

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN *STELL FIBER* TERHADAP UJI KUAT TEKAN, TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR PADA CAMPURAN BETON MUTU f'_c 25 MPa

Sukismo¹⁾, Djoko Goetomo²⁾, Gatot Setya Budi²⁾

Abstark

Dewasa ini pemakaian beton sangat berkembang pesat pada kegiatan konstruksi, dikarenakan beton memiliki kelebihan mudah dibentuk sesuai keinginan, memiliki kuat tekan yang baik dan lain – lain. Tetapi beton memiliki kelemahan pada sifat yang getas dan kuat tarik yang rendah, sehingga konstruksi beton diberi tulangan untuk mengatasi pada bagian tarik. Maka diperlukan beton khusus untuk meningkatkan kuat tarik maupun kuat lentur yaitu beton serat. Beton serat adalah beton dengan bahan tambah serat. Dalam penelitian ini campuran beton menggunakan bahan tambah serat baja, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton pada umumnya dan khususnya pada kuat tarik belah dan kuat lentur.

Serat baja menggunakan *stell fiber* 3G produk Dramix dengan diameter 0,75 mm dan panjang 60 mm aspek *rasio* 80. Pengujian ini meliputi pada kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur. Untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sedangkan kuat lentur menggunakan benda uji balok dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm. Benda uji terdiri dari sembilan buah silinder dan tiga buah balok untuk masing - masing variasi. Penelitian ini menggunakan 4 variasi, beton normal (N), beton normal ditambah serat baja 10 kg per m³ (SF1), beton normal ditambah serat baja 20 kg per m³ (SF2), beton normal ditambah serat baja 30 kg per m³ (SF3).

Dari pengujian *slump* dapat disimpulkan tidak ada perubahan berarti dalam penggunaan serat baja. Dan dari pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur di dapatkan nilai optimum pada beton normal ditambah 30 kg per m³ (SF3). Pada kuat tekan terjadi peningkatan sebesar 19,23% dibandingkan beton normal (N), sedangkan pada kuat tarik belah terjadi peningkatan sebesar 28,85% dibandingkan beton normal (N), dan pada kuat lentur terjadi peningkatan sebesar 37,99% dibandingkan beton normal (N).

Kata Kunci: Beton serat, *stell fiber*, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur.

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT Untan
2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT Untan

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan beton semakin maju dan semakin inovatif dalam pembangunan konstruksi. Beton mempunyai kuat tekan yang tinggi tetapi kekuatan tariknya rendah sehingga diberikan baja tulangan untuk memperbaiki kuat tarik beton tersebut tetapi masih sering muncul retak - retak halus di dekat tulangan. Dengan sebuah rancangan khusus, kuat tarik beton dapat di tingkatkan dengan penambahan bahan tambah, salah satunya dengan serat baja. Pada saat ini telah banyak dilakukan pengembangan beton dengan menggunakan serat baja untuk memperbaiki sifat tarik beton.

Dikarenakan beton normal mempunyai kekuatan tarik yang rendah maka banyak penelitian yang dilakukan untuk memperbaiki kuat tariknya yaitu dengan beton serat. Beton serat adalah beton yang ditambah dengan bahan tambah serat disebut beton serat, karena ditambah serat maka menjadi komposit yang terdiri dari beton dan serat. Serat dapat berupa plastik, gelas/kaca, asbestos, baja atau dengan serat tumbuhan seperti ijuk, jerami dll.

1.2. Beton Serat Baja

Definisi beton serat baja ialah beton yang terdiri dari semen hidrolis, termasuk agregat kasar, agregat halus ditambah dengan serat baja. Ide dasar penambahan serat adalah memberikan tulangan pada campuran beton serat yang dengan disebarkan secara merata untuk mencegah retak rambut yang terjadi akibat pembebanan (Soroushian dan Bayashi; 1992). Beton serat baja ini diharapkan dapat memperbaiki kuat tarik beton sehingga dapat meningkatkan mutu beton baik dari segi *durability*, *daktality* dan yang lainnya. Serat baja menggunakan *rasio* 80 dengan panjang 60mm, diameter 0,75mm, *young's modulus* $\pm 210.000 \text{ N/mm}^2$ dan *tensile strength* $1,225 \text{ N/mm}^2 \pm 7,5\%$.

Dengan perhitungan *Mix Design* menggunakan SNI 03 2834 2000. Yang fokus pada masalah kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik belah.

Tabel 1. Hasil Analisa Material

No	Kode	Semen (kg)	Air (kg)	Material			Dramix (kg)
				Halus (kg)	Kasar 20 mm (kg)	Kasar 40 mm (kg)	
1	N	363	175	884	619	364	-
2	SF 1	363	175	884	619	364	10
3	SF 2	363	175	884	619	364	20
4	SF 3	363	175	884	619	364	30

2. METODE PENELITIAN

Perhitungan menggunakan metode SNI 03 2834 2000, dengan target *strength* sebesar 29,92 MPa. Menggunakan semen merk Holcim dengan berat jenis 3,14. Agregat kasar menggunakan agregat gabungan dari ukuran butir maksimum 20mm dan butir maksimum 40mm yang berasal dari daerah Paniraman, agregat halus berasal dari daerah Pontianak, sedangkan serat baja menggunakan merk Dramix tipe 3D. Pada agregat kasar maupun agregat halus didapat hasil seperti tercantum di tabel 1 dibawah berikut:

Tabel 2. Komposisi Campuran

Uraian	Pasir	Batu Split A (63%)	Batu Split B (37%)	Batu Split A+B
FM	3,285	6,646	7,959	7,135
Penyerapan	0,2	0,776	0,335	0,613
Berat Jenis (SSD)	2,607	2,664	2,672	2,667
Berat Volume (Kg/m^3)	1,54	1,66	1,58	1,643
Abrasi (%)	-	20,16	18,86	19,675

Dan dari perhitungan *mix design* menggunakan metode SNI 03 2834 2000 didapatkan komposisi beton dengan rincian sebagai tercantum di tabel 2 berikut:

Keterangan :

- N = Beton normal
- SF 1 = Beton normal + 10 kg/m³
- SF 2 = Beton normal + 20 kg/m³
- SF 3 = Beton normal + 30 kg/m³

Dan dilakukan pengetesan pada umur 28 hari untuk kuat tekan, kuat tarik belah pada benda uji silinder diameter 150mm dan tinggi 300mm dan kuat lentur pada benda uji balok dengan ukuran 150mm x 150mm dan panjang 600mm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian beton segar tercantum pada tabel 3, Hasil pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) pada adukan beton, pada beton normal didapat hasil *slump* 10, sedangkan pada beton SF 1 dan SF 2 didapat hasil *slump* 9 dan pada SF 3 didapat *slump* 8.

Terlihat kecendrungan adanya penurunan *slump* pada beton serat seiring makin tingginya persentase pemakaian serat baja walaupun tidak signifikan. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan luas permukaan disebabkan adanya tambahan material berupa serat baja.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Slump*

No	Kode Benda uji	Tanggal Pembuatan	<i>Slump</i>
1	N	25 agustus 15	10
2	SF 1	25 agustus 15	9
3	SF 2	26 agustus 15	9
4	SF 3	26 agustus 15	8

Keterangan :

- N = Beton normal
- SF 1 = Beton normal + 10 kg/m³
- SF 2 = Beton normal + 20 kg/m³
- SF 3 = Beton normal + 30 kg/m³

3.1 Kuat Tekan

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain lekatan pasta pada agregat, kekuatan bahan penyusun campuran beton dan komposisi bahan penyusun. Sifat kuat tekan

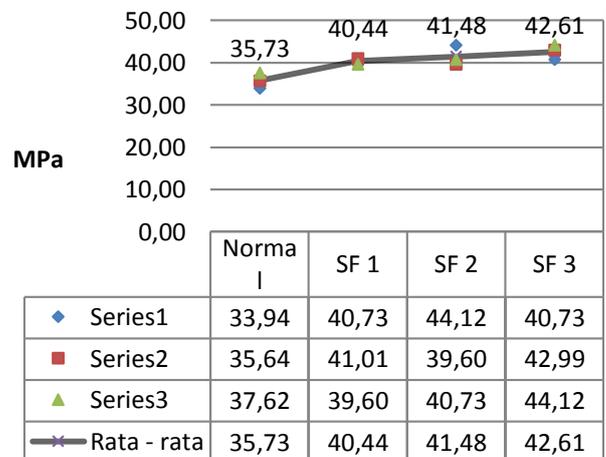
terlihat sangat dominan pada beton. Hasil pengujian kuat tekan tercantum pada tabel 4

Tabel 4. Hasil Kuat Tekan Beton

Kuat Tekan					
No	Kode	Beban	Kuat tekan	Kuat tekan Rata-rata	Persentase terhadap beton normal
		P	MPa		
				MPa	%
1	N	600	33.94	35.73	100.00%
2	N	630	35.64		
3	N	665	37.62		
4	SF 1	720	40.73	40.44	113.19%
5	SF 1	725	41.01		
6	SF 1	700	39.6		
7	SF 2	780	44.12	41.48	116.09%
8	SF 2	700	39.6		
9	SF 2	720	40.73		
10	SF 3	720	40.73	42.61	119.26%
11	SF 3	760	42.99		
12	SF 3	780	44.12		

Keterangan :

- N = Beton normal
- SF 1 = Beton normal + 10 kg/m³ serat baja
- SF 2 = Beton normal + 20 kg/m³ serat baja
- SF 3 = Beton normal + 30 kg/m³ serat baja

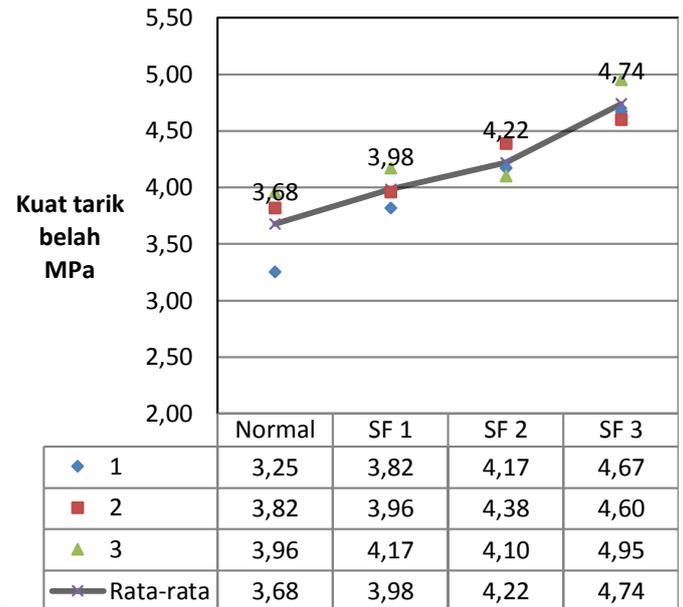


Gambar 1. Kuat Tekan Beton

Pada gambar 1 terlihat jelas adanya peningkatan terhadap kuat tekan dari beton normal dengan beton serat baja. Untuk benda uji SF 1, adanya peningkatan sebesar 13,18% dari 35,73 MPa menjadi 40,44 MPa, sedangkan terhadap benda uji SF 2 terjadi peningkatan sebesar 16,09% dari 35,73 MPa menjadi 41,48 MPa dan terhadap benda uji SF 3 terjadi peningkatan sebesar 19,32% dari 35,73 MPa menjadi 42,61 MPa.

3.2 Kuat Tarik Belah

Sifat beton yang getas dapat diperbaiki dengan penambahan serat, karena serat dapat menahan retak - retak yang terjadi pada beton. Serat ini menahan dengan tiga cara yaitu: dengan kekuatan serat itu sendiri, lekatan antara serat dengan mortar dan bentuk serat itu sendiri. Dan hasil pengujian kuat tarik belah tercantum pada tabel 5



Gambar 2. Kuat Tarik Belah

Tabel 5. Hasil Kuat Tarik Belah Beton

Kuat Tarik Belah					
No	Kode	Beban	Kuat tarik	Kuat tarik Belah rata-rata	Persentase terhadap beton normal
		P	Belah		
		Kn	Mpa		
		d	e=2d/p.c.d	MPa	%
1	N	230	3.25	3.68	100.00%
2	N	270	3.82		
3	N	280	3.96		
4	SF 1	270	3.82	3.98	108.33%
5	SF 1	280	3.96		
6	SF 1	295	4.17		
7	SF 2	295	4.17	4.22	114.74%
8	SF 2	310	4.38		
9	SF 2	290	4.1		
10	SF 3	330	4.67	4.74	128.85%
11	SF 3	325	4.6		
12	SF 3	350	4.95		

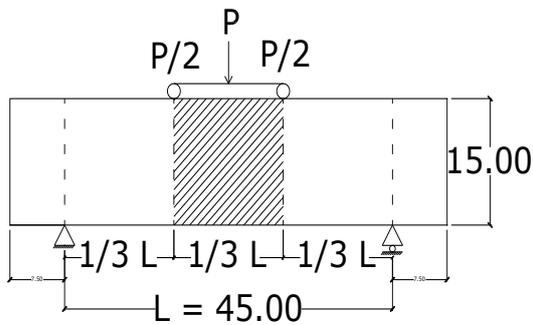
Keterangan :

- N = Beton normal
- SF 1 = Beton normal + 10 kg/m³ serat baja
- SF 2 = Beton normal + 20 kg/m³ serat baja
- SF 3 = Beton normal + 30 kg/m³ serat baja

Pada grafik 2 terlihat jelas adanya peningkatan terhadap kuat tekan dari beton normal dengan beton serat baja. Untuk benda uji SF 1, adanya peningkatan sebesar 8,33% dari 3,68 MPa menjadi 3,98 MPa, sedangkan terhadap benda uji SF 2 terjadi peningkatan sebesar 14,74% dari 3,68 MPa menjadi 4,22 MPa dan terhadap benda uji SF 3 terjadi peningkatan sebesar 28,85% dari 3,68 MPa menjadi 4,74 MPa. Pada tabel 5 terlihat kecenderungan adanya peningkatan berat benda uji berbanding lurus dengan pemakaian serat baja, hal ini terjadi karena berat serat baja yang lebih berat daripada bahan pengisi lainnya.

3.3. Kuat Lentur

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Dibawah ini rumus kuat lentur sesuai SNI 03 - 4431 - 1997 Sub Bab 2.2.3 apabila bidang retak berada di 1/3 bentang tengah (a) dengan dua beban:



Gambar 3. Ilustrasi posisi balok pada saat pengujian kuat lentur

$$Fr = \frac{PL}{bh^2}$$

Dimana: Fr = Kuat lentur (MPa)
P = Beban maksimum (kN)
L = Panjang benda uji (mm)
b = Lebar benda uji (mm)
h = Tinggi benda uji (mm)

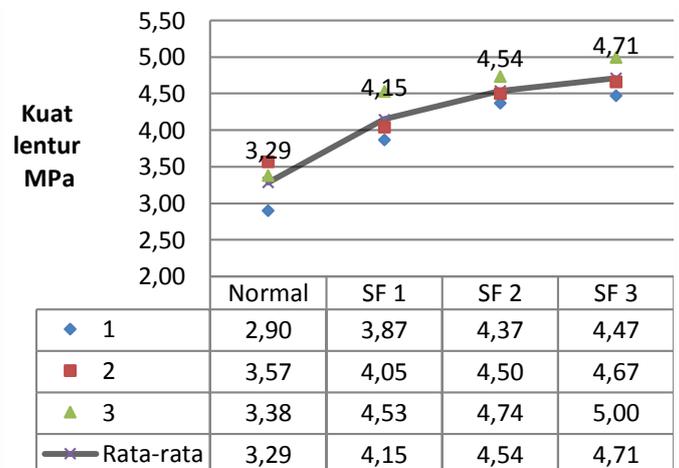
Dimana pada no 1 beton normal yang mendapatkan P sebesar 27 kN maka dengan rumus diatas didapat hasil sebesar 2,90 MPa. Adapun data dan hasil analisa pengujian kuat lentur selanjutnya adalah sebagai mana yang tertera di tabel ini:

Tabel 6. Hasil Kuat Lentur

Kuat Lentur					
No	Kode	Beban	Kuat	Kuat Lentur rata-rata	Persentase terhadap beton normal
		P	Lentur		
		Kn	Mpa	MPa	%
1	N	27	2.90	3.29	100.00%
2	N	29	3.57		
3	N	30	3.38		
4	SF 1	30	3.87	4.15	126.28%
5	SF 1	32	4.05		
6	SF 1	34	4.53		
7	SF 2	33	4.37	4.54	138.06%
8	SF 2	34	4.50		
9	SF 2	36	4.74		
10	SF 3	34	4.47	4.71	143.43%
11	SF 3	35	4.67		
12	SF 3	38	5.00		

Keterangan:

N = Beton normal
SF 1 = Beton normal + 10 kg/m³ serat baja
SF 2 = Beton normal + 20 kg/m³ serat baja
SF 3 = Beton normal + 30 kg/m³ serat baja



Gambar 4. Kuat Lentur

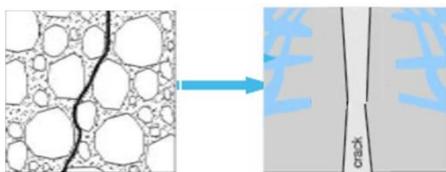
Dari hasil pengujian kuat lentur, dapat diketahui bahwa penambahan serat baja

memberikan pengaruh yang positif untuk kuat lentur, pada saat pengujian kuat lentur beton normal langsung patah menjadi dua sesaat menerima beban maksimum dan adanya suara yang keras sedangkan pada beton serat baja tidak patah, masih dapat menahan beban walaupun tidak maksimum pada saat di lakukan pembebanan ulang.

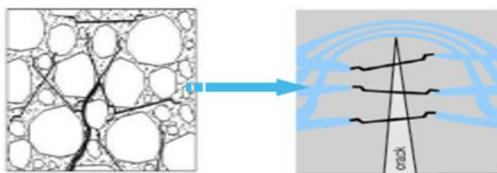
Pada gambar 3 terlihat jelas adanya peningkatan terhadap kuat tekan dari beton normal dengan beton serat baja. Untuk benda uji SF 1, adanya peningkatan sebesar 26,14% dari 3,29 MPa menjadi 4,15 MPa, sedangkan terhadap benda uji SF 2 terjadi peningkatan sebesar 37,99% dari 3,29 MPa menjadi 4,54 MPa dan terhadap benda uji SF 3 terjadi peningkatan sebesar 43,16% dari 3,29 MPa menjadi 4,71 MPa.

Pada tabel 6 terlihat kecenderungan adanya peningkatan berat sample berbanding lurus dengan pemakaian serat baja, hal ini terjadi karena berat serat baja yang lebih berat daripada bahan pengisi lainnya.

Adanya kenaikan pada kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur pada beton serat disebabkan karena adanya pengaruh ikatan beton dengan bahan tambah yang berupa serat baja seperti yang tertera pada gambar di bawah ini:



Gambar 5. Ilustrasi retak pada beton normal



Gambar 6. Ilustrasi retak pada beton serat

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap beton mutu $f'c$ 25 MPa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Penambahan serat baja dapat mengurangi *workability* walaupun tidak terlalu signifikan pada beton mutu normal.

Penambahan serat baja dapat meningkatkan kuat tekan. Kuat tekan Pada benda uji SF 1 terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 13,19%, sedangkan pada benda uji SF 2 terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 16,09%, dan pada benda uji SF 3 terjadi peningkatan kuat tekan optimum sebesar 19,26%.

Penambahan serat baja dapat meningkatkan kuat tarik belah. Kuat tarik belah pada benda uji SF 1 terjadi peningkatan sebesar 8,33%, sedangkan pada benda uji SF 2 terjadi peningkatan sebesar 14,74% dan pada pada benda uji SF 3 terjadi peningkatan kuat tarik belah optimum sebesar 28,85%.

Penambahan serat baja dapat meningkatkan kuat lentur. Kuat lentur pada benda uji SF 1 terjadi peningkatan sebesar 26,28%, sedangkan pada benda uji SF 2 terjadi peningkatan sebesar 38,06% dan pada benda uji SF 3 terjadi peningkatan kuat lentur optimum sebesar 43,43%.

5. DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 211, 1993, *Guide for Selecting Proportions for High – Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash*, Report : ACI 211.4R – 93

Anonim, SNI 03 – 2834 – 2000, *Metode Perhitungan Campuran Beton*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*, Penerbit Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum Dan Tenaga Listrik, Bandung

Anonim, SNI 03 – 2874 – 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Bandung

Anonim, SNI 03 – 2834 – 2000, **Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal**, Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian Dan pengembangan, Jakarta

Ariatama, Ananta . **Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat**. Universitas Diponegoro. 2007

ASTM, 2002, **Concrete and Aggregate**, Annual Book of ASTM Standards 2002, Vol. 04.02, American Society for Testing and Materials, Philadelphia

Mulyono, Tri, (2003), **Teknologi Beton**, Andi, Yogyakarta

Naaman, A.E., Najm, H., 1991, **Bond – Slip Mechanisms Of Steel Fibers In Concrete**, ACI Materials Journal, V. 88, No. 2, March – April 1991

Samekto, W, 2001, **Teknologi Beton**, Penerbit Kanisius, Yogyakarta

Soroushian, P., Bayasi, Z., 1991, **Fiber - Type Effects On The Performance Of Steel Fiber Reinforced Concrete**, ACI Materials Journal, V. 88, No. 2, March - April 1991

Tjokrodimulyo, K., 2004, **Teknologi Beton**, Penerbit Nafiri, Jakarta