

# PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BENDRAT DAN ABU SEKAM PADI TERHADAP PERMEABILITAS, PENETRASI DAN ABRASI BETON

Dika Mafaza<sup>1)</sup>, Slamet Prayitno<sup>2)</sup>, Sunarmato<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2),3)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: [Mafazad88@gmail.com](mailto:Mafazad88@gmail.com)

## Abstract

*Fibers concrete is defined as concrete made from a mixture of cement, aggregates, water, and a number of randomly distributed fibers. The principle of the addition of fibers spread evenly into the concrete with a random orientation to prevent premature cracking of concrete in the area of the attraction due to heat of hydration or due to loading. Materials added rice husk ash is expected to add to the quality of the concrete, as is rice husk ash as pozzolan. This study aimed to compare the normal concrete with concrete steel fiber and rice husk ash in terms of Permeability, Penetration And Abrasion Of Concrete. The reaseared used experimental method that is carried out in the laboratory Material of UNS. The specimen used are concrete cylinders with diameter of 15 cm and a height of 30 cm for testing compressive strength, 7.5 cm x 15 cm for permeability and penetration testing. Each test specimen consists of 3 pieces to one variety. Concrete without the addition of fiber and rice husk ash, concrete with the addition of rice husk ash as much as 10% of the weight of cement used and the percentage of fiber used is 0%; 0.5%; 1%; 1.5%; and 2%. These results showed that the addition of bendrat fiber content of 1% resulted in an increase in compressive strength, coefficient permeabiliatas, and penetration of concrete, respectively for 21.82%; 41.87%; and 31.67% of the concrete without addition bendrat fiber and rice husk ash.*

**Keywords:** Concrete, Steel Fiber, Rice Husk Ash, permeability, penetration.

## Abstrak

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari campuran semen, agregat, air, dan sejumlah serat yang disebar secara random. Prinsip penambahan serat yang disebar merata kedalam adukan beton dengan orientasi random untuk mencegah terjadinya retakan beton yang terlalu dini di daerah tarik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Bahan tambah abu sekam padi diharapkan dapat menambah mutu beton, karena abu sekam padi bersifat seperti *pozzolan*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan beton normal dengan beton berserat bendrat dan abu sekam padi ditinjau dari kuat desak, permeabilitas, penetrasi dan abrasi beton. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan, 7,5 cm x 15 cm untuk pengujian permeabilitas dan penetrasi Beton. Benda uji masing-masing berjumlah 3 buah untuk 1 variasi. Beton tanpa penambahan serat dan abu sekam padi, beton dengan penambahan abu sekam padi sebanyak 10% dari berat semen yang digunakan, dan Persentase serat yang digunakan adalah 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kadar serat bendrat dari 1% menghasilkan peningkatan kuat tekan, koefisien permeabilitas dan penetrai beton berturut-turut sebesar 21,82%; 41,87% dan 31,67% dari beton tanpa penambahan serat bendrat dan abu sekam padi.

**Kata kunci:** Beton, Serat Bendrat, Abu Sekam Padi, Permeabilitas, Penetrasi, Abrasi.

## PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi paling banyak digunakan pada saat ini, karena dipandang memiliki beberapa kelebihan dibanding bahan-bahan konstruksi lain. Kelebihan utama beton adalah kemampuan menahan gaya tekan yang tinggi. Untuk menambah kualitas beton guna meningkatkan mutu beton dan memiliki sifat-sifat yang lebih baik, diperlukan penelitian beton dengan penambahan beberapa bahan tambah. Dalam penelitian ini menggunakan serat bendrat dan abu ekam padi.

Pemakaian serat baja sebagai bahan campuran pada adukan beton untuk struktur bangunan belum banyak dikenal dan jarang digunakan di Indonesia. Hal tersebut disebabkan karena serat baja yang dimaksud sulit didapatkan karena keberadaannya harus mendatangkan dulu dari luar negeri sehingga sangat tidak ekonomis. Dalam penelitian ini digunakan kawat bendrat dan abu ekam padi. Kawat bendrat merupakan material terpilih karena disamping mempunyai faktor-faktor prinsip penguat beton. Kawat bendrat juga merupakan bahan yang mudah diperoleh (Insafman Gea, 2011).

Abu sekam padi merupakan hasil dari sisa pembakaran sekam padi. Abu sekam padi tergolong sebagai bahan *pozzolan* alami (*natural pozzolan*) yang mengandung senyawa silika (SiO<sub>2</sub>). *Pozzolan* tersebut tidak memiliki peran sebagai perekat seperti semen, akan tetapi dalam kondisi halus jika bereaksi dengan air dan kapur pada suhu normal akan menjadi suatu massa padat yang tidak dapat larut dalam air (Tjokrodimuljo, 1996).

Permeabilitas beton adalah kemudahan cairan atau gas untuk melewati beton (A.M.Neville & J.J Brooks, 1987). Permeabilitas juga diartikan sifat dapat dilewati/dimasuki zat cair atau gas. Beton yang baik adalah beton yang relatif tidak bisa dilewati air/gas, atau dengan kata lain mempunyai permeabilitas yang rendah. Menurut *Murdock (1979)*, beton tidak bisa kedap air secara sempurna. Permeabilitas penting untuk diketahui karena berhubungan erat dengan durabilitas beton.

## TINJAUAN PUSTAKA

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari campuran semen, agregat, air dan sejumlah serat yang disebar secara random. Prinsip penambahan serat adalah memberi tulangan pada beton yang disebar merata kedalam adukan beton dengan orientasi random untuk mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini di daerah tarik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan (Soroushian dan Bayasi, 1987). Menurut Kardiyono Tjokrodimujo (1996), bahan tambahan dapat berupa bahan kimia, pozolan dan serat. Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fibre reinforced concrete*). Serat pada umumnya berupa batang dengan diameter anatara 5-500  $\mu\text{m}$  (mikrometer) dengan panjang 25 mm -100 mm. Serat dapat berupa asbestos, gelas/kaca, plastik, baja, serat tumbuhan. Serat dalam beton berguna untuk mencegah adanya retak-retak pada beton sehingga menjadikan beton serat lebih daktil daripada beton biasa.

Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen pada beton kinerja tinggi berpengaruh pada kuat tekan. Kuat tekan beton kinerja tinggi mengalami peningkatan dan penurunan akibat penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen. Peningkatan kuat tekan beton kinerja tinggi terjadi pada penggunaan abu sekam padi sebesar 2,5% , 5% , 7,5% , dan 10%. Kuat tekan maksimal terjadi pada penggunaan abu sekam padi sebesar 10% dari berat semen yaitu 101,07 MPa, lebih besar dari kuat tekan beton (Sri Raharja, 2013).

Pada penelitian yang dilakukan oleh A. Pujianto (2010) untuk penambahan abu sekam padi pada beton yaitu semakin besar kadar abu sekam padi semakin menurun nilai *slump*nya, hal tersebut diakibatkan karena abu sekam padi lebih banyak menyerap air jika dibandingkan dengan semen, sehingga adukan menjadi lebih kering yang kemudian mempengaruhi nilai *slump* beton segar menjadi semakin rendah sesuai dengan kadar abu sekam padi yang ditambahkan.

### Kuat Desak Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh (Tjokrodimulyo, 1996). Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan perhitungan :

$$f_c = \frac{P}{A} \left( \frac{N}{\text{mm}^2} \right) \quad (1)$$

dengan :

$f_c$ : Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji (MPa).

P: beban maksimum (N)

A: Luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

### Permeabilitas dan penetrasi beton

Nilai penetrasi pada beton ditentukan oleh besarnya nilai permeabilitas beton. Permeabilitas adalah sifat dapat dilewati/dimasuki zat atau gas, jadi permeabilitas adalah kemudahan cairan atau gas untuk melewati beton. Beton yang baik adalah yang relatif tidak bisa dilewati oleh zat/gas, atau dengan kata lain mempunyai permeabilitas yang rendah. Menurut (Murdock, 1991), beton tidak bisa kedap air secara sempurna.

Permeabilitas beton dapat pula diekspresikan sebagai koefisien permeabilitas K, yang dievaluasi berdasarkan hukum Darcy sebagai berikut :

$$dV = A' (h) \quad (2)$$
$$Q = k \cdot A \cdot \frac{h}{L}$$

Dengan kombinasi dan integrasi persamaan diatas didapat :

$$K = \left( \frac{A'}{A t} \right) \ln \left( \frac{h_0}{h_i} \right) \quad (3)$$

Dengan : V : Volume total yang diserap sampel ( $\text{m}^3$ )

$A'$  : Luas penampang pipa ( $\text{m}^2$ )

h : Tinggi air dalam pipa (m)

Q : Kecepatan aliran air ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )

A : Luas penampang sampel (m)

L : Ketebalan penetrasi air (m)

K : Koefisien permeabilitas air (m)

$H_0$  : Tinggi air mula-mula (m)

$H_i$  : tinggi air akhir (m)

t : waktu pengaliran (detik)

Nilai permeabilitas maksimum yang dianjurkan standar SNI adalah sebesar  $1,5E - 11 \text{ m/dt}$  ( $4,8E-11 \text{ ft/dt}$ ).

## METODELOGI PENELITIAN

Metode yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variabel-

variabel yang diselidiki. Pada penelitian ini eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji beton. Setelah pengujian bahan yang dilakukan memenuhi standar persyaratan, maka dilanjutkan dengan membuat benda uji. Benda uji akan diuji dengan uji kuat tekan, penetrasi dan permeabilitas. Pengujian penetrasi menggunakan silinder 7,5 cm x 15 cm, pengujian abrasi menggunakan setengah bola beton dengan diameter 10 cm x 5 cm dengan variasi persentase serat bendrat 0%; 0,5%; 1%; 1,5%, dan 2% dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Jumlah dan Kode Benda Uji Permeabilitas dan Penetrasi

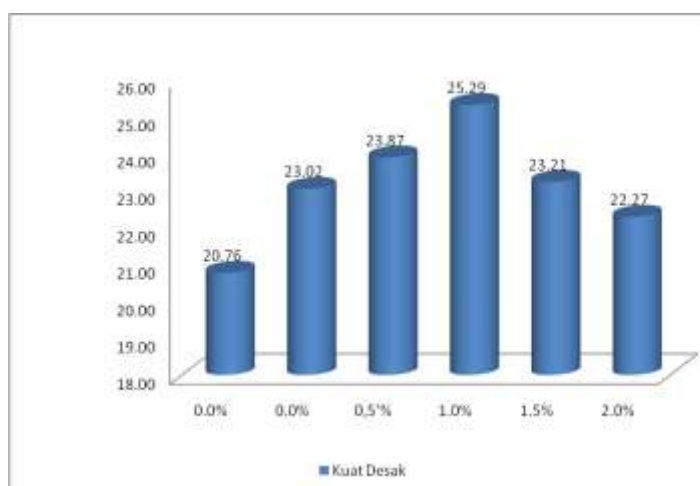
No	Kode Benda Uji	Kadar Serat Bendrat	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	N	0	0	3
2	S	0	10	3
3	SB 0,5%	0,5	10	3
4	SB 1%	1	10	3
5	SB 1,5%	1,5	10	3
6	SB 2%	2	10	3

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kuat tekan beton pada benda uji silinder pada umur 28 hari disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton.

No	Kadar Serat (%)	Kadar Sekam (%)	Kode Benda Uji	No Benda Uji	A (mm <sup>2</sup> )	Pmaks (N)	f <sub>c</sub> (Mpa)
1	0	0	N	1	17662.50	370000	20.95
				2	17662.50	365000	20.67
				3	17662.50	365000	20.67
				Rerata		366667	<b>20.76</b>
2	0	10	S	1	17662.50	395000	22.36
				2	17662.50	415000	23.50
				3	17662.50	410000	23.21
				Rerata		406667	<b>23.02</b>
3	0.5	10	SB 0.5 %	1	17662.50	415000	23.50
				2	17662.50	425000	24.06
				3	17662.50	420000	23.78
				Rerata		420000	<b>23.78</b>
4	1.0	10	SB 1,0 %	1	17662.50	445000	25.19
				2	17662.50	455000	25.76
				3	17662.50	440000	24.91
				Rerata		446667	<b>25.29</b>
5	1.5	10	SB 1.5 %	1	17662.50	405000	22.93
				2	17662.50	410000	23.21
				3	17662.50	415000	23.50
				Rerata		410000	<b>23.21</b>
6	2.0	10	SB 2.0 %	1	17662.50	375000	21.23
				2	17662.50	420000	23.50
				3	17662.50	390000	22.08
				Rerata		395000	<b>22.27</b>

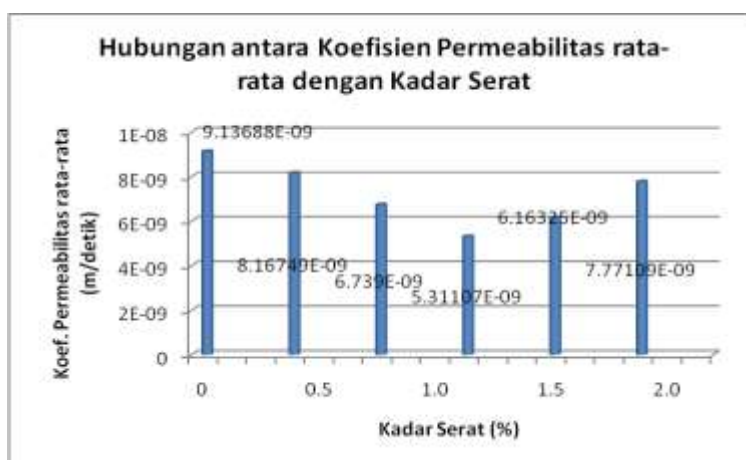


Gambar 1. Diagram Hubungan Kuat Desak Beton Normal dengan % Serat Bendrat dan Abu Sekam Padi.

### Hasil Pengujian koefisien permeabilitas

Tabel 5. Hasil Pengujian Koefisien permeabilitas

Kode Benda Uji	Kadar Serat (%)	Penetrasi	h <sub>0</sub> (m)	H <sub>i</sub> (m)	t (detik)	D' (m)	A' (m)	D (m)	A (m)	Koefisien Permeabilitas	Koefisien Rata-Rata
N	0	0.042	0.7	0.635	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	9.90435E-09	9.14E-09
		0.039	0.7	0.641	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	8.30939E-09	
		0.039	0.7	0.635	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	9.1969E-09	
S	0	0.038	0.7	0.639	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	8.38368E-09	8.17E-09
		0.037	0.7	0.636	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	8.58438E-09	
		0.036	0.7	0.642	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	7.53442E-09	
SB 0,5	0,5	0.032	0.7	0.644	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	6.45641E-09	6.74E-09
		0.031	0.7	0.641	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	6.6049E-09	
		0.033	0.7	0.64	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	7.1557E-09	
SB 1	1	0.028	0.7	0.645	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	5.54424E-09	5.31E-09
		0.027	0.7	0.647	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	5.14396E-09	
		0.027	0.7	0.646	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	5.24501E-09	
SB 1,5	1,5	0.029	0.7	0.642	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	6.06939E-09	6.16E-09
		0.03	0.7	0.643	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	6.1657E-09	
		0.031	0.7	0.644	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	6.25465E-09	
BS 2	2	0.037	0.7	0.64	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	8.02305E-09	7.77E-09
		0.038	0.7	0.639	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	8.38368E-09	
		0.033	0.7	0.642	3600	0.007	0.000038465	0.075	0.00442	6.90655E-09	

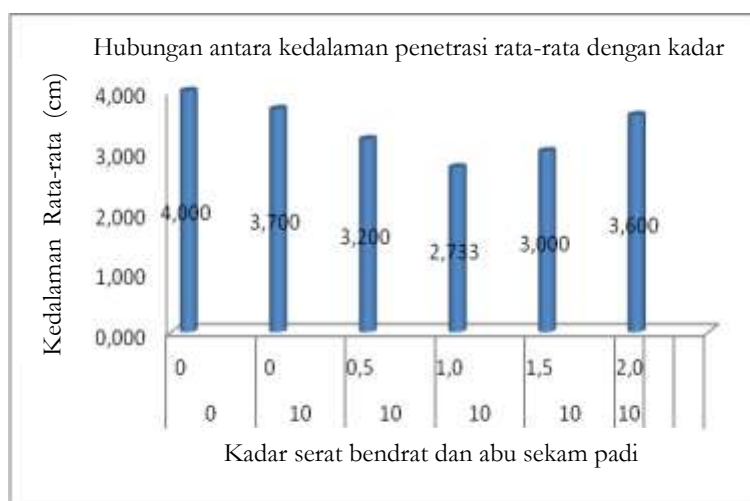


Gambar 2. Diagram Diagram Hubungan antara Koefisien Permeabilitas Rata-rata dengan Kadar Serat dan Abu Sekam Padi.

### Hasil Pengujian dan Pembahasan Penetrasi

Tabel 6. Hasil Pengujian Penurunan Penetrasi

Kode Benda Uji	Abu Sekam Padi (%)	Kadar Serat (%)	Air Dalam Selang		Penurunan Setelah 1 Jam	Kedalaman Penetrasi	Kedalaman Rata-Rata
			Awal (cm)	Akhir (cm)	(cm)	(cm)	(cm)
N	0	0	70	63.5	6.5	4.2	4.000
			70	64.1	5.9	3.9	
			70	63.5	6.5	3.9	
S	10	0	70	63.9	6.1	3.8	3.700
			70	63.6	6.4	3.7	
			70	64.2	5.8	3.6	
SB 0,5	10	0,5	70	64.4	5.6	3.2	3.200
			70	64.1	5.9	3.1	
			70	64	6.0	3.3	
SB 1	10	1,0	70	64.5	5.5	2.8	2.733
			70	64.7	5.3	2.7	
			70	64.6	5.4	2.7	
SB 1,5	10	1,5	70	64.2	5.8	2.9	3.000
			70	64.3	5.7	3	
			70	64.4	5.6	3.1	
SB 2	10	2,0	70	64	6	3.7	3.600
			70	63.9	6.1	3.8	
			70	64.2	5.8	3.3	



Gambar 3. Diagram Hubungan antara Kedalaman Penetrasi Rata-rata dengan Kadar Serat dan Abu Sekam Padi.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

a. Kuat Desak.

Nilai optimum kuat desak pada beton terjadi pada penambahan serat bendrat sebesar 1 % dan abu sekam padi 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 25,29 MPa

b. Koefisien Permeabilitas.

Pada pengujian koefisien permeabilitas dengan penambahan serat bendrat dan abu sekam padi dengan kode benda uji N; S; SB 0%; SB 0,5%; SB 1%; SB 1,5 %; dan SB 2% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 9.14E-09 m/detik; 8.17E-09 m/detik; 6.74E-09 m/detik; 5.31E-09 m/detik; 6.16E-09 m/detik dan 7.77E-09 m/detik.

c. Penetrasi

untuk pengujian penetrasi didapat kedalaman penetrasi dengan penambahan serat bendrat dan abu sekam padi dengan kode benda uji N; S; SB 0%; SB 0,5%; SB 1%; SB 1,5%; dan SB 2% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 4.00 cm, 3.70 cm, 3.20 cm, 2.73 cm, 3.00 cm dan 3.60 cm

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Ir. Slamet Prayitno, MT. dan Ir. Sunarmasto, MT. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

## REFERENSI

- Anonim, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian Pengembangan P.U. Bandung.
- ASTM C 33-74a. *American Society For Testing and Materials*. 1918. *Concrete and Material Agregates (including Manual of Agregates and Consrete Testing)*. Philadelphia: ASTM Philadelphia.
- Bambang, Suhendro. 1991. *Pengaruh Fiber Kawat pada sifat-sifat beton dan beton bertulang*. Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta.
- Eddy, Purwanto. 2011. *Pengaruh Prosentase Penambahan Serat Terhadap Kuat tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan*, Program S1 Teknik Sipil, Universitas Lampung.
- Insafman, Gea. 2011. *Pengaruh Susunan Lapisan Kawat Terhadap Kuat Tekan Serta Beberapa Sifat Fisis Beton*, Program S1 Fisika. Universita Andalas Padang.
- Kardiyono, Tjokrodinuljo, 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri. Yogyakarta.
- Murdock, L.J dan K.M Brook (Terjemahan : Stephanus Hendarko). 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga. Jakarta.
- Neville, AM. 1999. *Properties of Concrete*. Fourth and Final Edition. Pearson Education Limited. England.
- Neville and Brooks. 1987. *Concrete Technology*. Fourth and Final Edition. Pearson Education Limited. England.
- Paul, Nugraha. 2007. *Teknologi Beton*. Andi press. Yogyakarta.
- Sri, Raharja. 2013. *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi*. Skripsi Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Soroushian and Bayasi, Z. 1987. *Concept of Fiber Reinforced Concrete, Proceeding of The International Seminar on Fiber Reinforced Concrete*. Michigan State University. Michigan.