12,20	370 360	21,078 20,372	
1%	1% STL	19/05/2019	14/06/2019	28	174,600 174,835 176,715	12,30 12,40 12,30	360 345 330	20,619 19,733 18,674	19,675
1,5%	1,5% STL	20/06/2019	15/06/2019	28	178,605 178,131 177,422	12,40 12,40 12,30	310 365 300	17,357 20,491 16,909	18,252
2%	2% STL	21/06/2019	17/06/2019	28	178,131 175,304 176,479	12,50 12,70 12,60	300 330 300	16,842 18,824 16,999	17,555
2,5%	2,5% STL	21/06/2019	17/06/2019	28	178,131 178,605 177,422	12,40 12,60 12,50	305 310 280	17,122 17,356 15,781	16,753



Gambar 2. Kuat tekan beton serat tangkai lada pada usia beton 7 hari



Gambar 3. Kuat tekan beton serat tangkai lada pada usia beton 28 hari

Berdasarkan hasil pengujian, kuat tekan beton dengan penambahan serat tangkai lada pada umur 7 hari dan 28 hari mengalami kenaikan. Adapun kuat tekan beton pada umur 7 hari untuk persentase serat 0,5% sebesar 15,549 MPa, terjadi kenaikan 2,09% dibandingkan dengan beton normal (15,222 MPa). Kuat tekan beton dengan persentase serat 0,5% pada

umur 28 hari sebesar 20,796 MPa, terjadi kenaikan 1,08% dibandingkan dengan beton normal (20,574 MPa).

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Hasil pengujian kuat tarik belah beton pada persentase serat 0,5% menunjukkan nilai sebesar 2,391 MPa, terjadi kenaikan 6,74% dibandingkan

dengan beton normal yang bernilai 2,240 MPa. Sementara itu, beton dengan persentase serat 1% memiliki kuat Tarik belah sebesar 2,326 MPa, meningkat 3,4% dibandingkan dengan beton normal. Untuk beton dengan persentase serat 1,5%, kuat tarik belah sebesar 2,279 MPa. Nilai ini lebih tinggi 1,74% dibandingkan dengan beton normal. Untuk persentase serat 2% dan 2,5% mengalami penurunan dengan nilai masing-masing sebesar 2,230 MPa dan 1,626 MPa. Pengujian kuat tarik belah

beton yang dilakukan pada umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 4.

Faktor penyebab terjadinya penurunan pada persentase tertentu adalah karena pada saat pengadukan serat bercampur dengan air semen yang menyebabkan serat mudah keras dan mudah hancur. Serat tangkai lada mudah menyerap air yang mengakibatkan penurunan nilai *slump* sehingga beton sulit dikerjakan atau *workability* menjadi rendah.

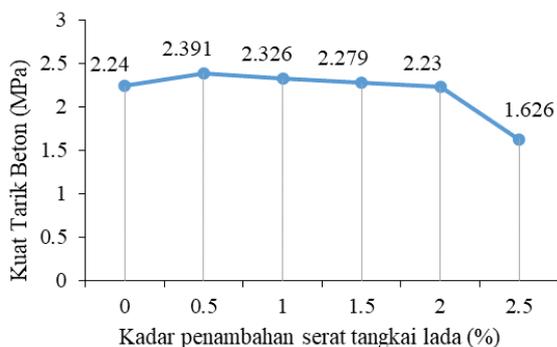
Tabel 10. Hasil pengujian kuat tarik belah beton 28 hari

Serat tangkai lada	Kode benda uji	Tanggal		Umur (hari)	π .L.D (cm ²)	Berat (kg)	Gaya tarik belah (kN)	Kuat tarik belah (MPa)	Kuat tarik belah rata-rata (MPa)
		Pembuatan	Pengujian						
0%	0% STL	17-05-2019	13-06-2019	28	1425,489	12,50	160	2,245	2,240
					1403,831	12,50	155	2,208	
					1412,300	12,60	160	2,266	
0,5%	0,5% STL	17-05-2019	13-06-2019	28	1419,783	12,70	170	2,395	2,391
					1418,900	12,60	170	2,396	
					1427,885	12,50	170	2,381	
1%	1% STL	19-05-2019	14-06-2019	28	1420,314	12,70	165	2,323	2,326
					1408,062	12,50	170	2,415	
					1427,854	12,60	160	2,241	
1,5%	1,5% STL	18-05-2019	19-06-2019	28	1431,202	12,60	165	2,306	2,279
					1410,887	12,60	165	2,339	
					1414,659	12,70	155	2,191	
2%	2% STL	21-05-2019	17-06-2019	28	1405,178	12,60	155	2,206	2,230
					1405,234	12,60	160	2,277	
					1404,298	12,50	155	2,208	
2,5%	2,5% STL	21-05-2019	18-06-2019	28	1425,489	12,70	115	1,613	1,626
					1403,831	12,60	115	1,638	
					1412,311	12,50	115	1,628	

Secara umum, penurunan kuat tarik belah beton lebih sedikit dibandingkan dengan penurunan kuat tekan. Hal ini

dikarenakan semakin banyak serat akan berlaku buruk terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Karakteristik serat

tangkai lada yang mempunyai tekstur permukaan yang kasar serta diameter serat yang kecil mengakibatkan kurangnya ikatan antar serat dengan pasta semen. Dengan demikian, ketika beton mulai retak-retak pada saat akan hancur, ikatan serat mudah terlepas bahkan putus. Semakin banyak kandungan serta tangkai lada dalam beton, maka nilai kuat tarik belah beton akan semakin menurun. Selain itu, faktor dari daya serap serat terhadap air dapat menurunkan kualitas serat, serat yang mengandung air lebih getas dan mudah hancur.



Gambar 4. Kuat tarik belah beton serat tangkai lada pada usia beton 28 hari

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada umur 28 hari dihasilkan nilai kuat tekan beton maksimum pada persentase penggunaan serat tangkai lada 0,5%. Nilai kuat tekan yang dihasilkan yaitu 20,796 MPa. Nilai kuat tekan beton mengalami peningkatan sebesar 1,08 % dibandingkan beton normal yang memiliki nilai kuat tekan 20,574 MPa, atau setara dengan kenaikan sebesar 8,35% terhadap mutu beton rencana $f'c$

= 20 MPa.

2. Pada umur 28 hari, dihasilkan nilai kuat tarik belah beton maksimum pada persentase penggunaan serat dari tangkai lada 0,5 % sebesar 2,391 MPa. Nilai kuat tarik belah beton mengalami peningkatan sebesar 6,74% terhadap beton normal.

Saran

1. Untuk pembuatan beton serat yang baik, perlu diperhatikan secara benar masalah kelecakan dalam pengerjaannya, sehingga diperoleh beton yang padat dan tidak keropos.
2. Ruang lingkup untuk penelitian ini masih bisa dikembangkan, yaitu serat tangkai lada dapat dipadukan dengan serat-serat alami yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional, 1990, SNI 03-1968-1990, *Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Jakarta

Badan Standardisasi Nasional, 1990, SNI 03-1969-1990, *Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional, 1990, SNI 03-1970-1990, *Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional, 1990, SNI 03-1971-1990, *Kadar Air Agregat*, Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional, 1990, SNI 03-1973-1990, *Berat Isi Agregat*,

- Jakarta. *Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 1990, SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 1991, SNI 03-2417-1991, *Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles*, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2000, SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan*
- Badan Standardisasi Nasional, 2002, SNI 03-2491-2002, *Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, Jakarta.
- Mulyono, T., 2003., *Teknologi Beton*. Edisi Kedua, CV. Andi Offset. Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.