

# PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SINTETIK PLASTIK TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN LENTUR BETON (THE INFLUENCE OF PLASTIC SYNTHETIC FIBRE ADDITION ON COMPRESSIVE AND FLEXURAL STRENGTHS OF CONCRETE)

N. Retno Setiati

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan  
Jl. A.H. Nasution No. 264 Bandung 40294  
Email : retnosetiati@yahoo.com  
Diterima : 12 Oktober 2010 ; Disetujui : 10 Desember 2010

## ABSTRAK

*Pemanfaatan bahan tambah untuk meningkatkan kinerja beton akhir-akhir ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, salah satunya adalah serat sintetik plastik yang banyak digunakan untuk pembangunan struktur beton. Beton dengan penambahan serat sintetik diharapkan mampu meningkatkan kekuatan beton. Penulisan ini adalah untuk mengetahui komposisi yang paling optimum dari serat yang digunakan sebagai bahan tambah beton dan mengetahui daya guna serat sintetik plastik terhadap kinerja daripada beton. Kegiatan yang dilakukan meliputi beberapa pengujian laboratorium. Berdasarkan hasil analisis laboratorium, pada umur 28 hari nilai kuat tekan beton serat dengan komposisi 4 kg/m<sup>3</sup> (39,228 N/m<sup>3</sup>) lebih besar 2,6 % dari beton normal dan kuat lenturnya bertambah 1,6 % terhadap beton normal.*

*Kata kunci : serat sintetik, komposisi, kuat tekan, kuat lentur, beton serat*

## ABSTRACT

*The use of additional materials to improve concrete performance has rapidly developed, such as synthetic fiber of plastic which commonly used for concrete structure. The use of such material in concrete is expected to be able to increase concrete strength. The purpose of the research is to find out the optimum composition and the effectiveness of plastic fiber in concrete performance. Laboratory tests has been conducted. Based on analysis result showed that at the age of 28 days , the compressive strength with composition of 4 kg/m<sup>3</sup> (39,228 N/m<sup>3</sup>) is 2,6% greater than normal concrete and flexural strength increased 1,6% to normal concrete.*

*Key words : synthetic fibre, composition, compressive strength, flexural strength, fibre concrete*

## PENDAHULUAN

Teknologi pemanfaatan serat dalam beton untuk menambah kinerja beton sudah banyak digunakan di beberapa negara dan terbukti sangat efektif. Penggunaan bahan tambah pada campuran beton dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja daripada beton diantaranya untuk meningkatkan nilai kuat tekan, kuat lentur, keawetan, daktilitas, maupun ketahanan terhadap pengaruh lingkungan. Ada beberapa jenis bahan tambah yang dapat digunakan untuk campuran beton guna meningkatkan kinerja daripada beton, salah satu diantaranya adalah serat sintetik plastik.

Beton dengan penambahan serat sintetik plastik lebih populer digunakan untuk keperluan beton tembak (*shotcrete*). Pemakaian beton tembak yang ditambah dengan serat sintetik mengalami perkembangan yang pesat dalam kinerja paska keretakan. Hal ini ditunjukkan dalam beberapa tahun terakhir ini dan penggunaannya yang universal dari material tersebut. Misalnya untuk pembuatan *Devil's Slide Tunnel* di USA, *Hiroshima Seifu Tunnel* dan *Bungo Kiyokawa Embankment* di Jepang, *High Speed Rail Tunnel* dan *Oliola Water Tunnel* di Spanyol, *Docklands Light Railway Extension* di Inggris.

Adanya peningkatan kinerja beton tersebut sangat dipengaruhi oleh jumlah komposisi daripada serat itu sendiri.

Penulisan ini dimaksudkan untuk mengetahui komposisi yang paling optimum dari serat yang digunakan sebagai bahan tambah beton. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya guna serat sintetik plastik ketika digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran beton.

## KAJIAN PUSTAKA

Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya sifat material penyusun beton (semen, agregat halus, agregat kasar, bahan tambah, dan air), *mix design*, kondisi pada saat pengecoran, dan perawatan. Kekuatan beton keras dibedakan dalam

beberapa macam, yaitu kuat tekan (*compressive strength*), kuat tarik lentur (*flexural strength*), kuat tarik belah (*splitting strength*), dan kuat cabut (*pull-out strength*) (Japan Engineering Consultant, 2008).

## Beton dengan Penambahan Serat Sintetis

Penggunaan serat sintetik plastik dalam campuran beton banyak dimanfaatkan untuk keperluan pembangunan struktur dengan luas area besar, seperti *rigid pavement*, *tunnel*, *concrete floor*, *lining*, dam, dan lain-lain. Beberapa keuntungan dari penggunaan serat sintetik plastik terhadap campuran beton di antaranya :

- Menghambat penyebaran retak ;
- Meningkatkan keawetan beton ;
- Meningkatkan daktilitas beton.

Secara umum, lendutan yang terjadi pada struktur beton dipikul oleh tulangan. Misalnya retak yang terjadi pada balok akibat momen lapangan biasanya dipikul oleh tulangan positif. Akan tetapi dengan penggunaan serat sintetik plastik ini, penyebaran pola retak beton akibat beban dapat dihambat oleh serat tersebut.

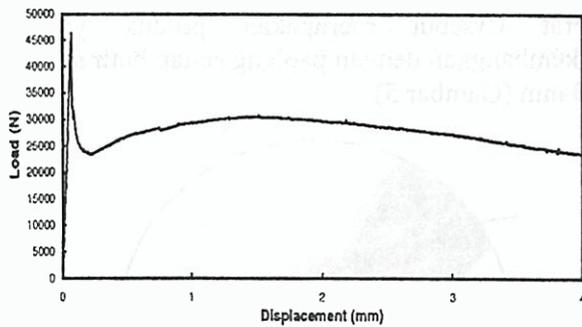
Pengujian sebelumnya telah dilakukan sesuai ASTM C 1609/C-1609M untuk pengujian lentur balok beton dengan penambahan serat sintetik 5 kg /m<sup>3</sup> (49,035 N/m<sup>3</sup>). Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Lentur Beton Serat

No	Identifikasi Benda Uji	Dimensi (mm)			Kuat Lentur (kN)	Lendutan (mm)
		Lebar	Tinggi	Panjang		
1	B5 -1	148,50	151,50			
2	B5 -2	150,50	151,50	450,00	46,28	4,00
3	B5 -3	150,50	151,50			

Sumber : TSE, (2009)

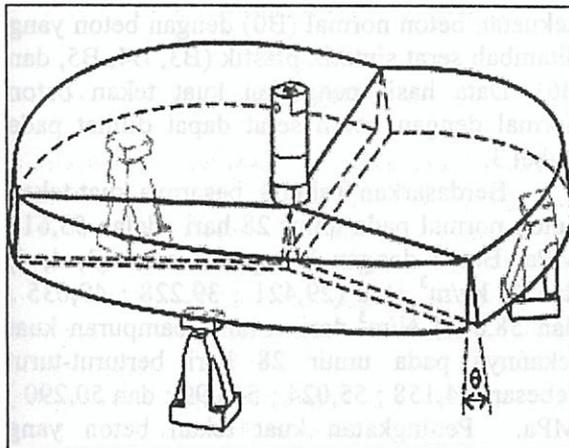
Nilai kuat lentur rata-rata yang dihasilkan sebesar 46,28 kN. Secara grafik hasil pengujian pada Tabel 1. dapat dilihat dalam Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Grafik hasil pengujian TSE

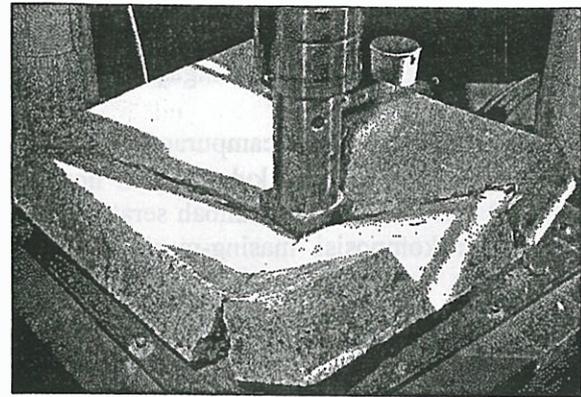
Berdasarkan Gambar 1. besarnya lendutan (*displacement*) adalah 4 mm. Dari pengujian tersebut tidak disebutkan nilai kuat tekan untuk beton normal sehingga peningkatan kuat lentur antara beton normal dengan beton yang ditambah serat sintetik tidak dapat dibandingkan.

Pengujian lain dilakukan berdasarkan ASTM C 1550 (ASTM, 2004), dimana pelat dengan diameter 80 cm dan ketebalan 7,5 cm di letakkan di atas 3 buah tumpuan dalam 3 arah yang terdistribusi merata (Gambar 2).



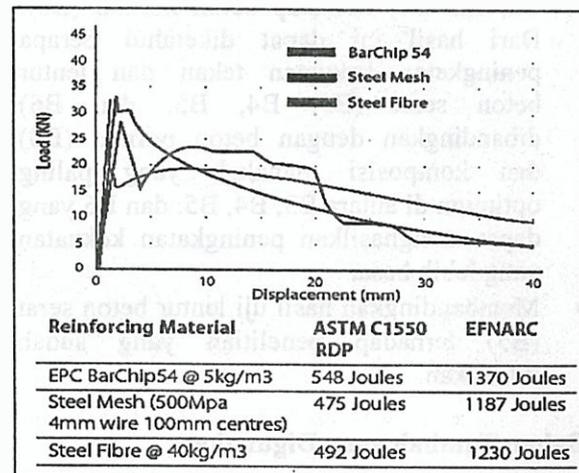
Gambar 2. Pengujian Pelat Bundar Beton Serat (ASTM, 2004)

Penelitian juga pernah dilakukan oleh EFNARC dengan bentuk benda uji berupa pelat segi empat. Dimana pelat di letakkan di atas perletakan pada keempat sisinya secara merata. Pelat tersebut kemudian diberi beban sampai terjadi keruntuhan (Gambar 3).



Gambar 3. Pengujian Pelat Persegi Beton Serat (ISO, 2009)

Hasil dari ASTM C 1550 RDP (2004) dan EFNARC dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian Pelat Beton Serat Sintetis (*International for Standarization Organization ISO, 2009*)

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa beton dengan penambahan serat EPC (*Elasto Plastic Concrete*) menghasilkan energi yang lebih besar (548 J dari hasil ASTM, dan 1370 J dari EFNARC).

## HIPOTESIS

Penambahan serat sintetik plastik terhadap campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan lentur beton.

## METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

- Pembuatan rancangan campuran beton
- Pembuatan benda uji kubus beton normal (B0) dan beton yang ditambah serat sintetis dengan komposisi masing-masing (3,4,5, dan 6)  $\text{kg/m}^3$  atau (29,421 ; 39,228 ; 49,035; dan 58,842)  $\text{N/m}^3$  untuk B3, B4, B5, dan B6
- Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari
- Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 14 dan 28 hari
- Membandingkan hasil uji kuat tekan dan lentur beton yang ditambah serat (B3, B4, B5, dan B6) terhadap beton normal (B0). Dari hasil ini dapat diketahui berapa peningkatan kekuatan tekan dan lentur beton serat (B3, B4, B5, dan B6) dibandingkan dengan beton normal (B0) dan komposisi manakah yang paling optimum di antara B3, B4, B5, dan B6 yang dapat menghasilkan peningkatan kekuatan yang lebih besar
- Membandingkan hasil uji lentur beton serat (B5) terhadap penelitian yang sudah dilakukan.

### Bahan Tambah yang Digunakan

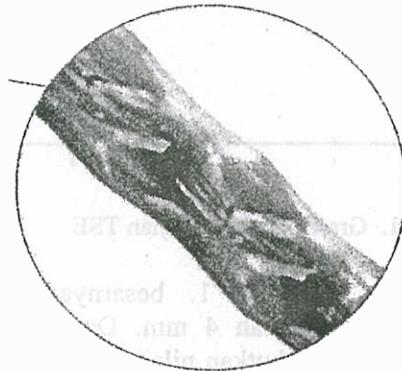
Bahan tambah yang digunakan dalam pengujian yang dilakukan berupa serat sintetis plastik dengan spesifikasi dapat dilihat dalam Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Serat yang Digunakan

Karakteristik	Sifat Material
Resin Dasar	<i>Modified Olefein</i>
Panjang	60 mm
Kuat Tarik	640 MPa
Tekstur permukaan	Timbul bersulam menerus
Jumlah serat per kilogram	33.000 buah
Berat Jenis	0,90 – 0,92
Modulus Youngs	10 GPa
Titik leleh	150 – 165°C
Titik nyala	Lebih dari 450°C

Sumber : ISO, (2009)

Serat tersebut merupakan produk yang dikembangkan dengan panjang setiap butir serat 60 mm (Gambar 5).



Gambar 5. Serat Sintetik Plastik

## HASIL DAN ANALISIS

### Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian yang dianalisis meliputi pengujian kuat tekan kubus dan kuat lentur balok. Dalam analisis akan dibandingkan kekuatan beton normal (B0) dengan beton yang ditambah serat sintetis plastik (B3, B4, B5, dan B6). Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan beton serat dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, besarnya kuat tekan beton normal pada umur 28 hari adalah 53,611 MPa. Beton dengan komposisi serat (3, 4, 5, dan 6)  $\text{kg/m}^3$  atau (29,421 ; 39,228 ; 49,035 ; dan 58,842)  $\text{N/m}^3$  dari volume campuran kuat tekannya pada umur 28 hari berturut-turut sebesar (54,158 ; 55,024 ; 54,099 ; dan 50,290 ) MPa. Peningkatan kuat tekan beton yang ditambah dengan serat (B3, B4, B5, dan B6) terhadap beton normal (B0) berkisar antara (1 – 2) %. Beton serat dengan komposisi 4  $\text{kg/m}^3$  (B4) peningkatan kuat tekannya lebih besar 2,6 % terhadap beton normal. Peningkatan kuat tekan B4 lebih tinggi dibandingkan B3, B5, maupun B6.

Hubungan nilai kuat tekan terhadap umur beton dapat dibuat dalam bentuk grafik pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6. pada umumnya kekuatan beton bertambah untuk umur 7, 14, sampai dengan 28 hari. Untuk beton normal (B0) terjadi peningkatan kekuatan sebesar 13,58 % dari umur 14 hari sampai dengan umur 28 hari, sedangkan untuk beton yang ditambah dengan serat (B3, B4, B5, dan B6) kekuatannya meningkat sebesar (10,84 ; 15,91; 2,86) % untuk umur 14 sampai dengan 28 hari.

### Kuat Lentur Beton

Data analisis hasil pengujian kuat lentur balok dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 besarnya kuat lentur beton normal pada umur 28 hari adalah 4,34 MPa. Beton dengan komposisi serat (3, 4, 5, dan 6) kg/m<sup>3</sup> atau (29,421 ; 39,228 ; 49,035 ; dan 58,842) N/m<sup>3</sup>

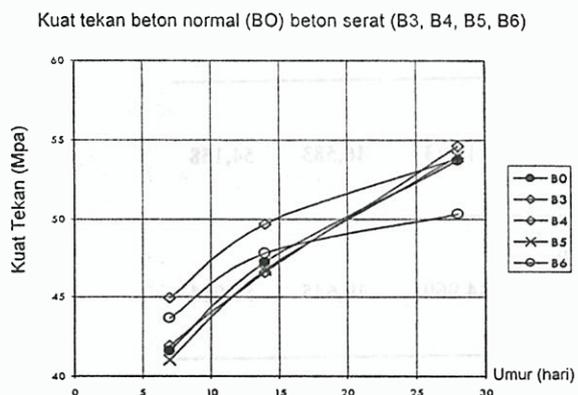
dari volume campuran, kuat lenturnya pada umur 28 hari berturut-turut sebesar (4,084 ; 4,409 ; 4,260 ; dan 4,252) MPa. Terjadi peningkatan kuat lentur sebesar 1,6 % pada beton serat dengan komposisi 4 kg/m<sup>3</sup> (atau 39,228 N/m<sup>3</sup> = B4) terhadap beton normal. Pada umumnya beton mengalami peningkatan kuat lentur dari umur 14 sampai dengan 28 hari. Peningkatan kuat lentur untuk beton normal (B0) dan beton serat (B3, B4, B5, B6) umur 14 sampai dengan 28 hari berturut-turut adalah 8,36 % untuk B0, 16,23 % untuk B3, 7,45 % untuk B4, 14,78 % untuk B5, 16,38 % untuk B6. Hubungan nilai kuat lentur terhadap umur beton dapat dibuat dalam bentuk grafik (Gambar 7.)

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

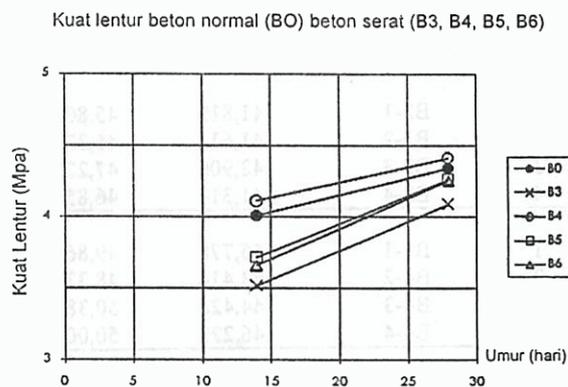
No	Jenis benda uji	Kuat tekan (MPa)			Kuat tekan rata-rata (MPa)		
		7 hari	14 hari	28 hari	7 hari	14 hari	28 hari
1	B0-1	41,2889	47,9278	52,1278			
2	B0-2	42,1944	46,1778	54,1028	41,585	47,200	53,611
3	B0-3	41,8444	46,4333	54,7806			
4	B0-4	41,0139	48,0611	53,4333			
1	B3-1	41,819	45,800	51,383			
2	B3-2	41,611	46,378	51,392	41,913	46,583	54,158
3	B3-3	42,906	47,222	57,211			
4	B3-4	41,314	46,850	56,644			
1	B4-1	45,778	49,861	54,100			
2	B4-2	43,414	48,331	54,403	44,960	49,645	55,024
3	B4-3	44,428	50,386	55,831			
4	B4-4	46,222	50,003	55,764			
1	B5-1	40,703	46,317	52,772			
2	B5-2	40,042	47,611	52,044	41,047	46,672	54,099
3	B5-3	41,544	46,714	55,092			
4	B5-4	41,897	46,047	54,489			
1	B6-1	45,444	49,975	48,556			
2	B6-2	43,783	50,083	52,636	43,679	48,890	50,290
3	B6-3	43,317	49,589	49,725			
4	B6-4	42,172	45,911	50,242			

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

No	Jenis benda uji	Kuat tekan (MPa)		Kuat tekan rata-rata (MPa)	
		14 hari	28 hari	14 hari	28 hari
1	B0-1	3,958	4,530		
2	B0-2	4,396	3,990	4,005	4,340
3	B0-3	3,838	4,385		
4	B0-4	3,829	4,455		
1	B3-1	3,711	3,758		
2	B3-2	3,637	3,824	3,514	4,084
3	B3-3	3,474	4,333		
4	B3-4	3,233	4,423		
1	B4-1	4,183	4,368		
2	B4-2	3,820	4,540	4,103	4,409
3	B4-3	4,306	4,320		
1	B5-1	3,712	4,235		
2	B5-2	-	4,213	3,712	4,260
3	B5-3	-	4,333		
1	B6-1	3,512	4,559		
2	B6-2	3,703	4,183	3,653	4,252
3	B6-3	3,745	4,015		



**Gambar 6.** Grafik hubungan kuat tekan vs umur beton normal dan beton serat



**Gambar 7.** Grafik hubungan kuat lentur beton normal (B0) dan beton serat (B3, B4, B5, B6)

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya oleh TSE (*Technologies in Structural Engineering*) (2009), untuk pengujian kuat lentur balok beton dengan komposisi 5 kg/m<sup>3</sup> (49,035 N/m<sup>3</sup>) pada umur 31 hari (Gambar 1), kuat lentur rata-rata diperoleh sebesar 4,627 MPa dengan lendutan 4 mm. Dalam sertifikat hasil pengujian tidak disebutkan kuat lentur beton normal (beton tanpa ditambah dengan serat sintetik) sehingga peningkatan kekuatannya tidak dapat diketahui.

Sedangkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kuat lentur rata-rata beton dengan komposisi serat 5 kg/m<sup>3</sup> (49,035 N/m<sup>3</sup>) pada umur 28 hari adalah 4,260 MPa dengan lendutan maksimum 4,7 mm. Untuk beton dengan komposisi 4 kg/m<sup>3</sup> (39,228 N/m<sup>3</sup> = B4), kuat lentur rata-rata adalah 4,409 MPa dengan lendutan maksimum 9,3 mm. Dalam hal ini lendutan akibat beban lentur yang dapat dipikul untuk B4 adalah 97 % lebih besar dibandingkan dengan B5.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Besarnya lendutan dari beton dengan komposisi serat 5 kg/m<sup>3</sup> (49,035 N/m<sup>3</sup>) menurut TSE adalah 4 mm, hampir sama dengan hasil pengujian yang dilakukan yaitu 4,7 mm ;
2. Penambahan komposisi serat sintetik plastik sebanyak 4 kg/m<sup>3</sup> (39,228 N/m<sup>3</sup> = B4) terhadap campuran beton adalah komposisi yang paling optimum karena dapat menghasilkan kekuatan tekan 2,6 % dan lentur 1,6 % lebih besar dibandingkan beton normal, tetapi tidak signifikan.

### Saran

1. Disarankan untuk membuat benda uji berupa pelat sebagai pembanding terhadap hasil studi yang sudah dilakukan ;
2. Cara penambahan serat ke dalam campuran sebaiknya dibuat bertahap agar terjadi campuran homogen.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing Materials. 2004. *Standard test method for Flexural toughness of Fiber reinforced concrete (using centrally loaded round panel)*. ASTM C 1550. *Book of Standard, volume 04.02*. Conshohocken: ASTM
- International Organization for Standardization. 2009. *Elasto Plastic Concrete*. <http://www.elastoplastic.com> (Accessed July 23<sup>rd</sup>, 2010)
- Japan Engineering Consultants. 2008. *Manual Pekerjaan Jalan dan Jembatan. Concrete Testing Manual*. Seri Pengujian Bahan Beton. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Technologies in Structural Engineering*. 2009. Test Certificated for ASTM C-1550. Australia: TSE