

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAMBU ORI TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

Mudji Suhardiman

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram No.55 – 57 Yogyakarta 55231 Telp/Fax. (0274)543676
E-mail: mudji_suhar@yahoo.com

ABSTRAK

The addition of fiber in concrete admixture has been proven be able to improve the concrete quality. There are many researches about fiber concrete has been done by using many fiber materials. Bamboo has great opportunity to be a fiber material in concrete admixture, because of its special characteristic. The price of Ori Bamboo is also usually cheaper than the other type of Bamboo. This research was experimental research of fiber concrete, which used the fiber of Ori Bamboo. The objective of this research was to study the impact of using the fiber of Ori Bamboo on the strength of concrete.

This research used normal mixing of concrete with additional fiber, which was made of Ori Bamboo. It has 0.5 mm thickness, 0.5 – 1 mm wide, and 2 cm length. The variations amounts of fiber are 1%, 1.5% and 2% of the total weight of cement. The test of compressive strength and tensile strength were done with standard cylinder, 28 days of age.

The result of this research shows that the higher percentage of fiber, the lower viscosity of admixture. The addition of fiber by 1%, 1.5%, and 2% give increasing of 17.85%, 16.45% and 3.14% of concrete compression strength, as well as 4.85%, 30.58% and 19.42% of concrete tensile strength.

Key word : fiber, concrete, Ori bamboo

PENDAHULUAN

Beton serat

Beton merupakan batu buatan yang memiliki kuat tekan cukup tinggi, dibuat dari campuran semen, pasir, krikil dan air. Perbaikan kualitas serta sifat beton dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan mengganti maupun menambah material pokok semen dan agregat, sehingga dihasilkan beton dengan sifat-sifat spesifik seperti beton ringan, beton berat, beton tahan bahan kimia tertentu dan sebagainya. Beton serat (*fibre reinorced concrete*) merupakan modifikasi beton konvensional dengan menambahkan serat pada adukannya. Serat yang digunakan dapat dibuat dari berbagai jenis bahan antara lain kawat, plastik, limbah kain dan bambu.

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat/*fibre* (ACI Cocommitte 544, 1982). Bahan-bahan serat yang dapat digunakan untuk

perbaikan sifat beton pada beton serat antara lain baja, plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain (ACI, 1982).

Pendekatan teori untuk menjelaskan mekanisme kerja serat beton sehingga dapat memperbaiki sifat beton adalah sebagai berikut (Soroushian, 1987):

a. *Spacing concept*

Teori tersebut menyatakan bahwa dengan mendekatkan jarak antar serat dalam campuran beton, akan membuat beton lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak menjadi lebih besar. Kerja serat akan lebih efektif jika diletakkan berjajar dan seragam tidak tumpang tindih (*overlapping*). Pada kondisi sebenarnya, penyebaran serat di dalam adukan beton sulit untuk dibuat beraturan dan saling menindih, sehingga volume efektif potongan serat hanya dapat dianggap 41% dari volume sebenarnya.

b. *Composit material concept*

Merupakan satu konsep pendekatan untuk memperkirakan kuat tarik dan lentur beton, dengan asumsi bahan penyusun beton saling melekat sempurna, dengan memperkirakan kekuatan material komposit saat timbul retak pertama (*first crack strength*).

Pada beton serat, hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian adalah:

a. Kelecekan adukan beton

Kelecekan adukan yang sering diukur dengan nilai slump, berpengaruh besar terhadap sifat dapat dikerjakan (*workability*) campuran beton segar. Penambahan serat ke campuran beton akan menurunkan kelecekan campuran, yang dipengaruhi oleh:

1. Aspek rasio serat (*fiber aspect ratio*), yaitu nilai banding antara panjang dengan diameter serat. Batas maksimal aspek rasio serat yang masih memungkinkan pengadukan dapat secara mudah dilakukan adalah $l_f/d_f < 100$ dengan l_f dan d_f adalah panjang dan diameter serat. Aspek rasio yang tinggi menyebabkan kecenderungan serat menggumpal (*balling effect*) dan sulit menyebar merata (Sudarmoko, 1991). Dari hasil penelitiannya Firman (1998) menyimpulkan bahwa penambahan serat bambu ke dalam campuran beton segar menurunkan kelecekan beton, bervariasi tergantung dari konsentrasi serat. Semakin tinggi konsentrasi serat, nilai kelecekan dan sifat dapat dikerjakan beton segarnya berkurang.
2. Prosen jumlah serat yang ditambahkan pada adukan beton segarnya (*fiber volume fraction*). Dari hasil penelitiannya Firman (1998) membuktikan bahwa penambahan jumlah serat bambu ke dalam campuran beton segar menurunkan kelecekan beton, bervariasi tergantung dari prosentase jumlah serat yang ditambahkan. Semakin tinggi prosentase jumlah serat, semakin berkurang nilai kelecekan dan sifat dapat dikerjakan beton segarnya.

b. Teknik pencampuran serat (*fiber-dispersion*)

Teknik pencampuran serat merupakan teknik dan upaya pencampuran agar serat yang ditambahkan ke dalam adukan beton segar dapat tersebar merata. Salah satu cara pengatasan agar serat lebih tersebar merata

adalah dengan memperkecil ukuran maksimum agregat. ACI Committee (1982) mengisyaratkan ukuran maksimum agregat sebesar 19 mm, untuk memudahkan pengadukan dan tersedianya ruang untuk serat. Teknik pencampurannya dilakukan dengan menaburkan serat sedikit demi sedikit, ke dalam adukan yang sudah tercampur saat proses pengadukan masih berlangsung.

Bambu

Bambu merupakan tanaman ordo *Bambusoideae* yang pertumbuhannya cepat dan dapat dipanen pada umur sekitar 3 tahun. Pada masa pertumbuhan, bambu dapat tumbuh vertikal 5 cm per jam atau 120 cm perhari (Morisco, 1996). Umur panen yang relatif singkat tersebut memberikan optimisme bahwa pemakaian bambu untuk berbagai keperluan dapat dengan mudah tercukupi. Morisco (1996) menyatakan, adanya serabut sklerenkin di dalam batang bambu menyebabkan bambu mempunyai kekuatan dan dapat digunakan untuk keperluan bahan bangunan. Kekuatan bambu umumnya dipengaruhi oleh jumlah serat sklerenkin dan selulosa di dalam bambu. Kekuatan bambu bagian luar jauh lebih tinggi dibanding bambu bagian dalam. Penelitian Morisco (1999) pada bambu ori kering tungku menunjukkan kuat tarik sebesar 4170 kg/cm² pada bambu bagian luar dan 1640 kg/cm² pada bambu bagian dalam, dengan mengambil benda uji bambu tanpa buku untuk memperoleh serat yang lurus.

Penggunaan kulit bambu ori sebagai bahan serat beton didasarkan pada pertimbangan bahwa kuat tariknya cukup tinggi, pembuatan dari bahan baku menjadi serat cukup mudah dan tidak perlu peralatan khusus, serta populasi bambu yang cukup banyak dan tersebar sehingga mudah diperoleh. Bambu ori sebagai salah satu jenis bambu di Indonesia, meskipun jarang dibudidayakan secara khusus, namun banyak tumbuh di lahan-lahan liar seperti di tepi sungai, tebing-tebing dan sebagainya. Bambu jenis tersebut juga jarang dimanfaatkan sebagai bahan pokok bangunan, sehingga harga di pasaran relatif murah dibanding bambu jenis lain.

Serat-serat untuk campuran beton dalam penelitian ini dibuat dari bahan bambu ori

bagian luar tanpa buku, yang diserut menjadi ukuran sekitar 2 cm x 1mm x 1mm. Serat-serat tersebut kemudian direndam 6 hari dalam air, dan kemudian dikeringkan.

Kuat tekan dan kuat tarik beton

Untuk menguji kuat tekan dan kuat tarik beton, digunakan benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm yang diuji pada umur 28 hari, sedang proporsi campurannya dirancang berdasarkan perancangan adukan menurut American Concrete Institute (ACI).

a. Kuat tekan beton.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan mesin uji tekan. Kuat tekan yang tinggi merupakan sifat karakteristik yang dimiliki beton, dan dipakai sebagai ukuran kualitas beton. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh proporsi campuran, kualitas bahan susun serta kualitas pengerjaannya. Kuat tekan beton dihitung dengan rumus:

$$f_c' = F / A \text{ 1)}$$

Keterangan : f_c' = kuat tekan beton (kg/cm²)

F = beban tekan (kg)

A = luas tampang beton (cm²)

b. Pengujian kuat tarik

Pengujian kuat tarik beton lebih sulit dibanding dengan pengujian kuat tekan beton. Tersedia beberapa metode, dan yang paling sering digunakan untuk pengujian ini adalah pengujian belah silinder (Nawy, 1990). Menurut ASTM C496, pengujian tersebut dilakukan dengan memberikan pembebanan pada sisi silinder sampai pecah atau terbelah. Tegangan tarik yang timbul sesaat benda uji terbelah disebut *split cylinder strength*, dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan : f_{ct} = kuat tarik silinder

P = pembebanan

$\pi = 3,14$

L = panjang silinder beton

D = diameter silinder

Menurut Wang dan Salmon (1993), kuat tarik belah f_{ct} dianggap sebanding dengan $(f_c')^{1/2}$ sedemikian hingga diperoleh:

$$f_{ct} = 0,5 (f_c')^{0,5} \text{ sampai } 0,6 (f_c')^{0,5},$$

untuk beton berbobot normal, 3)

$$f_{ct} = 0,4 (f_c')^{0,5} \text{ sampai } 0,5 (f_c')^{0,5},$$

untuk beton berbobot ringan, 4)

Dibanding kuat tekannya, kuat tarik beton relatif kecil, dengan besaran sekitar 9%

sampai 15% dari kuat tekannya (Istimawan, 1994)

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bambu ori terhadap kuat tarik dan kuat tekan beton. Perubahan kuat tekan akan berpengaruh terhadap mutu betonnya, sedang perubahan kuat tarik akan berpengaruh terhadap retak beton pada daerah tarik.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Janabadra Yogyakarta, dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

- Penyiapan bahan, meliputi pembuatan serat bambu dan persiapan bahan susun beton
- Pemeriksaan material bahan susun beton
- Perancangan campuran beton,
- Pembuatan benda uji, meliputi pengadukan, uji kelecakan adukan dengan pengujian slump, pencetakan serta perawatannya.
- Pengujian kuat tekan dan kuat tarik.

Pada pembuatan serat dari kulit luar bambu ori, bambu diserut menjadi serat berukuran sekitar 2 cm x 0,5 mm x 0,5 mm. Serat bambu kemudian direndam di dalam air selama 6 hari dan kemudian diangin-anginkan selama 3 hari di tempat terlindung.

Pembuatan benda uji beton dilakukan dengan rencana campuran berdasarkan ketentuan American Concrete Institute (ACI). Benda uji berupa silinder beton tinggi 30 cm dan diameter 15 cm, sebanyak 3 benda uji untuk setiap jenis pengujian.

Digunakan 3 varian prosentase jumlah serat untuk pengujian desak maupun tarik beton serat, yaitu varian A1%, varian B1,5% dan varian C2%. Sebagai pembandingan dibuat pula benda uji beton normal. Varian A1% berarti varian beton serat bernama A dengan berat serat sebanyak 1% dari berat semennya. Dari rancangan tersebut dibutuhkan 12 buah silinder untuk uji tekan dan 12 buah silinder untuk uji tarik. Silinder beton dirawat dengan cara direndam selama 3 hari dan diletakkan

pada tempat lembab sampai saat dilakukan pengujian pada umur 28 hari. Jenis varian, kode dan jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Sedang bahan penelitian berupa semen, pasir, krikil, air dan serat bambu berasal dari:

- a. Semen : Portland Pozzoland Cement merek Nusantara kemasan 40 kg.

- b. Pasir : Asal kali Progo
c. Krikil : Batu pecah asal kali Progo
d. Air : Asal sumur dalam Lab.

- e. Serat bambu : Kulit bambu ori asal Ngaglik Sleman
Bahan Bangunan UJB

Tabel 1. Jenis varian, kode dan jumlah benda uji

Varian	Pengujian tekan beton		Pengujian tarik beton	
	Kode benda uji	Jumlah benda uji	Kode benda uji	Jumlah benda uji
Beton normal	BNd	3	BNt	3
A1%	BS1,0%d	3	BS1,0%t	3
B1,5%	BS1,5%d	3	BS1,5%t	3
C2%	BS2,0%d	3	BS2,0%t	3
Jumlah benda uji		12		12

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Agregat.

Hasil pemeriksaan agregat meliputi pemeriksaan agregat kasar ukuran maksimum butir 20 mm dan agregat halus, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2. Dari hasil pemeriksaan dapat disimpulkan, agregat kasar

dan agregat halus yang dipakai memenuhi persyaratan untuk dipakai sebagai bahan susun beton. Untuk semen dan air pemeriksaan hanya dilakukan secara visual dan memenuhi syarat untuk pembuatan beton.

Tabel 2: Hasil pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar

No	Nama Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	
		Agregat halus	Agregat Kasar
1	Nama dan asal bahan	Pasir kali Progo	Split kali Progo
2	Kadar Air	0,50%	1,68%
3	Berat Jenis Kondisi SSD	2,57 gram/cm ²	2,74 gram/cm ²
4	Penyerapan	1,03%	5,01%
5	Berat isi	1,58 gram/cm ²	1,15 gram/cm ²
6	Nilai keausan	--	38,56%
7	Kandungan Lumpur	0,45%	0,63
8	Modulus Halus Butir	1,81	7,90

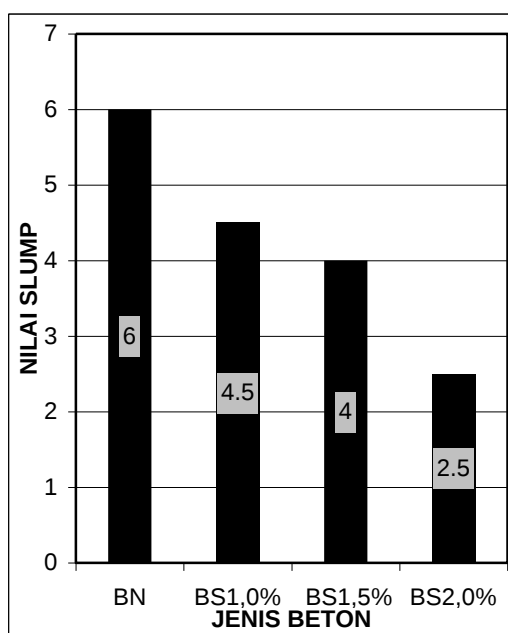
2. Pemeriksaan Beton segar

Keleccakan adukan beton segar diukur dengan pengujian slump yang hasilnya berupa nilai slump dapat dilihat pada Tabel 3, sedang grafiknya ditampilkan pada Gambar 1.

Dari tabel dan grafik pengujian slump tersebut terlihat adanya penurunan nilai slump seiring dengan bertambahnya konsentrasi serat pada adukan. Hal tersebut sesuai dengan ketentuan yang termuat pada ACI, bahwa penambahan serat pada campuran beton akan menurunkan keleccakan dan workability beton.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan nilai slump

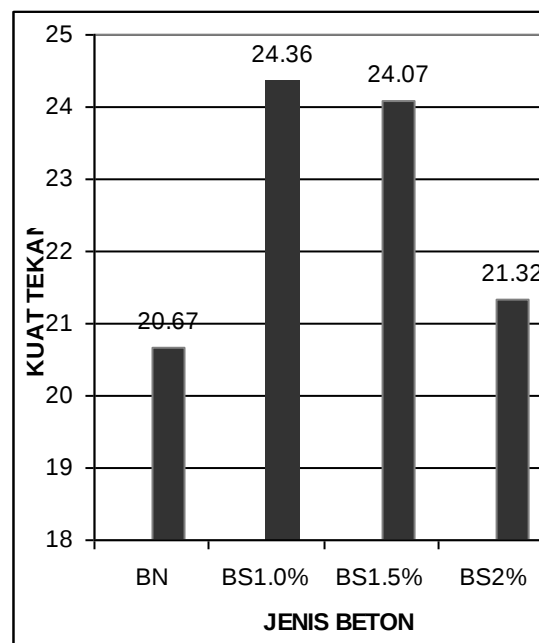
No	Kode benda uji	Nilai Slump
1	BNd dan BNt	6
2	BS1,0%d dan BS1,0%t	4,5
3	BS1,5%d dan BS1,5%t	4
4	BS2,0%d dan BS2,0%t	2,5



Gambar 1. Grafik Nilai Slump

Kuat Tekan Beton

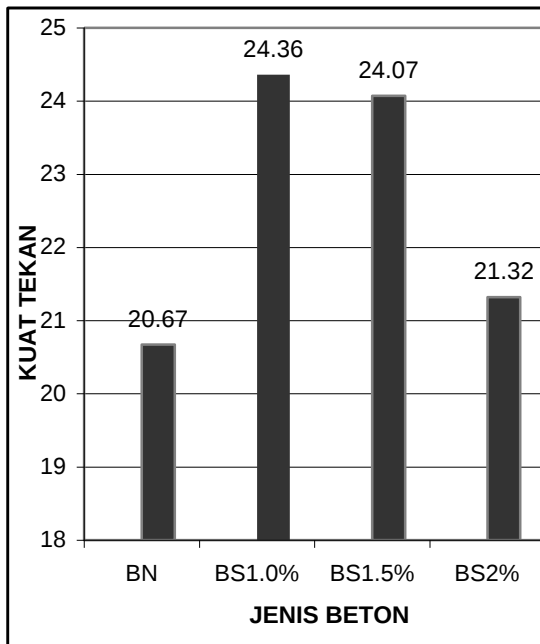
Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan pada umur 28 hari dengan perawatan normal. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 dan grafiknya ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2.: Grafik kuat tekan beton 28 hari

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Jenis beton	Kode benda uji	Berat (kg)	Luas tampang (cm ²)	Beban (Lbs)	Kuat tekan (f _c)		
					Kg/ cm ²	MPa	Rata-rata (Mpa)
Beton Normal	BNd1	12,07	180,27	83000	208,851	20,85	20,67
	BNd2	11,89	177,42	81500	208,364	20,84	
	BNd3	11,89	176,24	79000	203,322	20,32	
Beton Serat 1%	BS1,0%d1	12,44	180,50	95000	238,731	23,87	24,36
	BS1,0%d2	12,59	178,60	96500	245,080	24,51	
	BS1,0%d3	12,61	179,08	97500	246,964	24,70	
Beton Serat 1,5%	BS1,5%d1	12,26	180,74	95000	238,416	23,90	24,067
	BS1,5%d2	12,15	175,77	93000	239,996	24,00	
	BS1,5%d3	12,04	175,77	94000	242,576	24,30	
Beton Serat 2%	BS2,0%d1	12,03	175,07	84000	217,642	21,76	21,32
	BS2,0%d2	12,11	175,54	76000	196,388	19,64	
	BS2,0%d3	12,01	174,83	87000	225,717	22,57	



Dari hasil tersebut dapat dilihat nilai rata-rata kuat tekan beton normal, beton konsentrasi serat 1%, 1,5% dan 2% diperoleh berturut-turut sebesar 20,67 Mpa, 24,36 Mpa, 24,07 Mpa dan 21,32 Mpa.

Penambahan serat pada campuran beton terbukti menambah kekuatan beton dibanding beton normal.

Penambahan kuat tekan pada setiap jumlah penambahan serat dapat dilihat pada Tabel 5. Penambahan 1% dan 2% jumlah serat pada campuran normal meningkatkan kekuatan cukup tinggi, karena beton masih cukup mudah dikerjakan sehingga dihasilkan beton dengan kepadatan cukup baik, sedang beton dengan tambahan serat 2% masih mampu meningkatkan kuat tekan pada beton normal walaupun prosen kenaikannya relatif kecil. Hal tersebut terjadi karena adukan beton sudah mulai sulit dikerjakan, akibat kelecakan yang terlalu rendah

Tabel 5: Penambahan kuat tekan setiap prosen penambahan jumlah serat

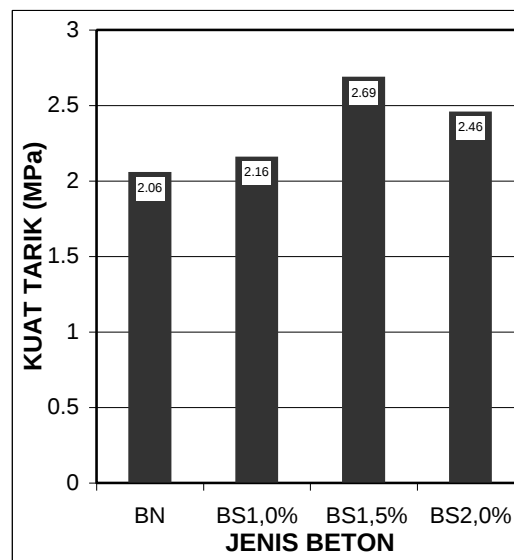
Kode benda uji	Prosen penambahan serat	Kuat tekan (MPa)	Penambahan kuat tekan	
			MPa	%
BNd	0	20,67	-	-
BS1,0%d	1,00	24,36	3,69	17,85
BS1,5%d	1,50	24,07	3,40	16,45
BS2,0%d	2,00	21,52	0,65	3,14

4. Kuat Tarik Beton

Hasil pengujian kuat tarik beton yang dilaksanakan dengan uji belah ditampilkan pada Tabel 6 dan grafiknya dapat dilihat pada Gambar 3. Untuk mengetahui prosentase perubahan kuat tarik, dilakukan perbandingan kuat tarik terhadap beton normal, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa

penambahan serat mampu meningkatkan kuat tarik beton, dengan peningkatan kuat tarik beton tertinggi pada penambahan serat sebanyak 1,5% dari berat semennya. Pada penambahan serat sebanyak 2%, peningkatan kekuatan mulai menurun karena beton semakin sulit dikerjakan akibat kelecakannya menurun



Gambar 3. Grafik kuat tarik beton

Tabel 6 : Hasil pengujian dan hitungan kuat tarik beton umur 28 hari

Jenis beton	Kode benda uji	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Beban (Lbs)	Kuat Tarik (f_c)		
						kg/cm ²	MPa	Ratarata (Mpa)
Beton Normal	BNt1	15,05	29,82	11,89	35000	22,520	2,25	2,06
	BNt2	15,05	29,62	11,89	22500	19,427	1,94	
	BNt3	14,68	29,80	11,96	30000	19,803	1,98	
Beton Serat 1,0%	BS1,0%t1	15,03	29,87	12,39	35000	22,513	2,25	2,16
	BS1,0%t2	14,98	29,92	12,37	30000	19,329	1,93	
	BS1,0%t3	15,02	29,37	12,36	35000	22,911	2,29	
Beton Serat 1,5%	BS1,5%t1	15,07	29,90	11,99	40000	25,635	2,26	2,69
	BS1,5%t2	15,03	29,52	11,97	45000	29,278	2,93	
	BS1,5%t3	15,05	29,83	12,12	45000	28,945	2,89	
Beton Serat 2,0%	BS2,0%t1	15,05	29,77	12,03	40000	25,781	2,58	2,46
	BS2,0%t2	15,00	30,00	11,99	35000	22,460	2,25	
	BS2,0%t3	15,03	29,98	12,17	40000	25,634	2,56	

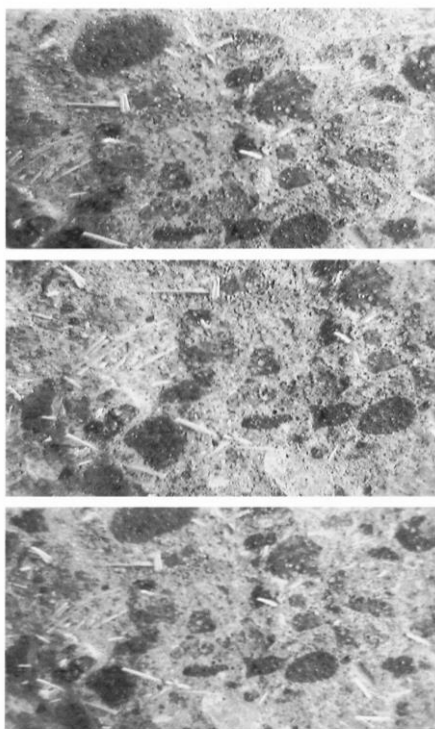
Tabel 7: Penambahan kuat tarik setiap prosen penambahan jumlah serat

Kode benda uji	Prosen penambahan serat	Kuat tarik (MPa)	Penambahan kuat tarik	
			MPa	%
BNd	0	2,06	-	-
BS1,0%d	1,00	2,16	0,10	4,85
BS1,5%d	1,50	2,69	0,63	30,58
BS2,0%d	2,00	2,46	0,40	19,42

5. Posisi serat di dalam beton

Posisi serat di dalam beton diamati dengan memecah benda uji setelah dilakukan pengujian, yang hasil fotonya dapat dilihat pada Gambar 4. Dari hasil foto terlihat:

1. Posisi serat menyebar secara acak ke seluruh bagian beton dan tidak menggumpal. Dengan kondisi tersebut, diharapkan terjadi pengaruh yang seragam di seluruh volume beton, oleh penambahan serat pada adukan betonnya.
2. Arah serat yang tidak seragam atau tidak beraturan dimungkinkan berpengaruh terhadap kekuatan beton ke berbagai arah yang berbeda.



Gambar 4. Foto posisi serat dalam beton

KESIMPULAN

1. Penambahan serat bambu ori pada campuran beton sampai sejumlah 2% dari berat semen, mampu meningkatkan kuat tekan maupun kuat tarik beton tanpa serat.

2. Pada penambahan serat sebanyak 2%, kelecakan beton menurun cukup besar, sehingga pelaksanaan pencampuran, pencetakan dan pemampatannya agak mengalami kesulitan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI COMMITTEE 544., May 1982, *State Of The Art Report On Fibre Reinforced Concrete*, ACI 544. IR-82, ACI, Detroit, Michigan
- Ahmad Antono, 1985, *Teknologi Beton*, JTS Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Firman, 1998, *Bamboos Fibre Cement Board*, Tugas Akhir, JTS UII, Yogyakarta
- Ismawanto, D. & Husni, A., 1997, *Perilaku Mekanika Bambu*, Tugas Akhir, JTS UII, Yogyakarta
- Kardiyono, T., 1992, *Teknologi Beton*, JTS Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta
- Morisco, 1999, *Rekayasa Bambu*, Nafiri Offset, Yogyakarta
- Nawy, E.G., *Reinforced Concrete A Fundamental Approach*, Prentice Hall, inc.
- Soroushian & Bayasi, 1987, *Fibre Reinforced Concrete Design And Application*, Seminar Proceeding Composite And Structure Centre, Michigan State University
- Sudarmoko, 1998, *Kuat Lentur Beton Serat Banderat Dengan Model Skala Penuh*, PAU Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.