

# Pengaruh Fiber Baja pada Kapasitas Tarik dan Lentur Beton

Antonius Siswanto

Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Bandung  
e-mail: ansiswanto@gmail.com

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh penambahan fiber baja lokal pada mortar beton melalui pengujian di laboratorium. Penelitian ini dilakukan pada 87 buah benda uji silinder beton, serta 36 balok beton normal 25 MPa dengan variasi penambahan persentase berat fraksi fiber baja 0%, 2%, dan 4% terhadap berat mortar beton. Jenis pengujian mencakup kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan modulus elastisitas. Berdasarkan hasil uji beton umur 28 hari, penambahan fiber 2% memiliki kontribusi peningkatan kuat tekan sebesar 6,77%, dan peningkatan modulus elastisitas sebesar 23,09% terhadap beton polos. Beton fiber 4% memiliki kontribusi peningkatan kuat tarik sebesar 35,5% terhadap beton polos. Sedangkan pada beton fiber 2%, terjadi peningkatan kuat tarik lentur sebesar 23,27% terhadap beton polos. Hasil pengujian tersebut mengindikasikan bahwa semakin besar penambahan fiber baja, tidak memperbesar kontribusi kuat tekan dan kuat tarik lentur beton. Hal ini disebabkan karena menurunnya homogenitas beton akibat penambahan fiber. Hasil penelitian ini dapat diaplikasikan untuk konstruksi slab beton pada permukaan tanah, perkerasan beton semen komposit, dan beton pracetak. Terhadap hasil penelitian ini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kapasitas elemen struktur slab beton serat baja. Sehingga diperoleh parameter sifat struktural yang dapat digunakan untuk perancangan dan pelaksanaan.

**Kata kunci** : beton, fiber baja, kuat tarik, kuat lentur, modulus elastisitas

## Abstract

*The purpose of this research is to investigate the influence of adding local steel fiber in concrete mortar, to increase the structural properties of concrete through laboratory tests. This research was conducted on 87 concrete cylinders specimens, and 36 beams of 25 MPa normal concrete with various steel fiber of 0%, 2% and 4% by weight of concrete mortar. Types of testing include compressive strength, tensile strength, flexural strength, and modulus of elasticity. Based on concrete test results 28 days, the addition of fiber 2% had increase of 6.77% compressive strength, and increase of 23.09% modulus of elasticity. The addition of fiber concrete 4% had increased of 35.5% tensile strength. While the addition of fiber 2% had increase 23.27% flexural tensile strength compared with the plain concrete. Although the percentage of fiber were added, the compressive strength and flexural tensile strength were not increased, due to decreased homogeneity of the fiber concrete. To be used in design, it needs further research concerning behavior and capacity of the structural elements of steel fiber concrete slab.*

**Key words**: concrete, steel fiber, compressive strength, tensile strength, flexural strength, modulus of elasticity

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang memiliki kelebihan yang khas, antara lain mempunyai kuat tekan (*compressive strength*) yang tinggi, dapat dibentuk sesuai kebutuhan, tidak memerlukan perawatan kontinyu setelah beton mengeras. Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Agregat adalah material berbutir, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, kerak tungku

pijar, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik (SNI 03-2847-2002). Beton juga memiliki keterbatasan atau kekurangan, yaitu bersifat getas dan memiliki kapasitas tarik relatif rendah, yaitu kira-kira sepersepuluh dari kuat tekannya (Nawy, 1995). Dalam perancangan dan praktek, kekurangan beton tersebut dapat diatasi dengan pemasangan besi tulangan yang ditempatkan secara benar pada daerah tarik sehingga menjadi beton bertulang (*reinforced concrete*). Pada

umumnya, kekuatan tarik dan geser harus diberikan pada daerah tarik elemen beton.

Disamping itu, untuk mengatasi masalah kekurangan pada beton tersebut, dapat dilakukan dengan penambahan fiber/serat pada adukan beton, yang selanjutnya disebut beton fiber (*fiber reinforced concrete*). Fiber tersebut dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu *high modulus fibers* yang memiliki modulus elastisitas lebih tinggi dari pada material beton, misalnya fiber *carbon*, *polypropelene*, *glass*, dan fiber baja (*steel*). Serta *low modulus fibers* yang memiliki modulus elastisitas lebih rendah dari pada material beton, misalnya fiber *asbestos* (Gambhir ML, 2009).

Fiber baja memiliki beberapa kelebihan dari pada jenis fiber lainnya, yaitu fiber baja memiliki modulus yang tinggi, tidak mengalami perubahan bentuk terhadap alkali dalam semen, dan adanya *bond strength* yaitu penganker mekanis antara beton dengan fiber. Dengan menambahkan fiber baja dalam beton polos, maka akan terjadi peningkatan kapasitas kekuatan beton secara cukup signifikan (Thomas J, 2007). Beton fiber baja banyak diaplikasikan untuk slab beton struktural pada permukaan tanah, *shotcrete*, *composite metal decks*, pelapisan ulang diatas beton eksisting, perkerasan jalan raya dan parkir, struktur hidrodinamik, fondasi mesin, dan beton pracetak (Oslejs J, 2008). Pada penelitian ini fiber baja khusus hasil pabrik disubstitusi dengan fiber baja lokal berupa potongan-potongan bendrat, sehingga kekurangan sifat kuat tarik beton (*tensile strength*) dapat direduksi.

Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh penambahan fiber baja lokal pada adukan beton segar, terhadap peningkatan sifat struktural beton melalui pengujian laboratorium. Pengujian dilakukan terhadap Kuat Tekan Beton (*Compressive Strength*), Kuat Tarik Beton (*Split Strength*), dan Kuat Lentur Beton (*Flexural Strength*) pada faktor air semen tertentu dengan variasi persentase berat fraksi fiber baja.

Manfaat penelitian ini adalah diperolehnya metode perancangan dan pelaksanaan/produksi beton serat baja, dengan penambahan serat baja lokal pada adukan beton segar, berdasarkan parameter nilai kuat tekan beton, kuat tarik belah beton, kuat tarik lentur beton. Hasil penelitian ini dapat diaplikasikan dalam perancangan dan produksi beton fiber baja lokal, yang dapat digunakan untuk slab beton struktural pada permukaan tanah, *shotcrete*, *composite metal decks*, pelapisan ulang diatas beton eksisting, perkerasan jalan raya dan parkir, fondasi mesin dan peralatan, dan produksi beton pracetak.

## 2. PEMODELAN SISTEM

Kekuatan beton ditentukan dengan cara menghitung besarnya beban maksimum yang dapat dipikul oleh suatu penampang beton, dengan suatu pengujian di

laboratorium terhadap benda uji dengan bentuk dan dimensi tertentu. Kekuatan beton dipengaruhi oleh empat hal utama, yaitu : proporsi dan mutu bahan-bahan penyusun beton, metode perancangan campuran dan pelaksanaan pencampuran, kondisi pada pelaksanaan pengecoran, dan perawatan setelah beton dicor.

Menurut *ACI Committee*, beton fiber adalah beton dengan bahan dasar semen, agregat halus, agregat kasar, air yang ditambah dengan sejumlah kecil fiber. Maksud penambahan fiber adalah untuk memberi kekuatan pada beton dengan menyebarkan fiber secara merata dengan orientasi random. Disamping *high modulus fiber*, telah dikenal lebih dahulu *low modulus fiber*, yaitu fiber yang mempunyai modulus elastisitas lebih rendah dari bahan penyusun beton.

Beton fiber diharapkan memiliki karakteristik lebih unggul dari pada beton biasa/polos yang telah ada, termasuk mempunyai keunggulan dalam hal kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur (*flexural strength*). Jenis fiber baja yang digunakan dalam penelitian terdahulu adalah fiber khusus hasil produksi pabrik. Penambahan fiber juga direncanakan untuk mengurangi lebar retak dibawah kondisi *fatigue life*, sehingga beton fiber dapat diaplikasikan pada struktur perkerasan dan jembatan, serta direncanakan untuk mereduksi *shrinkage* dan mengontrol retak *shrinkage*. Fiber tersebut juga direncanakan untuk memperbaiki sifat beton, termasuk *durability*, dan peningkatan *spalling resistance*.

Karakteristik beton fiber ditunjukkan oleh beberapa studi/penelitian terdahulu sebagai berikut :

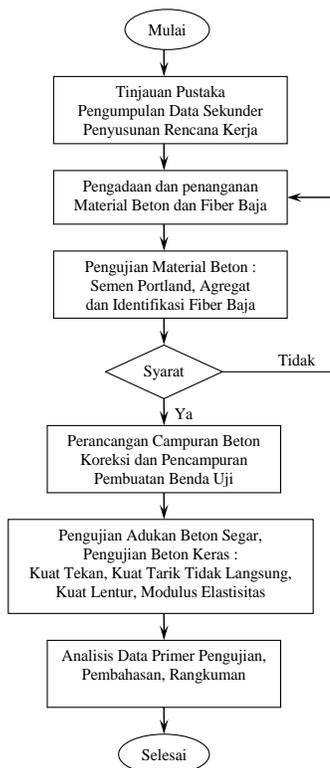
- Pengujian dilakukan pada benda uji silinder beton normal (maksimum 35 MPa) dengan penambahan presentase volume fraksi fiber baja produksi pabrik 0.0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%. Hasilnya menunjukkan bahwa interaksi fiber dan matriks beton berkontribusi signifikan terhadap sifat-sifat mekanis beton, nilai daktilitas yang lebih tinggi dari pada beton polos, sehingga dapat mereduksi keruntuhan getas akibat tegangan tarik (Thomas J, 2007). Dengan tambahan fiber manufaktur, direncanakan beton (beton fiber) dapat menyerap energi, sehingga mampu meredam lebih baik terhadap gempa.
- Berdasarkan penelitian Bencardino dkk (2007), pengujian dilakukan terhadap benda uji silinder beton polos serta silinder beton fiber baja hasil pabrik dengan penambahan fiber 1%, 1.6%, dan 3%. Hasilnya adalah, beton fiber memiliki kapasitas tarik dan lentur yang lebih tinggi. Sehingga kelemahan beton (semen) dalam menahan tarik dan lentur, dapat diatasi dengan

penambahan/perkuatan fiber. Kuat tarik yang lebih tinggi dari beton fiber, juga akan meningkatkan kekuatan dan perilaku dibawah tegangan geser.

- Penelitian Balouch, Forth (2009) mengungkapkan kesimpulan bahwa dengan penambahan fiber baja *Dramix* dapat meningkatkan kapasitas struktural join balok kolom beton bertulang, dan mensimulasikan kinerja yang baik terhadap terjadinya gempa. Rekomendasi yang dikemukakan adalah dengan penambahan serat baja pada fraksi 1 sampai 2%, dapat meningkatkan kapasitas struktural (optimal) pada benda uji.

Menurut *Fiberforce Composite Systems*, persentase berat fraksi fiber baja untuk aplikasi/penggunaan : kontrol susut memerlukan fiber 10 kg/m<sup>3</sup> sampai dengan 25 kg/m<sup>3</sup> beton segar, perkerasan lalu lintas ringan beban statis 20 – 30 kg/m<sup>3</sup>, perkerasan beban dinamis dan atau beban statis medium : 20 – 40 kg/m<sup>3</sup>, dan perkerasan beban dinamis dan atau beban statis berat 40 – 75 kg/m<sup>3</sup>.

Selanjutnya, penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium uji bahan konstruksi beton, dengan tahapan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Diagram Alir Metode Penelitian

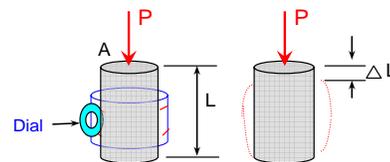
Dalam proses pencampuran dan pengadukan beton, digunakan pengaduk beton (*concrete mixer*), sehingga diharapkan dapat dihasilkan mortar beton segar yang

plastis dengan indikasi merata secara visual, konsistensi yang cukup dan homogen. Waktu pencampuran yang terlalu sebentar mengakibatkan beton tidak homogen sehingga akan mengurangi pengikatan antar bahan. Sebaliknya waktu pencampuran yang terlalu lama harus dihindarkan, karena akan menaikkan temperatur beton, keausan agregat, kehilangan sebagian air, perubahan nilai slump, potensial terjadi segregasi. ASTM C 94 dan ACI 318 merekomendasikan waktu pengadukan 1 menit untuk kapasitas pengaduk 0,8 – 3,1 m<sup>3</sup>. Pada penelitian ini, digunakan mesin pengaduk dengan waktu pengadukan antara 1 – 1,5 menit.

Metode dan proses perancangan campuran beton yang digunakan pada penelitian ini adalah metode SNI 03-2834-2000, yang merupakan adaptasi dari metode DOE (*Department of Environment*). Dirancang mutu beton  $f_c' = 25$  MPa untuk benda uji silinder umur 28 hari, cacat maksimum 5%, digunakan semen biasa tipe 1.

Pengujian beton yang dilakukan adalah :

- Slump beton adalah besaran kekentalan (*viscosity*)/plastisitas dan kohesif dari beton segar, dengan mengukur penurunan yang terjadi setelah kerucut cetakan diangkat.
- Pengujian kuat tekan/desak beton, dengan menentukan beban tekan maksimum yang dapat dipikul oleh beton persatuan luas. Kekuatan tekan beton dalam industri konstruksi biasa dipakai untuk menilai serta untuk mengendalikan mutu beton dan untuk tujuan persyaratan spesifikasi.
- Pengujian modulus elastis, digunakan benda uji berbentuk silinder. Nilai teoritis modulus elastis (E) adalah merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan. Secara skematis ditunjukkan pada Gambar 2.2.

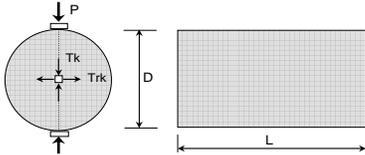


Gambar 2.2. Pemodelan Uji Modulus Elastisitas Beton

- Pengujian kuat lentur balok atau slab melalui pengujian balok sederhana yang dibebani pada dua titik pembebanan. Kekuatan lentur beton merupakan nilai lentur maksimum dari beton biasa (tanpa tulangan) diletakkan diatas 2 buah tumpuan dengan dibebani pada 1/3 dari bentangnya.

- Menentukan kuat tarik beton dengan cara percobaan membelah silinder (*split cylinder test*). Dengan membelah silinder, maka terjadi pengalihan tegangan – tegangan tarik melalui bidang tempat salah satu diameter dari silinder beton tersebut terbelah sepanjang diameter yang dibebani.

Secara skematis ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3. Pemodelan Uji Kuat Tarik Belah Beton

### 3. HASIL PENGUJIAN DAN DISKUSI

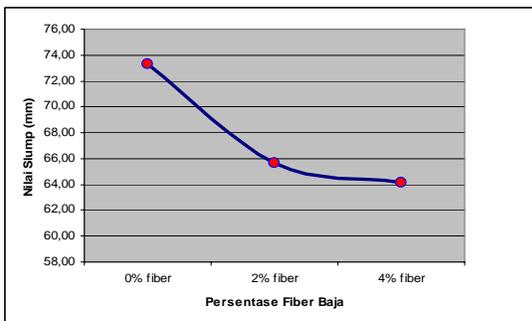
Hasil rancangan campuran beton dan koreksi proporsi campuran beton tiap 1 m<sup>3</sup> disajikan pada Tabel 3.1. berikut.

Tabel 3.1. Koreksi Hasil Perancangan Campuran Beton

Jenis Bahan Campuran	Komposisi 1 m <sup>3</sup> Beton Agregat SSD	Komposisi 1 m <sup>3</sup> Beton Kadar Air Agregat Terkoreksi
1 Semen Portland, kg	394	394
2 Air, liter	205	162,0
3 Agregat Halus, kg	765	813
4 Agregat Kasar, kg	973	967,9
<b>Jumlah Material</b>	<b>2.337</b>	<b>2.337</b>

Pengujian dilakukan untuk menyelidiki pengaruh penambahan fiber baja (lokal) pada adukan beton segar, terhadap peningkatan sifat struktural beton. Benda uji dibuat dengan faktor air semen (fas) tertentu dengan variansi persentase berat fraksi fiber baja sebesar 0%, 2%, dan 4% dari berat beton. Dimensi fiber baja, diameter 0,9 mm - 1 mm, panjang 40 - 70 mm, bentuk geometri penampang lingkaran, tidak lurus sekaligus untuk meningkatkan *bond strength* nya. Fiber baja memiliki aspek rasio (*l/d*) antara 50 sd. 80.

Grafik hubungan antara nilai slump dengan persentase fiber baja terhadap berat beton dapat dilihat pada Gambar 3.1.

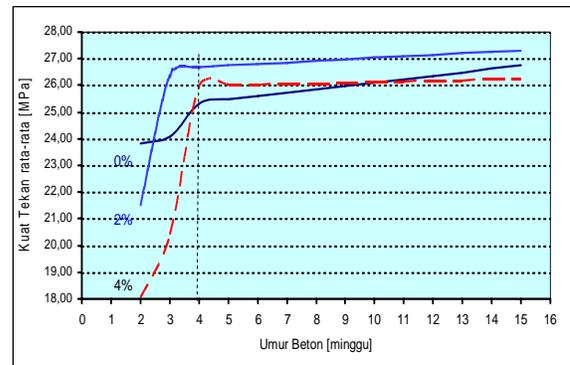


Gambar 3.1. Grafik Hubungan antara Nilai Slump dengan persentase Fiber Baja

Dari hasil pengujian slump beton mengindikasikan bahwa penambahan fiber baja kedalam adukan beton akan mengurangi sifat kelecakan beton (*workability*). Hal ini ditunjukkan oleh menurunnya nilai slump. Pada adukan beton dengan 0%, 2%, dan 4% secara berturut-turut akan menghasilkan nilai rata-rata slump 73,33 mm, 65,67 mm, dan 64,17 mm. Jadi, semakin besar kadar fiber baja ( sampai < 5%), akan mengurangi sifat kelecakan beton segar.

Kuat Tekan Beton :

Pada gambar 3.2 berikut, menyajikan grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata beton dengan umur beton.

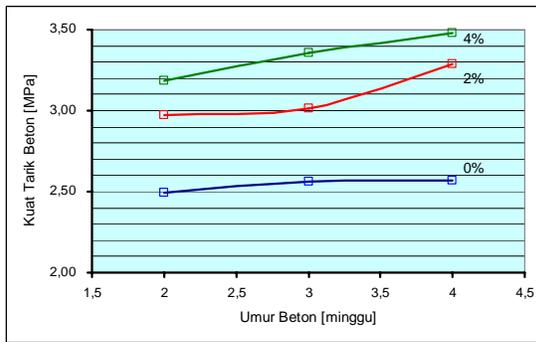


Gambar 3.2. Hubungan Kuat Tekan dan Umur Beton dengan Fiber 0%, 2%, dan 4%

Pada umur beton 14 hari, kuat tekan beton tanpa fiber (0%) paling tinggi, diikuti dengan beton fiber 2 %, dan beton fiber 4%. Jadi, penambahan fiber baja pada beton muda tidak memberikan kontribusi peningkatan terhadap kuat tekannya, yang terjadi adalah sebaliknya. Hal ini disebabkan antara lain karena belum terjadi mekanisme *bonding strength* antara beton dengan fiber sehingga beton tidak berperilaku sebagai satu kesatuan material yang memiliki kapasitas kuat tekan. Pada umur beton 28 hari, kuat tekan beton fiber 2% sebesar paling tinggi, diikuti dengan beton fiber 2 %, dan beton fiber 4%. Penambahan fiber baja pada beton memberikan kontribusi peningkatan terhadap kuat tekannya. Pada umur beton 15 minggu, masing-masing benda uji mengalami peningkatan kuat tekan. Peningkatan tertinggi pada beton fiber 2%, diikuti oleh beton fiber 4%, dan beton polos fiber 0%.

Kuat Tarik Beton :

Hubungan Kuat Tarik Belah dan Umur Beton dengan Fiber 0%, 2%, dan 4% disajikan pada Gambar 3.3



Gambar 3.3. Hubungan Kuat Tarik Belah dan Umur Beton dengan Fiber 0%, 2%, dan 4%

Dari Gambar 3.3, dapat dilihat bahwa kuat tarik belah beton pada umur 2 minggu beton fiber 0%, 2%, 4%, kuat tariknya berturut-turut sebesar 2,50 MPa, 2,97 MPa, dan 3,19 MPa.

Kuat tarik belah beton pada umur 3 minggu beton fiber 0%, 2%, dan 4% kuat tariknya berturut-turut sebesar 2,56 MPa, 3,01 MPa, dan 3,35 MPa.

Kuat tarik belah beton pada umur 4 minggu (28 hari) beton fiber 0%, 2%, dan 4 %, kuat tariknya berturut-turut sebesar 2,57 MPa, 3,29 MPa, dan 3,48 MPa.

Jadi, penambahan fiber pada beton segar fiber 4% akan memberikan kontribusi peningkatan kuat tarik belah beton sampai 135,5% terhadap kuat tarik belah beton polos, pada umur beton 4 minggu (28 hari).

Kuat Lentur Beton :

Gambar 3.4. berikut menunjukkan metode pengujian kuat tarik lentur beton.



Gambar 3.4. Pengujian Kuat Lentur Beton

Gambar 3.5. menyajikan komparasi hasil pengujian nilai kuat tarik lentur beton pada umur 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu.

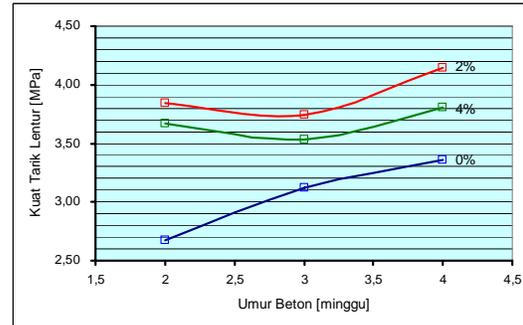
Kuat tarik lentur beton pada umur 2 minggu:

- Beton fiber 0%, kuat tariknya sebesar 2,667 MPa
- Beton fiber 2%, kuat tariknya sebesar 3,839MPa
- Beton fiber 4%, kuat tariknya sebesar 3,668 MPa

Kuat tarik belah beton pada umur 3 minggu:

- Beton fiber 0%, kuat tariknya sebesar 3,123 MPa
- Beton fiber 2%, kuat tariknya sebesar 3,740 MPa
- Beton fiber 4%, kuat tariknya sebesar 3,532 MPa, Kuat tarik belah beton pada umur 4 minggu:

- Beton fiber 0%, kuat tariknya sebesar 3,361 MPa
- Beton fiber 2%, kuat tariknya sebesar 4,143 MPa
- Beton fiber 4%, kuat tariknya sebesar 3,804 MPa

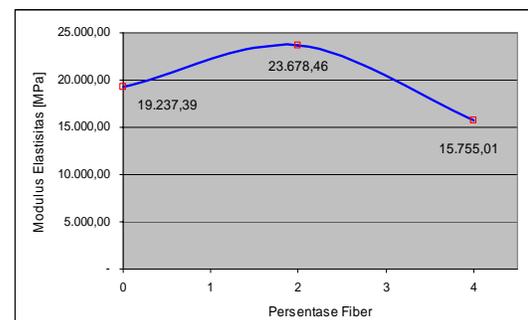


Gambar 3.5. Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton dengan Fiber 0%, 2%, dan 4%

Jadi, penambahan fiber pada beton segar akan memberikan kontribusi peningkatan kuat tarik belah beton sampai 123,27% terhadap kuat tarik lentur beton polos, pada umur beton 4 minggu (28 hari). Kuat tarik lentur tersebut terjadi pada beton dengan penambahan fiber 2%.

Modulus Elastisitas Beton :

Nilai modulus elastis beton untuk beton polos tanpa fiber, beton fiber 2%, dan beton fiber 4%, digambarkan seperti pada Gambar 3.6. Nilai rata-rata modulus elastisitas (E) beton polos sebesar 19237,39 MPa, nilai E beton fiber 2% sebesar 23678,46, dan nilai E beton fiber 4% sebesar 15755,01 MPa.



Gambar 3.6. Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Fiber 0%, 2%, dan 4%

Nilai E beton fiber 2% merupakan nilai tertinggi, sedangkan nilai E pada beton fiber 4% lebih rendah

daripada nilai E beton 2%. Hal ini terjadi juga pada kuat tekan beton. Jadi, berdasarkan hasil uji beton umur 28 hari, penambahan fiber baja 2% pada beton mengindikasikan adanya peningkatan modulus elastisitas dan kuat tekannya, dan pada penambahan fiber sebanyak 2% tersebut memberikan kontribusi peningkatan sifat struktural lebih tinggi dari pada penambahan fiber sebesar 4%. Sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan fiber 2%, memiliki kontribusi lebih baik dari pada penambahan fiber sebesar 4%. Hal ini diperkirakan disebabkan karena berkurangnya tingkat homogenitas beton yang diakibatkan oleh penambahan fiber, sehingga menurunkan kapasitas beton dalam menerima beban tekan.

#### 4. KESIMPULAN

Pengaruh penambahan fiber baja (lokal) pada adukan beton segar, terhadap peningkatan kapasitas tarik dan lentur (sifat struktural beton), sebagai berikut :

- Kuat Tekan Beton (*compressive strength*)

Pada umur beton 14 dan 21 hari, penambahan fiber baja pada mortar beton (beton segar) tidak memberikan kontribusi peningkatan terhadap kuat tekannya, yang terjadi adalah sebaliknya. Hal ini disebabkan antara lain karena belum terjadi mekanisme *bonding strength* antara beton dengan fiber sehingga beton tidak berperilaku sebagai satu kesatuan material yang memiliki kapasitas kuat tekan.

Pada umur beton 28 hari, kuat tekan beton polos sebesar 25,33 MPa, diikuti dengan kuat tekan beton fiber 2 % sebesar 26,69 MPa, dan beton fiber 4% sebesar 25,98 MPa. Jadi, penambahan fiber baja pada beton memberikan kontribusi peningkatan terhadap kuat tekannya. Beton fiber 2% memiliki kuat tekan tertinggi, yaitu sebesar 106,77% dari kuat tekan yang direncanakan.

- Kuat Tarik Beton (*split strength*) :

Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 28 hari, beton polos memiliki kuat tarik rata-rata umur 28 hari sebesar 2,57 MPa, kuat tarik beton dengan fiber 2% lebih tinggi yaitu sebesar 3,29 MPa atau 128,03%, dengan fiber 4% sebesar 3,48 MPa, atau sebesar 135,5% terhadap kuat tarik beton polos umur 28 hari.

Jadi, pada beton umur 28 hari dengan fiber 4%, kuat tarik belah menjadi 135,5% terhadap terhadap kuat tarik beton polos tanpa fiber. Serta, keruntuhan benda uji beton fiber tidak terjadi secara tiba-tiba, hal ini terlihat pada kemampuan beton fiber untuk mempertahankan tegangan pada daerah tarik.

- Kuat Lentur Beton (*flexural strength*) :

Kadar fiber yang lebih tinggi tidak berbanding lurus dengan nilai kuat lenturnya, karena hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat lentur beton fiber 4%, lebih kecil dari pada kuat lentur dengan fiber 2%.

Kuat lentur beton polos (tanpa fiber) rata-rata umur 28 hari adalah sebesar 3,361 MPa, beton dengan fiber 2% sebesar 4,143 MPa, atau 123,27%. Nilai kuat lentur beton dengan fiber 4% sebesar 3,804 MPa, atau 113,18%.

Jadi, penambahan fiber pada beton sebesar 2% dapat meningkatkan kuat lentur menjadi 4,143 MPa, atau 123,27% dari kuat lentur beton polos umur 28 hari. Nilai peningkatan kuat lentur beton tidak berbanding lurus dengan persentase penambahan fiber pada beton segar.

- Modulus Elastisitas Beton :

Nilai rata-rata modulus elastisitas (E) beton polos sebesar 19237,39 MPa, nilai E beton fiber 2% sebesar 23678,46, dan nilai E beton fiber 4% sebesar 15755,01 MPa. Nilai E beton fiber 2% merupakan nilai tertinggi, sedangkan nilai E pada beton fiber 4% lebih rendah daripada nilai E beton 2%. Hal ini terjadi juga pada kuat tekan beton.

Jadi, berdasarkan hasil uji beton umur 28 hari, penambahan fiber baja 2% pada beton mengindikasikan adanya peningkatan modulus, lebih tinggi dari pada penambahan fiber sebesar 4%. Sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan fiber 2%, memiliki kontribusi lebih baik dari pada penambahan fiber sebesar 4%. Hal ini disebabkan karena berkurangnya tingkat homogenitas beton yang diakibatkan oleh penambahan fiber, sehingga menurunkan modulus elastisitas dan kapasitas beton.

Sebagai saran, maksud penambahan fiber adalah untuk memberi perkuatan pada beton dengan menyebarkan fiber secara merata dengan orientasi random. Oleh karena itu pada proses pencampurannya dan pembuatan benda uji perlu digunakan pengaduk beton (*concrete mixer*), diharapkan dapat dihasilkan mortar beton segar yang plastis dengan indikasi merata secara visual, konsistensi yang cukup dan homogen, sehingga dapat mengurangi proses karbonasi dan korosi

Dengan studi metode pelaksanaan lebih lanjut, hasil penelitian ini dapat diaplikasikan dalam produksi beton fiber baja lokal, yang dapat digunakan untuk slab beton struktural pada permukaan tanah, *shotcrete*, *composite metal decks*, fondasi mesin dan peralatan, dan produksi beton pracetak.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini disusun berdasarkan program penelitian ini bersumber pada DIPA Politeknik Negeri Bandung tahun 2010. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Politeknik Negeri Bandung, Kepala UPPM dan Staf, para Reviewer, Ketua Jurusan Teknik Sipil, beserta teman-teman sejawat di Laboratorium Uji Bahan Konstruksi, serta staf administrasi di Jurusan Teknik Sipil.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACI Committee 116, *Cement and Concrete Terminology (ACI 116R-90)*, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1990
- [2] ASTM C 1077-92, *Standard Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation*, ASTM, West Conshohocken, PA
- [3] Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan, *Pengendalian Mutu Pekerjaan Beton*, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum, Bandung, 2010
- [4] Balouch, S.U. Forth, J.P. *Strengthening of Beam-Column Joint with Steel Fibre Reinforced Concrete during Earthquake Loading*. School of Engineering, Department of Civil Engineering, University of Leeds, UK, January 2009.
- [5] Bencardino F, Rizzuti L, Swamy RN, *Stress-Strain Behavior of Steel Fiber-Reinforced Concrete in Compression*, Journal of Materials in Civil Engineering, Volume 20, Issue 3, pp. 255-263, March 2008, <http://scitation.aip.org/getabs/servlet/GetabsServlet?> (diakses April 2010)
- [6] Minh City University Of Technology, 2008
- [7] Fiberforce Composite Systems, *Fiberforce Steel Fibers*, Material Safety Data Sheet, SPI Muhendislik ve Dis Ticaret Ltd Sti, [www.fiberforce.net](http://www.fiberforce.net) (diakses Des 2009)
- [8] Gambhir ML, *Concrete Technology Theory and Practice*, Fourth Edition, Tata McGraw Hill Education Private Limited, New Delhi, 2009
- [9] Nawy G.Edward, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar ( Terjemahan)*, PT Eresco, Bandung, 1995
- [10] Oslejs J, *New Frontiers for Steel Fiber-Reinforced Concrete, Experience from the Baltics and Scandinavia*, Concrete International, Riga Latvia, May 2008
- [11] Purwono Rachmat, dkk, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) dilengkapi dengan Penjelasan (S-2002)*, ITS Press, Surabaya, 2009
- [12] Thomas J, Ramaswamy A, Mechanical Properties of Steel Fiber-Reinforced Concrete, *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol. 19, No. 5, May 2007, pp. 385-392