

## PENAMBAHAN FIBRE STEEL PADA CAMPURAN BETON

(Tinjauan Terhadap Kuat Tekan Pada Umur Beton 3 Hari)

**Budi Witjaksana<sub>1</sub>**

<sub>1</sub>Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
email : budiwitjaksana@untag-sby.ac.id

### Abstrak

Beton berserat adalah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat, pada penelitian ini digunakan bahan serat berupa fibre steel produksi PT. BEKAERT berasal dari negara Belgia, yang merupakan perusahaan terkemuka di dunia dalam bidang teknologi di kawat baja transformasi dan coating teknologi. Spesifikasi fibre steel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Dramix®3D, Material properties : Tensile strength:  $R_{m,nom} : 1.345 \text{ N/mm}^2$ , Tolerances:  $\pm 7,5\%$  Avg, Young's Modulus:  $\pm 210.000 \text{ N/mm}^2$ , Geometry Fibre family Length (l) 35 mm, Diameter (d) 0,55 mm, Aspect ratio (l/d) 65. Hasil Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai konsentrasi serat fibre steel optimum yang menghasilkan nilai kuat tekan dengan komposisi serat 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10 %, serta perbandingan nilai ekonomis dari beton tanpa campuran dan beton dengan campuran serat fibre steel. Benda uji yang diteliti berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm diuji untuk kuat tekan. Mix design beton dengan mutu 25 Mpa untuk pengujian umur beton umur beton 3 hari didapatkan hasil tegangan tekan beton ( $f'_c$ ) sebagai berikut : campuran fibre steel 0 % ,  $f'_c = 54.47$ , campuran fibre steel 2.5 % ,  $f'_c = 56.83$ , campuran fibre steel 5 % ,  $f'_c = 72.06$ , campuran fibre steel 10 % ,  $f'_c = 87.02$ .

**Kata kunci** : beton serat, fibre steel, kuat tekan

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bermula dari keprihatinan peneliti tentang mulai adanya keretakan / kerusakan pada struktur gedung kuliah ditempat peneliti mengabdikan diri sebagai dosen pada Program Studi Teknik Sipil, maka tergeraklah hati peneliti untuk melakukan penelitian untuk dapat menyempurnakan sifat atau karakteristik beton sehingga lebih kuat, lebih ulet dan mempunyai umur pakai yang lebih lama sekaligus reliable secara biaya.

Salah satu usaha pengembangannya ialah dengan cara memperbaiki sifat dari kelemahan beton yaitu tidak mampu menahan gaya tarik, dimana nilai kuat tarik beton berkisar 9% -15 % dari kuat desaknya (Dipohusodo,1994). Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil kuat tariknya. Nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian berulang kali mencapai kekuatan  $0,50-0,60\sqrt{f'_c}$ , sehingga untuk beton normal digunakan nilai  $0,57\sqrt{f'_c}$  (Dipohosodo 1999:10).

Berkembang pesatnya teknologi pada saat ini semakin dituntut adanya alternatif yang terlahir dari beberapa penelitian yang intinya adalah dapat menciptakan suatu temuan baru atau paling tidak dapat mengembangkan penelitian terdahulu, sehingga diharapkan dapat menghasilkan produk teknologi beton yang semakin bermutu dan efisien. Salah satu alternatif bahan tambah yang digunakan yang bersifat fisikal adalah serat baja (steel fibers). Ide dasarnya

yaitu menulangi (memberi tulangan pada beton) dengan serat baja yang disebarkan secara merata (uniform) kedalam adukan beton dengan orientasi random. Sehingga beton tidak mengalami retakan-retakan yang terlalu dini akibat pembebanan maupun panas hidrasi (Sorousihan dan Bayasi, 1987). Dengan demikian diharapkan kemampuan beton untuk mendukung tegangan- tegangan internal (aksial, lentur, dan geser) akan meningkat

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis tegangan tekan beton ( $f'c$ ) akibat penambahan fibre steel pada campuran beton terhadap umur beton

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah sebagai ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat kasar dan agregat halus yang berasal dari Lumajang, serat baja (Dramix) dan semen Portland Composite Cement.
- 2) Pengujian tegangan tekan beton ( $f'c$ ) beton menggunakan sampel silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (SNI 2847-2013)
- 3) Rancangan campuran beton menggunakan metode DOE (Development of Enviroment).
- 4) Penelitian dilakukan dengan percobaan di Laboratorium dan tidak dilakukan uji lapangan
- 5) Variasi penambahan dramix terhadap berat semen adalah 0%, 2.5%, 5% dan 7.5%, 10%
- 6) Tipe dramix yang digunakan adalah jenis 3D.
- 7) Pengujian tegangan tekan beton ( $f'c$ ) beton menggunakan Universal Testing
- 8) Machine kapasitas 1000 kN yang dilakukan pada umur beton 3 hari

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Beton

Membuat beton sebenarnya tidaklah sederhana hanya sekedar mencampurkan bahan-bahan dasarnya untuk membentuk campuran yang plastis sebagaimana sering terlihat pada pembuatan bangunan sederhana. Tetapi jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton segar yang baik dan menghasilkan beton keras yang baik pula. Beton segar yang baik ialah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi pemisahan kerikil dari adukan maupun pemisahan air dan semen dari adukan.

### 2.2. Material Penyusun Beton

#### 2.2.1. Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Agregat menempati 70 % volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat ataupun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton. Menurut Tjokrodomulyo (1992) agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu

- a) Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
- b) Kerikil untuk besar butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
- c) Pasir untuk butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

Tabel 2.1.  
Batas-batas gradasi dari agregat kasar sesuai SK- SNI – T – 15 – 1990-03  
(Tjokrodimulyo 1996 : 22).

	Prosentase Berat Butir Lewat Ayakan	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

### 2.2.2. Semen Portland

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat - silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982). Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga diantara diantara butiran-butiran agregat.

### 2.2.3. Air

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Air yang dipergunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya yang lebih dari 2 gram per liter
- Tidak mengandung garam atau asam yang dapat merusak beton, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram per liter.
- Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 1 gram per liter.
- Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram per liter.

### 2.3. Steel Fiber (serat kawat)

Menurut Sudarmoko (dalam Tjokrodimulyo, 1996: 122) jika serat yang dipakai memiliki modulus elastisitas lebih tinggi daripada beton, misalnya kawat baja, maka beton serat akan mempunyai kuat tekan, kuat tarik, maupun modulus elastisitas yang sedikit lebih tinggi dari beton biasa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suhendro (1990) membuktikan bahwa sifat-sifat kurang baik dari beton, yaitu getas, praktis tidak mampu menahan tegangan tarik, dan ketahanan yang rendah terhadap beban impact dapat diperbaiki dengan menambahkan fiber lokal yang terbuat dari potongan kawat pada adukan beton. Selain itu dibuktikan pula bahwa tingkat perbaikan yang diperoleh dengan fiber lokal tidak banyak berbeda dengan hasil – hasil yang dilaporkan di luar negeri dengan menggunakan steel fiber.

Secara umum kawat yang digunakan sebagai fiber lokal tersebut antara lain, kawat biasa, kawat bendrat, dan kawat baja. Diameter yang dipilih adalah  $\pm 0,8$  s/d 1.0 mm. Selanjutnya ketiga macam kawat tersebut dipotong dengan panjang  $\pm 6$  cm, sehingga secara visual telah menyerupai fiber baja yang dipakai di luar negeri. Kawat bendrat tersebut mempunyai kuat tarik sebesar 385 N/mm<sup>2</sup>, perpanjangan saat putus 5,5 % dan berat jenis 6,68. Nilai aspect ratio

60-70 memberikan hasil yang optimal karena pull-out resistance cukup tinggi dan memberikan kelecakan yang baik.

Dramix Steel Fibre adalah fiber baja yang diproduksi melalui proses penarikan dingin (cold drawn) dengan lekukan di ujung yang akan memberikan pengikatan yang optimal. Beton yang memiliki penulangan dengan steel fiber (Steel Fibre Reinforcement Concrete) akan memberikan kelenturan (ductility) dan kemampuan menerima beban yang tinggi (high load bearing capacity). Selain itu juga akan memberikan aplikasi yang cepat dan mudah serta memberikan solusi yang jauh lebih efektif dan ekonomis.

Dramix® fiber steel (serat baja) adalah suatu konsep steel fiber yang inovatif dari spesialis industri, Bekaert, yang mengedepankan suatu standar baru pada penulangan beton. Dramix® sangat dihargai oleh berbagai pelaksana konstruksi di seluruh dunia yang telah digunakan pada berbagai aplikasi, seperti lantai industri, lantai gudang, perkerasan jalan, parkir basement, dan sebagainya.

#### 2.4. Beton Serat (Fibre Concrete)

Beton serat adalah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 µm (mikro meter) dan panjang sekitar 25 mm sampai 100 mm. Bahan serat dapat berupa : serat asbestos, serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, ijuk), serat plastik (polypropylene), atau potongan kawat baja (Tjokrodinuljo 1996: 122).

Maksud utama dari penambahan serat ke dalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak dan tahan benturan, jika masalah penyerapan energi diperlukan. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas beton.

Pendapat lain mengatakan bahwa penambahan fiber adalah memberi tulangan beton dengan serat baja yang disebarkan secara merata ke dalam adukan beton dengan orientasi random. Sehingga beton tidak mengalami retakan-retakan yang terlalu dini akibat pembebanan maupun panas hidrasi (Sorousihan dan Bayasi, 1987). Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, penambahan serat ke dalam adukan beton dapat memberikan keuntungan perbaikan beberapa sifat beton (Suhendro 2000: 7), yaitu :

- a) Daktilitas (ductility), yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi (energi absorption).
- b) Ketahanan terhadap beban kejut (impact resistance).
- c) Kemampuan untuk menahan tarik dan momen lentur.
- d) Ketahanan terhadap kelelahan (fatigue life).
- e) Ketahanan terhadap pengaruh susutan (shrinkage).
- f) Ketahanan terhadap ausan (abrasion), fragmentasi (fragmentation), dan spalling.

#### 2.5. Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Berdasarkan SNI 1974:2011, nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

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

dimana :

$f'c$  = Kuat Tekan Beton (N/mm<sup>2</sup>)

$P$  = Beban Maksimum (N)

$A$  = Luas Penampang yang Menerima Beban (mm<sup>2</sup>)

Jika perbandingan panjang (L) terhadap diameter (D) benda uji kurang dari 1.8, koreksi hasil yang diperoleh dengan mengalikan dengan faktor koreksi yang sesuai seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2  
Faktor Koreksi Rasio Panjang (L) dengan  
Diameter (D) Benda Uji

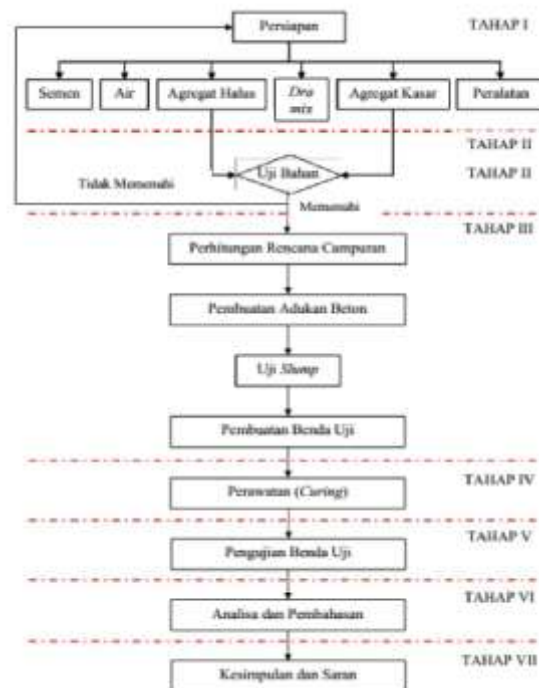
L/D	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00
Faktor	1,00	0,98	0,96	0,93	0,87

(Sumber: SNI 1974:2011)

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tahapan Prosedur Penelitian

Berikut diagram alir penelitian ini:



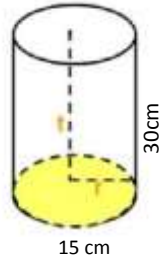
Gambar 2.1  
Diagram Alir Penelitian

#### 3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lab Beton Prodi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di laboratorium berupa pengujian karakteristik beton dengan bahan dramix sebagai bahan penambah pada beton sekaligus pengganti agregat kasar (kerikil). Dilaksanakan Pada bulan Agustus 2016

### 3.3. Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Total benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk uji tekan umur 28 hari.



Gambar 3.1  
Desain Benda Uji Silinder

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Pengujian Percobaan

Perhitungan kebutuhan bahan dalam pembuatan 3 benda uji dengan cetakan silinder ukuran tinggi 30cm x diameter 15cm :

a. Variasi campuran fibre steel 0% :

- Pasir :  $494,60 \times 0,0191 = 9,44$  kg
- Kerikil :  $1145,16 \times 0,0191 = 21,86$  kg
- Fibre steel :  $0,00 \times 0,0191 = 0,00$  kg
- Air :  $221,75 \times 0,0191 = 4,23$  kg
- Semen :  $462,50 \times 0,0191 = 8,83$  kg

b. Variasi campuran fibre steel 2.5% :

- Pasir :  $478,67 \times 0,0191 = 9,14$  kg
- Kerikil :  $831,20 \times 0,0191 = 15,87$  kg
- Fibre steel :  $281,39 \times 0,0191 = 5,37$  kg
- Air :  $216,24 \times 0,0191 = 4,13$  kg
- Semen :  $462,50 \times 0,0191 = 8,83$  kg

c. Variasi campuran fibre steel 5% :

- Pasir :  $469,23 \times 0,0191 = 8,96$  kg
- Kerikil :  $543,21 \times 0,0191 = 10,37$  kg
- Fibre steel :  $551,69 \times 0,0191 = 10,53$  kg
- Air :  $211,38 \times 0,0191 = 4,04$  kg
- Semen :  $462,50 \times 0,0191 = 8,83$  kg

d. Variasi campuran fibre steel 7.5% :

- Pasir :  $458,02 \times 0,0191 = 8,74$  kg
- Kerikil :  $265,11 \times 0,0191 = 5,06$  kg
- Fibre steel :  $807,76 \times 0,0191 = 15,42$  kg
- Air :  $206,61 \times 0,0191 = 3,94$  kg
- Semen :  $462,50 \times 0,0191 = 8,83$  kg

e. Variasi campuran fibre steel 10% :

- Pasir :  $449,17 \times 0,0191 = 8,58$  kg
- Kerikil :  $0,00 \times 0,0191 = 0,00$  kg
- Fibre steel :  $1056,20 \times 0,0191 = 20,17$  kg

Air :  $202,13 \times 0,0191 = 3,86$  kg  
 Semen :  $462,50 \times 0,0191 = 8,83$  kg



Gambar 4.1 Grafik Tegangan Tekan Beton

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian beton dengan penambahan dramix steel fiber, maka diperoleh kesimpulan bahwa :

Untuk umur beton 3 hari didapatkan kuat tekan beton sebesar ( $f'c$ )

- Campuran fibre steel 0 % = 54.47
- Campuran fibre steel 2.5 % c = 56.83
- Campuran fibre steel 5 % = 72.06
- Campuran fibre steel 10 % = 87.02

### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka sebagai bahan pertimbangan, diajukan beberapa saran sebagai berikut :

- a) Perlu dilakukan penyimpanan agregat halus (pasir) agar terhindar dari kadar air yang berlebih untuk percobaan selanjutnya.
- b) Perlunya digunakan super plasticizer untuk meningkatkan workability beton dengan penambahan dramix terutama untuk beton mutu 20 Mpa.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Antoni., Paul Nugraha., 2007. Teknologi Beton. Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta
- AjiP., PurwonoR., 2010, Pengendalian Mutu Beton Sesuai SNI, ACI, DANA STM, ITS PRESS, Surabaya

- Dipohusodo, I. 1999. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI-T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Nawy, Edward, 1998, Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, PT. Refika Aditama, Bandung
- Mulyono, Tri, 2004, Teknologi Beton, Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Murdok, L. J. & Brook, K, M, (alih bahasa : Stephanus Hendarko), 1991, Bahan dan Praktek Beton, Erlangga, Jakarta.
- PBI, 1971, Peraturan Beton Bertulang Indonesia
- 1971 N.I – 2, Cetakan ke-7, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jenderal Ciptakarya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Riyadi M., Amalia, 2005, Teknologi Bahan I, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2002, Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, SNI 03-2491-2002, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, 2004, Semen Portland Komposit, SNI 15-7064-2004, ICS 91.10.10, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, SNI 1974:2011, ICS 91.100.30, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2013, Persyaratan
- Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2013, ICS 91.080.40, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.