

PENGARUH SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KUAT LENTUR BETON DENGAN FAKTOR AIR SEMEN 0,5

Elhusna¹⁾, Fepy Supriani³⁾ Agustin Gunawan³⁾, Mukhlis Islam⁴⁾
Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu
Jl. Raya Kandang Limun, Bengkulu, Telp. (0736)344087
elhusna@yahoo.co.id

ABSTRACT

18 slabs of 100x100x500 mm dimension had been tested to find out the influence of coconut fiber as the additive to the flexural strength of concrete. The water ratio of the concrete mix design was 0,5. The percontation of coconut fiber were 1%, 2%, 3%, 4% and 5% of the volume of the specimen. The result showed that the fiber additional to the concrete cause the strength getting higher as the percontation getting bigger. The flexural strength of 5% the fiber was 30% higher than the slab of the concrete without the fiber.

Keywords: coconut fiber, concrete flexural strength

1. Pendahuluan

Beton merupakan campuran dengan proporsi tertentu antara agregat, semen, bahan additif (jika ada) dan air yang mengeras karena proses hidrasi (Murdock, 1999). Performa beton dapat dilihat dari sejumlah nilai yaitu; kekuatan, modulus elastisitas, durabilitas, rangkak (*creep*), penyusutan (*shrinkage*) dan ketahanan terhadap air atau impermeabiliti (Somayaji, 2001). Sejumlah penelitian dilakukan untuk meningkatkan berbagai nilai tersebut.

Beton memiliki sejumlah keunggulan. Beton memiliki tingkat keawetan tinggi dan mudah dibuat dalam aneka bentuk dan ukuran (Bungley, 1993). Beton memiliki kuat tekan tinggi, bahan penyusun yang mudah didapat, tahan terhadap karat, keausan dan api/kebakaran (Rochman, 2005). Kuat tekan beton pada range 20,7-41,4 MPa dapat dilakukan dengan proses pengadukan biasa (Somayaji, 2001). Dengan semua kelebihan ini, beton umum digunakan sebagai material konstruksi baik bangunan struktural maupun non struktural.

Beton juga memiliki kekurangan. Kelemahan beton yaitu mempunyai kuat tarik yang rendah. Dibandingkan kuat tekan beton, nilai kuat tariknya hanya berkisar 9-15 persen (Mulyono, 2003) atau 10-15 persen dari kuat tekannya. Persentase tersebut meningkat seiring penurunan kuat tekan beton. Kuat tarik beton yang rendah bertanggung jawab terhadap munculnya retak mikro pada beton (Somayaji, 2001). Kuat tarik beton dapat diketahui dengan uji lentur.

Beton dengan penambahan serat (*fiber*), selanjutnya disebut beton serat, dinyatakan mengalami perbaikan dari retak mikro beton (Somayaji, 2001). Bahan serat meningkatkan kuat tarik dan kuat lentur beton (Wibowo, 2007). Serat dapat berupa serat buatan semisal serat polimer maupun serat alami seperti bambu dan sabut kelapa.

Sabut kelapa merupakan bagian terbesar dari buah kelapa yaitu sekitar 35% dari bobotnya. Sabut kelapa merupakan limbah yang mudah didapat pada daerah di sepanjang pesisir seperti kebanyakan wilayah Indonesia. Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia dengan luas perkebunan kelapa mencapai 3,76 juta Ha dan total produksi sebanyak 14 milyar butir kelapa (*direktorat kredit, BPR dan UMKM, 2000*). Pemanfaatan sabut kelapa pada campuran beton diharapkan dapat meningkatkan kuat lentur beton dan menyelesaikan masalah keterbatasan bahan beton karena produksi serat yang terus tersedia.

2 Tinjauan Pustaka

Kekuatan beton dapat dilihat dari kuat tekan, tarik dan lentur. Kuat tekan mungkin adalah karakteristik paling umum digunakan dari beton. Kuat tekan beton pada range 20,7-41,4 MPa dapat dilakukan dengan proses pengadukan biasa. Kuat tarik beton haruslah cukup tinggi untuk mampu menahan retak akibat rangkak dan penyusutan. Kuat tarik beton disebutkan sebesar 10-15 persen dari kuat tekannya. Kuat lentur dari uji lentur adalah metode paling umum yang digunakan

untuk memprediksi kuat tarik beton (Somayaji, 2001).

Kuat Lentur Beton

Uji lentur menghasilkan tegangan tarik pada bagian bawah balok dan tegangan tekan pada bagian atas balok. Benda uji mengalami kegagalan ketika beton melemah lebih dominan akibat tarik dari pada akibat tekan. Kegagalan ditandai dengan terjadinya retakan. Retak lentur (*flexural crack*) berformasi hampir vertikal dan umumnya terjadi dekat daerah momen maksimum (Somayaji, 2001).

Pengukuran kekuatan tarik lentur digunakan untuk memperkirakan elemen beton yang mengalami retak. Nilai yang umum digunakan adalah modulus ruptur R (*modulus of rupture*). Modulus ruptur adalah tegangan tarik lentur beton yang timbul pada pengujian hancur balok beton tanpa tulangan. Nilai ini digunakan sebagai pengukur kuat tarik sesuai teori elastisitas (Dipohusodo, 1999). Kuat lentur beton yang telah mengeras diketahui dari pengujian kuat lentur beton. Berdasarkan (ASTM C 293-02), *modulus of rupture* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

R = *modulus of rupture* (MPa)

P= beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (Newton)

L = panjang bentang di antara kedua blok tumpuan (mm)

b = lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)

d = tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)

Beton Serat

beton serat adalah material komposit matrik beton (bahan utama pembentuk beton) yang diperkuat dengan serat. (Balaguru dan Shah, 1992). Beton serat memiliki serat tak menerus di dalamnya. Beton serat menawarkan solusi bagi beton yang memiliki banyak retak mikro. Penambahan serat sintetis ternyata dapat mengontrol retak akibat susut plastis. (Somayaji, 2001).

Karakteristik beton seperti kekuatan, daktilitas, *toughness* dan durabilitas

dilaporkan meningkat pada material beton serat (Cachim, 2002).

Beton serat dapat menggunakan serat alam dan serat buatan. Serat alam umumnya berasal dari tumbuhan seperti serat ijuk dan sabut kelapa. Sedangkan serat buatan umumnya adalah serat sintetis dari senyawa polimer. Banyak sekali jenis serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton, seperti serat baja, kaca, plastik dan karbon. (Suhendro, 1991).

Beton dengan serat bambu sebagai bahan tambah dilaporkan meningkatkan kuat lentur beton hingga 96,81% pada penambahan 10% serat bambu. penambahan serat juga dilaporkan menjadikan tinggi retak semakin kecil. Balok dengan penambahan serat mengalami retak yang diawali dengan retak lentur dan disambung dengan retak geser yang ditandai dengan retak lurus kemudian miring membentuk sudut (Simaremare, 2009).

2.6 Sabut kelapa

Sabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus. Sabut kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan industri karpet, pengisi sandaran kursi, *dashboard* mobil, kasur, plafon, atau bahan panel dinding tahan gempa. Sabut kelapa memiliki sifat tahan lama, ulet, kuat terhadap gesekan, tidak mudah patah, tahan terhadap air, tidak mudah membusuk, tahan terhadap jamur dan hama serta tidak dihuni oleh rayap (Isroful, 2009). Sabut kelapa memiliki pengaruh terhadap kekuatan bending produk asbes semen dengan perlakuan terbaik pada persentase serat kelapa 2,4% dengan model anyam (Jufri, 2009).

Pemanfaatan sabut kelapa juga dapat digunakan sebagai peredam suara. Sabut kelapa memenuhi persyaratan untuk peredam suara sesuai ISO 11654, dengan komposisi sabut kelapa diatas 0,15 dihasilkan bahan penyerapan gelombang bunyi oleh peredam suara berbahan dasar material sabut kelapa (Kuriati, 2006).

3 Metode Penelitian

Penelitian ini menguji kuat lentur 18 buah balok beton berukuran 100x100x500 mm. Penambahan serat sabut kelapa pada campuran beton divariasikan sebesar 1%, 2%, 3%, 4%,5% dari volume benda uji.

Pengujian dilakukan pada usia balok beton 28 hari. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.

Perencanaan campuran beton dilakukan menurut standar SK SNI-T-15-1990-03 dengan faktor air semen (FAS) 0,5 berdasarkan SNI-03-2847-2002 dan nilai *slump* 30-60 mm. Pengujian dan penghitungan kuat lentur beton disesuaikan dengan ASTM C 293-02.

Material penelitian

Bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji meliputi; agregat kasar (split), agregat halus (pasir), semen tipe I merk Semen Padang dan serat sabut kelapa.

Serat sabut kelapa yang digunakan dipotong dengan ukuran sekitar 10 mm (Gambar 1). Sabut kelapa yang digunakan adalah serat dari jenis kelapa tua yang didapat dari kota Bengkulu.

Pengujian sifat fisis material pembentuk beton dilakukan berdasarkan SNI 03-1969-1990. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Serat Sabut Kelapa

Pembuatan benda uji balok beton dilakukan sesuai dengan variasi serat sabut kelapa yang direncanakan. Perawatan benda uji dilakukan hingga tes lentur dilakukan pada usia 28 hari.

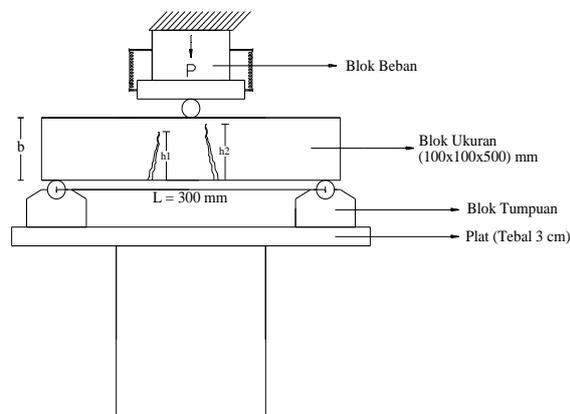
Tabel 1. Sifat dan karakteristik bahan penyusun beton

No	Jenis Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar	Sabut Kelapa
1	Berat jenis ssd (kg/m^3)	2,578	2,685	79,2
2	Berat jenis od (kg/m^3)	2,524	2,675	
3	Absorpsi (%)	2,160	0,368	
4	Kadar air (%)	0,980	1,905	
5	Kadar lumpur (%)	1,323	0,385	
6	MHB	1,918	6,876	
7	Berat isi (kg/m^3)	1432,266	1568,966	

Pengujian lentur balok beton

Pengujian ini menggunakan mesin uji tekan *Universal Compression Testing Machine* kapasitas 150 ton. Pengujian lentur

18 buah balok beton berukuran 100x100x500 mm dilakukan pada usia balok beton 28 hari. Pengujian lentur dilakukan dengan set up alat uji lentur seperti diperlihatkan Gambar 2.



Gambar 2. Set Up Alat dan Specimen Uji Kuat Lentur

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian lentur disajikan pada Tabel 2. Peningkatan kuat lentur terjadi seiring dengan penambahan serat sabut kelapa pada beton dengan variasi koefisien varian setiap perlakuan kurang dari 10%.

Kuat lentur beton serat ketika dibandingkan dengan kuat lentur beton tanpa

serat menunjukkan peningkatan yang hampir seragam pada penambahan volume serat. Peningkatan kuat lentur sebesar 30% terjadi pada beton dengan persentase serat 5% yang merupakan persentase terbesar pada penelitian ini. Hubungan kuat lentur dan penambahan serat sabut kelapa terlihat memiliki hubungan linier (Gambar 3).

Tabel 2. Hasil kuat lentur balok beton serat sabut kelapa

No	Uraian	Volume serat sabut kelapa dalam Balok Beton (%)					
		0	1	2	3	4	5
1	Kuat Lentur Rerata	4,635	5,077	5,371	5,739	6,254	6,622
2	Deviasi Standar	0,382	0,221	0,127	0,221	0,255	0,221
3	Koefisien varian	8,25	4,35	2,37	3,85	4,08	3,33
4	Persentase peningkatan Kuat lentur beton serat Terhadap kuat lentur beton normal	0,0	8,7	13,7	19,2	25,9	30,0

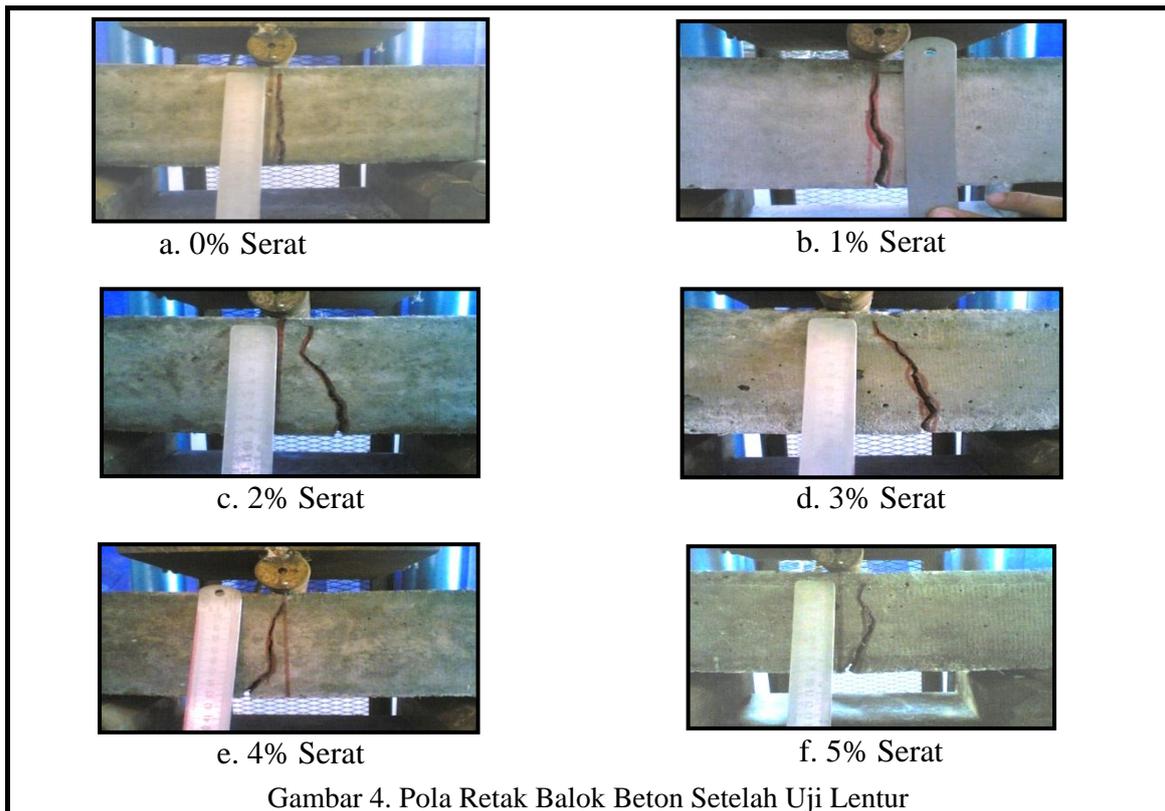


Gambar 3. Grafik Hubungan kuat lentur beton dan serat sabut kelapa

Pola retak beton

Pola retak yang terjadi pada balok memperlihatkan kecenderungan yang berbeda pada setiap balok dengan persentase serat yang berbeda (Gambar 4). Retak yang dialami balok tanpa serat adalah retak lentur yang ditandai dengan pola retak yang tegak lurus sumbu balok (Gambar 4a). Kondisi ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh Somayaji

(2001). Sementara balok beton dengan penambahan serat mengalami variasi retak lentur dan geser. Pola retak arah vertikal yang merupakan retak lentur dan disambung dengan retak berupa garis yang membentuk sudut yang merupakan retak geser (Gambar 4 b sampai e). Kondisi ini sesuai dengan yang terjadi pada beton serat bambu seperti yang dilaporkan Simaremare (2009).



5. Kesimpulan dan saran

Penelitian ini memperlihatkan bahwa penambahan sabut kelapa meningkatkan kuat lentur beton. Peningkatan kekuatan semakin besar seiring dengan meningkatnya persentase serat sabut kelapa. Peningkatan kuat lentur tertinggi terjadi pada 5% penambahan serat sabut kelapa yaitu sebesar 30% dibandingkan dengan kuat lentur tanpa serat sabut kelapa.

Pola retak yang terjadi pada balok beton serat sabut kelapa memperlihatkan variasi pola retak geser dan lentur. Pola retak berbeda pada setiap balok beton dengan persentase serat sabut kelapa yang berbeda.

Penelitian lanjutan perlu dilakukan terhadap persentase serat sabut kelapa yang lebih besar dan pengamatan yang lebih detail pada pola retak yang terjadi. Sebaiknya penelitian juga dilakukan terhadap performa beton lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terimakasih yang besar pada Jefri Suwandi, ST yang telah membantu penulis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of American Society for Testing of Material Standars, 2002, *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)*, New York.
- Annual Book of American Society for Testing of Material Standars, 2003, *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*, New York.
- Anonim, 2000. *Pemanfaatan Kelapa di Indonesia*. Direktorat Kredit, Bpr dan UMKM: Jakarta.
- Balaguru, P.and Shah, S.P., 1992, *Fibre Reinforced Cement Composites*, McGraw-Hill, Singapore.
- Bungley, JH, 1993, *Reinforced Concrete Design*, MacMillan Press LTD, London
- Cachim, P.B, dkk, 2002, *Fatigue behavior of fiber-reinforced concrete in compression*, Elsevier Journal , Cement and Concrete Composite, 24(2002), Hal 211-217
- DPU, 1989, *Standar SK SNI M-12-1989-F, Metode Pengujian Slump Beton*. LPMB,

- Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- DPU, 1989, *Standar SK SNI M-14-1989-F, Metode Pengujian Kuat Tekan*, LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- DPU, 1990, *Standar SK SNI T-15-1990-0, Pembuatan Campuran Beton Normal*, LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Dipohusodo, I., 1999, *Struktur Beton Bertulang*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Isroful, 2009, *Pengolahan Sabut Kelapa Menjadi Papan Partikel dengan Batang Pisang sebagai Pelapisnya pada Interior Bangunan*.
<http://isroful.wordpress.com/2009/10/15/-pengolahan-sabut-kelapa-menjadi-papan-partikel-dengan-batang-pisang-sebagai-pelapisnya-pada-interior-bangunan/> diakses 10 Oktober 2010 (Pukul 15:30 WIB).
- Jufri, 2009, *Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Penyusun Asbes Untuk Meningkatkan Kekuatan Bending*, Teknik mesin UMM, Malang
- Khuriaty, 2006, *Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyi*
- Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, FT. Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M., 1991, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta
- Rochman, A., 2008, *Peningkatan Kinerja Tulangan Bambu Pada Balok Beton Bertulang Dengan Cara Perbaikan Kuat Lekat*, FT. UMS, Surakarta.
- Romanhas, 2009, *Analisis Kuat Lentur Balok Beton Akibat Penambahan Serat Bambu*, Teknik Sipil Unib, Bengkulu
- SNI 1972:2008, *Cara Uji Slump Beton*, BSN.
- SNI 03-2847:2002, *Pembuatan Campuran Beton Normal*, BSN.
- Somayaji, S, 2001, *Civil Engineering Material*, second edition, Prentice Hall, New Jersey
- Suhendro, B., 1991, Pengaruh Pemakaian Fiber Secara Parsial pada Perilaku dan Kapasitas Balok Beton Bertulang, Seminar Mekanika Bahan Untuk Meningkatkan Potensi Bahan Lokal, PAU UGM.
- Walpole, R., 1995, *Pengantar Statistika*, PT Gramedia, Jakarta.
- Wibowo, 2007, *Kapasitas Lentur, Thoungnes, dan Stiffness Beton Ringan*, Universitas Petra, Jakarta.