

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *ROVING* TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG

Henry Apriyatno

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229, Telp. 024-70282159

Abstract: Concrete is enervating the strength of pull and it is brittle in nature (it is fragile) that in a construction design the capacity of longitudinal concrete tension area is not computered. The enervating concrete can be fixed by adding some fibres with the purpose to erect the concrete frame uniformly. Roving fibers are used at the composition of 1.9; 3.8; 5.7; and 7.6% of the concrete volume. The concrete mechanical change is determined by a concrete cylinder and concrete block measuring 15cm x 20cm x 120cm put to experiment with their respective 15 experimental objects. Refracted capacity experiment is gained from a chaste refracted block. The research result shows that the fibre accretion to concrete causes the pressure capacity of concrete cylinder to decrease significantly, whereas the strong pull of concrete increases. The concrete ductility significantly increases, whereas the modular concrete elasticity significantly decreases, the capacity of refracted block at the fibre compositions of 1.9 and 3.8% with the spread of 0.25h and 0.5h gains a very good result.

Keywords: roving fibre concrete

Abstrak: Beton memiliki kelemahan pada kuat tarik dan sifat getasnya rendah (mudah putus) sehingga dalam perencanaan kapasitas tampang beton daerah tarik tidak diperhitungkan. Kelemahan beton dapat diperbaiki dengan menambah serat yang memiliki tujuan menulangi beton dengan serat secara *uniform*. Serat yang dipakai adalah serat *roving* pada komposisi 1,9; 3,8; 5,7; dan 7,6% dari volume beton. Perubahan mekanis beton diperoleh dari uji silinder beton dan balok beton berukuran 15 cm x 20 cm x 120 cm masing-masing 15 benda uji. Pengujian kapasitas lentur diperoleh dari balok lentur murni. Hasil penelitian menunjukkan dengan penambahan serat menyebabkan kapasitas tekan silinder beton secara signifikan turun, sedangkan kuat tarik beton naik. Sifat daktilitas beton meningkat secara signifikan sedangkan modulus elastisitas beton secara signifikan turun, kapasitas lentur balok pada komposisi serat 1.9 % dan 3.8 % dengan penyebaran 0.25 h dan 0.5 h diperoleh hasil yang paling baik.

Kata Kunci: beton serat *roving*

PENDAHULUAN

Beton masih menjadi pilihan utama dalam pembangunan baik berfungsi sebagai struktur maupun non-struktur, alasannya beton memiliki kelebihan antara lain memiliki tegangan desak yang relatif tinggi. Beton selain memiliki kelebihan juga mempunyai sifat-sifat yang kurang baik yaitu getas (*brittle*) sehingga tidak cukup kuat untuk menahan tegangan tarik.

Bagian beton tarik akan mengalami retak jauh lebih cepat sebelum baja tulangan dapat memberi dukungan terhadap tarikan secara optimal, akibatnya akan terjadi retak

rambut (*micro crack*) yang dapat mempengaruhi keawetan bangunan.

Untuk mengatasi sifat kurang baik dari beton dapat dilakukan dengan cara penambahan serat (*fiber*) pada adukan beton. Tujuannya adalah menulangi beton dengan *fiber* yang disebarkan secara merata (*uniform*) kedalam adukan beton.

Menurut Sjafei Amri (2005) beberapa jenis serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton antara lain: *Fiber Logam, Fiber Polimerik, Fiber Karbon, Fiber Gelas, Fiber dari bahan alami*.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Bertulang

Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan.

Beton yang tidak diberi tulangan akan lemah dalam menerima tarikan. Kelemahan beton pada bagian tarik dapat diatasi dengan memberi penguatan batang tulangan baja, namun pemakaian tulangan baja tidak otomatis menghindarkan dari retak-retak rambut (*micro crack*).

Beton Serat (*Fiber Concrete*)

Beton serat merupakan bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan serat. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 mikro meter, dan panjang sekitar 25 mm sampai 10 mm (Tjokrodimulyo, 1996).

Menurut Sjafei (2005), penambahan serat berarti memberi tulangan pada beton yang disebar merata ke dalam adukan beton dengan orientasi acak dengan maksud untuk mencegah terjadinya retakan *micro* pada beton di daerah tarik akibat pengaruh pembebanan, pengaruh susut atau pengaruh panas hidrasi.

Serat *Roving*

Serat *roving* banyak digunakan dalam pembuatan *gypsum*, untuk pelapis dalam pengecatan, baik pengecatan tembok, genting, bumper kendaraan, dll.

Dari hasil penelitian Usanto, dkk (2006) didapatkan hasil pemeriksaan berat jenis *roving* dari dua sampel yang rata-rata diperoleh berat jenis sebesar 1.364 gram/cm³.

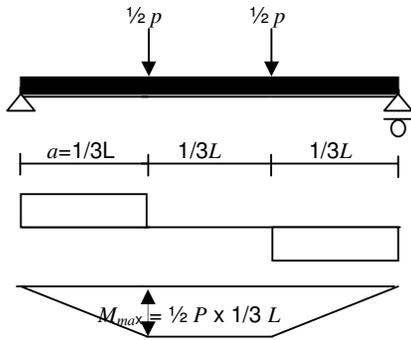


Gambar 1. Bentuk Fisik Serat *Roving*

Kapasitas Lentur Murni

Lenturan murni adalah lenturan yang terjadi pada balok dengan mengkondisikan gaya lintangnya sama dengan nol (Apriyatno, 2000). Untuk memperkirakan kapasitas momen lentur, beton serat dapat dianggap sebagai bahan komposit yang terdiri dari beton dan sebagian kecil serat (Sudarmoko, 1991). Suhendro, (1994) di dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa penambahan serat pada beton akan menaikkan kekakuan serta mengurangi lendutan (*defleksi*), selain itu penambahan serat akan meningkatkan keliatan beton sehingga struktur akan terhindar dari keruntuhan tiba-tiba akibat pembebanan yang berlebihan.

Kuat lentur beton dapat ditentukan melalui pengujian balok beton dengan meletakkan balok beton pada tumpuan sederhana. Beban yang bekerja pada pusat batang terbagi menjadi dua bagian yang sama besar. (Gambar 2.)



Gambar 2. Pola Pembebanan

Keterangan:

M_{max} : momen maksimum

P : beban *load cell*

L : bentang balok

Bila dinyatakan dalam besaran P_u pada percobaan:

$$P_u = \frac{M_u}{\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} L}$$

dengan:

P_u : beban Ultimit

M_u : momen Ultimit

Menurut Timoshenko (1963) defleksi ditentukan berdasarkan:

$$\delta_{maks} = \frac{P.a}{24.E_c.I} (3.L - 4a^2) + \frac{5.q.L^4}{384.E_c.I}$$

dengan:

δ_{maks} : defleksi

P : beban *load cell*

E_c : modulus elastisitas

I : momen inersia balok

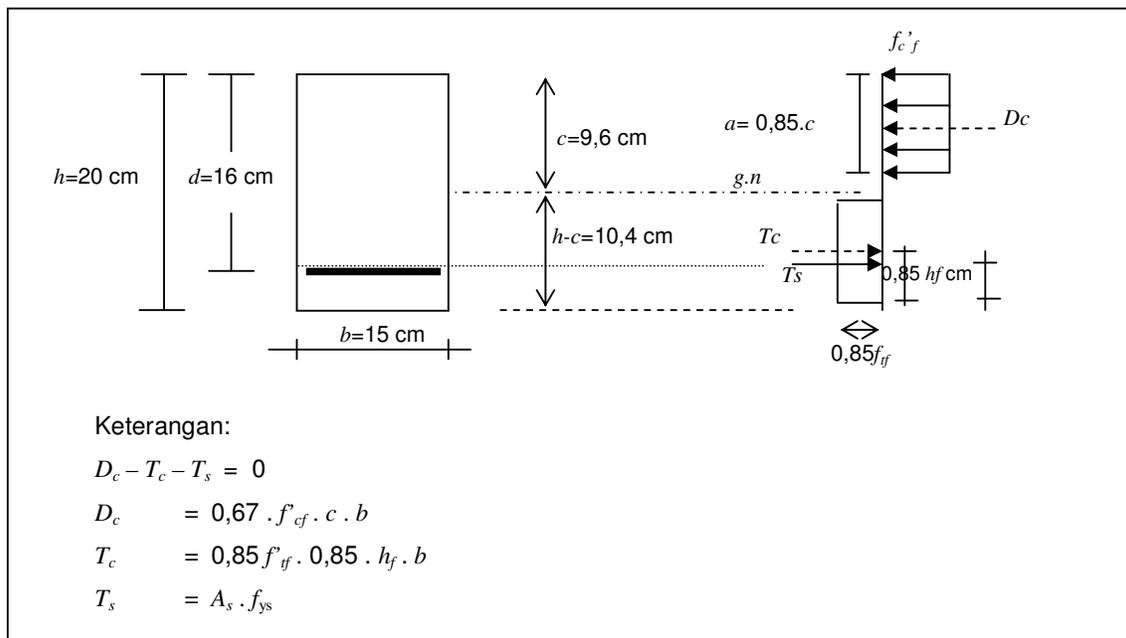
L : bentang balok

a : $\frac{1}{3} L$

q : beban merata akibat berat sendiri balok

Analisis Tampang

Menurut Suhendro (1998) distribusi tegangan (Gambar 3.) balok beton serat adalah:



Gambar 3. Analisis Tampang Beton Serat

Momen ultimit yang dapat didukung oleh tampang balok beton serat:

$$M_u = T_c \left[h - \frac{3}{8} c - \frac{h_f}{2} \right] + T_s \left[d - \frac{3}{8} c \right]$$

dengan:

D_c : gaya blok beton tekan

T_c : gaya blok beton tarik

T_s : gaya akibat tulangan

c : tinggi balok di atas garis netral

h_f : tinggi balok di bawah garis netral

b : lebar balok

f'_{cf} : tegangan tekan beton non serat

f'_{tf} : tegangan tarik beton serat

f'_{ys} : tegangan tarik baja

M_u : momen ultimit

h : tinggi balok

d : jarak tulangan terhadap serat atas balok

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data diperoleh melalui 75 buah silinder beton dan 75 buah balok beton bertulang ukuran 15 cm x 20 cm x 120 cm dengan mengkondisikan balok lentur murni tumpuan sederhana pada konsentrasi serat *roving* terhadap volume beton masing-masing sebesar 0; 1,9; 3,8; 5,7 dan 7,6% dengan penyebaran serat *roving* terhadap tinggi balok (h) : 0%h (BN), 25%h (BRF-25), 50%h (BRF-50), 75%h (BRF-75) dan 100%h (BRF-100) (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

Volume serat terhadap volume beton	Jumlah Benda Uji pada Penyebaran Serat					TOTAL
	0% h BN	25 % h BRF-25	50 % h BRF-50	75 % h BRF-75	100 % h BRF-100	
0 %	3	3	3	3	3	15
1,9 %	3	3	3	3	3	15
3,8 %	3	3	3	3	3	15
5,7 %	3	3	3	3	3	15
7,6 %	3	3	3	3	3	15
Jumlah	15	15	15	15	15	75

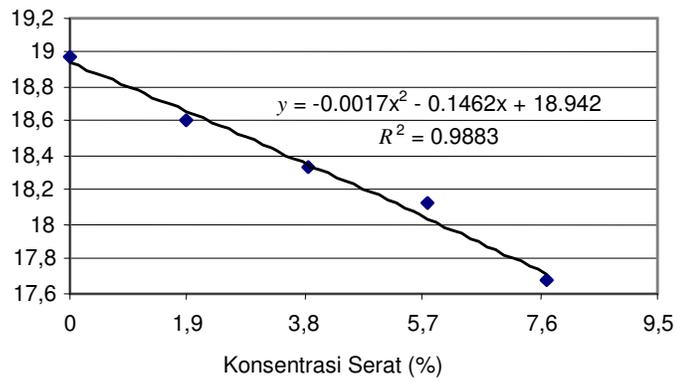
HASIL PENELITIAN

Kuat Tekan

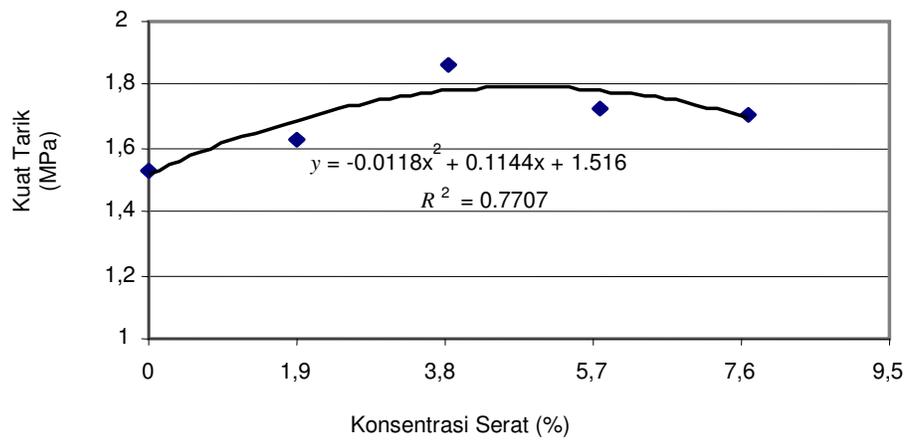
Dari Gambar 4. dapat ditarik kesimpulan bahwa kuat tekan beton tanpa serat sebesar 19 MPa, dengan penambahan serat sebesar 1,9% maka kuat tekan beton serat turun menjadi 18.6 MPa atau turun sebesar 3,15% demikian juga dengan penambahan serat sebesar 3,8; 5,7 dan 7,6% masing-masing kuat tekan turun sebesar 4,2; 5,2 dan 7,36% dengan demikian bahwa penambahan serat pada beton secara signifikan akan menurunkan kuat tekannya.

Kuat Tarik

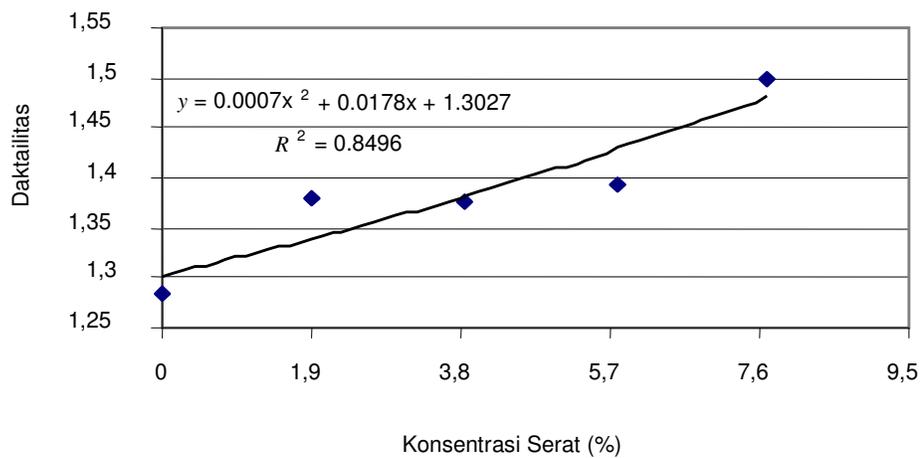
Hasil penelitian pada beton normal (Gambar 5.) menunjukkan kuat tarik sebesar 1,58 MPa sedangkan pada balok beton serat pada konsentrasi serat sebesar 1,9% memberikan hasil kuat tarik beton serat sebesar 1,65 MPa atau naik sebesar 4,24%. Peningkatan kuat tarik beton mencapai puncaknya pada penambahan serat sebesar 3,8% dengan mencapai kuat tarik beton sebesar 1,85% atau naik sebesar 12,12%. Walau penambahan serat sebesar 5,7 dan 7,6% menghasilkan kecenderungan kuat tarik beton menurun, namun kuat tarik beton serat masih di atas kuat tarik beton normal, dengan demikian penambahan serat *roving* sampai mencapai 7,6% dari volume beton masih menghasilkan kuat tarik beton di atas kuat tarik beton normal.



Gambar 4. Hubungan Konsentrasi Serat terhadap Kuat Tarik Beton



Gambar 5. Hubungan Konsentrasi Serat terhadap Kuat Tarik Beton



Gambar 6. Hubungan Konsentrasi Serat terhadap Duktailitas

Daktailitas

Sifat daktailitas beton akan mempengaruhi keliatan, kemampuan menahan benturan, gesekan, dll.

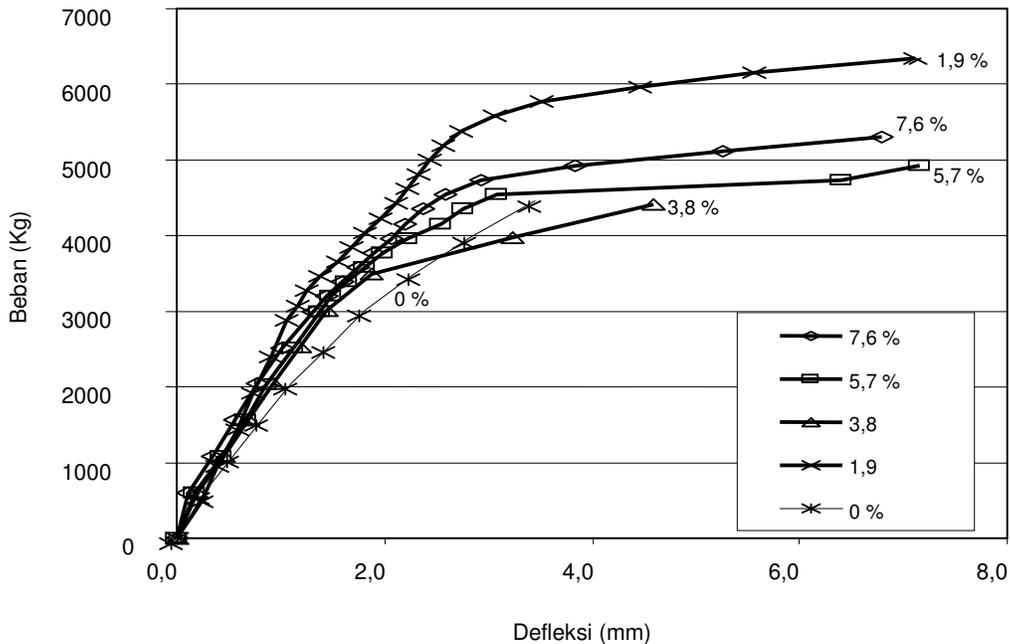
Hasil penelitian (Gambar 6.) menunjukkan beton normal memiliki daktailitas sebesar 1,3, setelah beton ditambah serat sebesar 1,9%, maka dihasilkan peningkatan daktailitas beton serat sebesar 1,4. Peningkatan daktailitas beton dipertahankan sampai penambahan serat mencapai maksimal sebesar 7,6% dengan hasil daktailitas sebesar 1,5. Hasil penelitian menunjukkan secara keseluruhan penambahan serat akan meningkatkan daktailitas beton sampai mencapai signifikan sebesar 85%.

Defleksi Balok

Perhitungan defleksi maksimum yang disyaratkan balok dua tumpuan sederhana dengan bentang 90 cm memberikan hasil

defleksi sebesar 2,5 mm. Gambar 7. menyajikan hasil penelitian balok normal pada beban 4.000 kg diperoleh defleksi sebesar 3 mm dalam pembebanan yang sama pada konsentrasi serat 1,9; 3,8; 5,7 dan 7,6% balok serat memberikan defleksi sebesar 2; 3,7; 2,1 dan 2,1 mm.

Tampak ada sedikit penyimpangan defleksi pada konsentrasi serat sebesar 3,8% yang menghasilkan defleksi sebesar 3,7 mm, namun tiga konsentrasi beton serat menghasilkan defleksi yang lebih rendah daripada defleksi beton normal, dengan demikian adanya penambahan serat pada balok beton akan meningkatkan sifat defleksi balok beton yang berarti kekakuan balok beton serat secara signifikan meningkat.



Gambar 7. Hubungan Beban terhadap Defleksi Balok

Kapasitas lentur

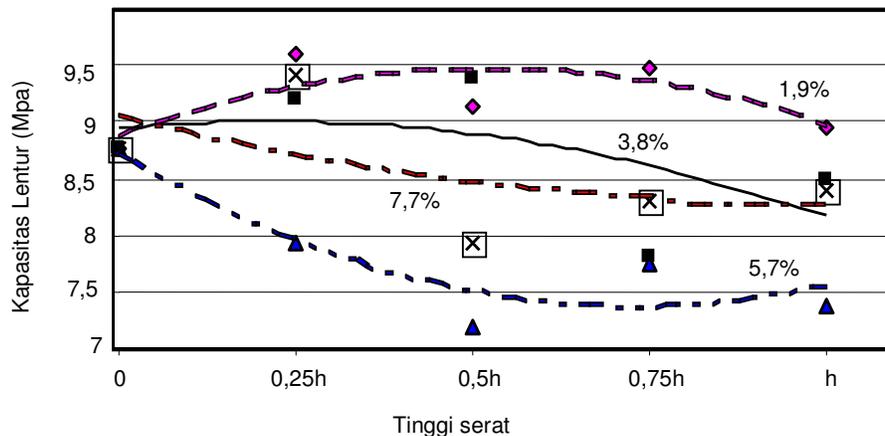
Hasil kapasitas lentur balok beton normal sebesar 8,75 MPa (Gambar 8.), sedangkan untuk beton serat pada konsentrasi serat 1,9% konsentrasi serat sebesar 3,8% dengan penyebaran serat sebesar 0,50 (BRF-50) dengan penyebaran serat 0,25h (BRF-25) memberikan hasil 9,6 MPa dan pada memberikan hasil 9,2 MPa, kedua konsentrasi serat memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan kapasitas beton normal. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa distribusi serat 1,9 dan 3,8% pada penyebaran serat 0,25 h (BRF-25) dan 0,5 h (BRF-50) memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi serat 5,7 dan 7,6%.

PEMBAHASAN

Penambahan serat *roving* menyebabkan kuat tekan beton secara signifikan turun. Penurunan kuat tekan beton serat terjadi karena

serat akan mengurangi lekatan antar butir-butir agregat dan mengurangi tingkat kepadatan beton sehingga dapat mempengaruhi kemampuan beton dalam mendistribusikan gaya tekan beton ke butir-butir agregat.

Hasil penelitian mengindikasikan penambahan serat *roving* akan menaikkan kuat tarik beton yang terbaik sampai batas sekitar 4,5%. Setelah itu kapasitas tarik beton akan menurun. Namun penurunan kapasitas tarik beton serat pada konsentrasi serat 7,6% masih di atas kuat tarik beton normal. Peningkatan kuat tarik pada beton serat menunjukkan adanya daya lekat yang baik antara serat *roving* dengan bahan penyusun beton, hal ini dapat dilihat banyaknya serat *roving* yang terputus pada waktu uji tarik beton. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa serat *roving* memenuhi syarat untuk dipakai sebagai serat pada beton serat.



Gambar 8. Pengaruh Konsentrasi Serat terhadap Kapasitas Lentur

Penurunan kuat tekan beton serat ternyata diikuti dengan meningkatnya kuat tarik beton serat, dengan demikian penambahan serat tidak perlu di semua tampang balok beton tetapi cukup pada daerah tarik balok beton serat atau secara umum di bawah garis netral pada sebuah balok beton yakni di sekitar 0,25 h (BRF-25) dan 0,5 h (BRF-50), dengan demikian hal penting yang perlu dicermati dalam perencanaan balok beton serat akan menghasilkan beton komposit yang memiliki nilai modulus elastisitas berbeda, yakni modulus elastisitas beton di atas garis netral adalah modulus elastisitas beton normal sedangkan modulus elastisitas balok beton di bawah garis netral adalah nilai modulus elastisitas beton serat. Konsekuensi logis dari perbedaan modulus elastisitas pada satu tampang balok adalah penurunan rumus-rumus balok serat perlu dikoreksi.

Secara signifikan penambahan serat dapat meningkatkan daktilitas beton. Peningkatan daktilitas disebabkan oleh adanya serat pada beton yang memungkinkan beton dapat mempertahankan tegangan setelah regangan maksimum terjadi. Daktilitas yang baik diperoleh pada konsentrasi serat 1,8% dengan ditunjukkan regangan yang melampaui regangan beton serat lainnya. Hal ini sejalan dengan sifat beton serat terhadap sifat kuat tarik yang mampu mencapai hasil di atas beton normal, dengan demikian penambahan serat pada beton dapat memperbaiki sifat daktilitas.

Gambaran kemampuan balok dalam mendistribusikan tegangan dan regangan akibat beban lentur disebut kapasitas lentur balok. Kapasitas lentur balok beton serat dengan pemakaian serat sebesar 1,9% memberikan kuat lentur sebesar 9,55 MPa lebih besar dari

beton normal dengan 8,55 MPa, artinya hasil kapasitas lentur balok serat sejalan dengan peningkatan hasil kuat tarik dan sifat daktilitas balok beton serat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, Sjafei. 2005. *Teknologi Beton A-Z*. Jakarta: Yayasan John Hi-Tech Idetama.
- Apriyatno, Henry. 2000. *Pengaruh Rasio Tinggi dan Tebal Badan Balok Castella pada Kapasitas Lentur*. Tesis tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajahmada, Yogyakarta.
- Usmanto, W.. 2006. *Pengaruh Penambahan Serat Roving Sebesar 4,48% dengan Panjang Serat 6 cm pada Sifat Mekanis Balok Beton Bertulang*. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Sudarmoko. 1991. *Kuat Lentur Beton Serat dengan Model Skala Penuh*. Yogyakarta: Universitas Gajahmada.
- Suhendro, B.. 1994. *Pengaruh Pemakaian Fiber Secara Parsial pada Perilaku dan Kapasitas Balok Beton Bertulang (Hasil Full Scale Model Test)*. Yogyakarta: Forum Teknik Sipil UGM.
- Suhendro, B.. 1998. *Pengaruh Pemakaian Fiber secara Parsial pada Perilaku dan Kapasitas Balok Beton Bertulang*. Yogyakarta: Universitas Gajahmada.
- Timoshenko. 1963. *Theory of Elastic Stability*. Singapore: Mc. Graw-Hill.
- Tjokromuljo, K.. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri.