

PENGARUH PEMANFAATAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI MATERIAL SERAT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

Iwan Rustendi ¹

ABSTRACT

Concrete is the one of building material that existing intense very popular in engineering and contractor as well as in general society. To complete the performance of concrete, several inovation have already made by people that have competen of its.

Consider of result from detailed test, material addition that capable to increasing strength of concrete is fiber. Addition fiber for concrete will make great influence for tensile strength of concrete, but for compressive strength is not significan. In this research, will detected how much that influence of coconut shell fiber toward strength from several variation dosis.

Sample of concrete is made in four type, first sample with 0% of coconut shell fiber, second sample with 5% of coconut shell fiber, third sample with 10% of coconut shell fiber and the last sample with 15% of coconut shell fiber.

From result of detailed test concrete, the compressive strength is to be reduction, but the tensile strength to be increase allowed from increasing coconut shell fiber. With 5% addition of coconut shell fiber the compressive strength is redacted at 19,36% and the tensile strength is increasing at 4,29%, with 10% addition of coconut shell fiber the compressive strength is redacted at 23,00% and the tensile strength is increasing at 19,63% and with 15% addition of coconut shell fiber the compressive strength is redacted at 40,09% and the tensile strength increasing at 36,81%.

Key words : *fiber concrete, coconut shell fiber, compressive strength, tensile strength.*

PENDAHULUAN

Karakteristik beton (*plain concrete*) yang sangat spesifik adalah bahwa beton kuat menahan gaya/tegangan tekan tapi tidak kuat menahan gaya tarik. Menurut Murdock dan Brook (1996), kekuatan tarik beton hanya sekitar seperduapuluh kekuatan tekannya. Sehingga sangatlah tidak efektif apabila beton dijadikan material pada elemen-elemen struktur yang menderita tegangan tarik.

Untuk memperbaiki performa beton, berbagai inovasi telah dilakukan sehingga muncullah istilah-istilah beton bertulang (*reinforced concrete*), beton pratekan

(*prestressed concrete*) dan beton serat (*fiber concrete*).

Beton serat ialah material komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat (Tjokrodimaljo, 1996). Serat merupakan salah satu jenis bahan tambahan (*additif*) selain *admixture* dan *fly ash* (abu terbang) yang umum digunakan untuk campuran adukan beton. Dengan penambahan serat, beton menjadi lebih tahan retak dan tahan benturan sehingga beton serat lebih daktail daripada beton biasa. Dengan kata lain pengaruhnya terhadap kekuatan beton adalah meningkatkan kuat tarik, sementara terhadap kuat tekan pengaruhnya tidak begitu signifikan. Sehingga bahan tambahan

¹ Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto

serat penggunaannya di kalangan industri beton siap pakai (*ready mix concrete*) khususnya di Indonesia tidak begitu familiar, kecuali untuk konstruksi-konstruksi tertentu yang menuntut kekuatan tarik beton yang tinggi. Menurut Tjokrodimaljo (1996), kuat tekan beton akan ikut meningkat apabila serat yang digunakan mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi daripada beton.

Materi yang bisa digunakan sebagai bahan serat seperti yang telah dilaporkan ACI Committee 544. 1 R – 82 serta Soroushian dan Bayasi (1987) antara lain baja (*steel*), plastik (*polypropylene*), gelas (*glass*) dan Karbon (*carbon*). Sementara menurut Tjokrodimaljo (1996) bahan serat bisa berupa asbestos, gelas/kaca, plastik, baja atau serat tumbuhan (rami, ijuk, bambu, sabut kelapa). Dari bermacam-macam bahan serat tersebut, serat baja merupakan yang paling sering digunakan baik untuk penelitian maupun dalam aplikasinya, karena modulus elastisitasnya lebih tinggi daripada beton. Sehingga selain kuat tariknya yang mengalami peningkatan, kuat tekannya pun akan meningkat.

Di Indonesia penelitian beton serat dengan menggunakan serat selain kawat baja seperti serat ijuk, sabut kelapa, nylon dan lain-lain pernah dicoba.

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Tinjauan pustaka

Fungsi serat dalam beton serat adalah untuk mencegah timbulnya retak-retak. Sehingga efektifitas fungsi serat sangat ditentukan oleh bahan serat itu sendiri. Serat dari baja seperti yang diperlihatkan Tabel 1 memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat jenis lainnya. Selain memiliki kuat tarik dan modulus elastisitas yang tinggi juga memiliki beberapa karakteristik lain yang menguntungkan apabila berada dalam adukan beton, diantaranya ialah tidak mengalami perubahan bentuk akibat pengaruh alkali dalam semen, daya lekatnya dengan adukan beton sangat tinggi dan sifat mekanikalnya tidak akan berubah karena waktu. Tapi walaupun lebih unggul daripada serat jenis lainnya bukan berarti tidak mempunyai kelemahan. Apabila serat baja tidak dalam kondisi terlindung beton maka resiko korosi akan terjadi. Sementara berat jenisnya yang relatif tinggi akan menambah berat betonnya. Disamping itu sifat pelekatannya yang tinggi akan mengakibatkan terjadinya *balling effect*, yaitu serat tidak tersebar secara merata sewaktu dicampur dengan adukan beton.

Tabel 1. Spesifikasi maca-macam serat (Sumber : Soroushian dan Bayasi, 1987)

Bahan Serat	Berat Jenis	Kuat Tarik (Ksi)	Modulus Elastisitas (10^3 Ksi)
Baja	7,86	100 – 300	30
Kaca	2,7	> 180	11
Plastic	0,91	> 100	0.14 – 1,2
Karbon	1,6	> 100	> 7,2

Bahan serat plastik yang sering digunakan adalah jenis *polypropylene*. Beberapa karakteristik serat jenis ini antara lain tidak menyerap air semen, modulus elastisitas yang rendah, ikatannya dengan pasta semen kurang baik, mudah terbakar (titik

lelehnya rendah) dan kurang tahan lama (cepat rapuh). Sementara karakteristik yang dimiliki serat karbon antara lain tahan terhadap lingkungan yang agresif, stabil pada temperatur tinggi, mempunyai ketahanan terhadap abrasi, relatif kaku,

tahan lama tapi penyebarannya dalam adukan beton lebih sulit dibandingkan dengan serat jenis lain.

Karena bahan-bahan serat tersebut masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan, maka dalam aplikasinya perlu disesuaikan dengan sifat beton yang dikehendaki.

Beberapa riset tentang beton serat yang banyak dilakukan di luar negeri lebih didominasi oleh penggunaan serat baja. Di Indonesia penelitian tentang beton serat juga banyak menggunakan serat baja dengan memanfaatkan kawat baja lokal berupa kawat bendrat. Seperti penelitian yang dilakukan Sudarmoko (1993) menggunakan kawat bendrat dengan panjang bervariasi yaitu 60 mm, 80 mm dan 100 mm. Dengan pemakaian sebanyak 1% volume beton memberikan hasil bahwa kuat tariknya meningkat sekitar 47% dan Kuat tekannya meningkat sekitar 25%.

Dari hasil-hasil penelitian yang pernah dicoba, menunjukkan bahwa sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki akibat penambahan serat adalah sebagai berikut (Ezeldin and Cheng – Tzu Thomas Hsu, 1992):

- a. Daktilitas (*ductility*), yang berhubungan dengan kemampuan bahan menyerap energi (*energy absorption*).
- b. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*).
- c. Kemampuan terhadap kuat tarik dan momen lentur (*tensile and flexural strength*).
- d. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue life*).
- e. Ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*).
- f. Ketahanan terhadap keausan (*abrasion*).

Secara umum pengaruh penambahan serat yang paling signifikan adalah terhadap kuat tarik beton. Hal ini disebabkan karena ketika beton mulai retak-

retak pada saat akan hancur, retak-retak tersebut akan ditahan oleh keberadaan serat, sehingga beton akan bertambah liat (*ductile*). Sementara terhadap kuat tekan pengaruhnya tidak begitu signifikan, karena kuat tekan beton lebih banyak dipengaruhi oleh kekerasan dan bentuk agregat yang memungkinkan saling mengunci. Kekuatan tekan beton akan ikut meningkat apabila serat yang digunakan mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi daripada betonnya sendiri atau agregat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sudarmoko (1993).

Karena pengaruh penambahan serat yang paling signifikan adalah terhadap kuat tarik beton, sehingga kegunaan beton serat hanya pada konstruksi-konstruksi tertentu. Pada kondisi-kondisi khusus (seperti pada elemen dinding yang tipis), akibat kuat tarik beton yang rendah maka retak-retak akan mudah terjadi yang pada akhirnya akan mengurangi keawetan (*durability*) beton. Tapi dengan bertambahnya kuat tarik akibat penambahan serat, maka retak-retak bisa dikurangi.

Karena sifat daktilitasnya lebih tinggi daripada beton biasa, beton serat sangat cocok dan sering digunakan pada :

- a. Lapisan perkerasan jalan (*rigid pavement*), supaya retak-retak akibat beban kejut kendaraan bisa dikurangi.
- b. *Spillway* (pelimpah) dam, untuk mengurangi kerusakan akibat kavitas.
- c. Elemen struktur yang sangat tipis, agar tidak mudah retak akibat benturan.

Tapi di luar negeri penggunaan beton serat tidak hanya terbatas pada konstruksi-konstruksi tertentu saja. Di negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan Inggris aplikasi dari penelitian beton serat telah banyak digunakan. Sebagai ilustrasi, berbagai aplikasi beton serat serta sifat mekanika yang dimanfaatkan ditunjukkan pada Tabel 2.

Pengaruh Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton

Tabel 2. Beberapa aplikasi penggunaan Beton serat

Applications	Improvement												
	Ductility (energy absorption)	Dynamic stiffness and strength	Impact resistance	Tensile (flexural) strength	Shear strength	Serviceability (cracking and deflectin)	Fatigue properties	Reduce size and weight	Abrasion and corrosion resistance	Cavitation resistance	Multy axial strength Behavior under high temperature	Reduced water absorption	
Seismic resistance structures	○	○		○	○	○		○					
Airfield and haighway pavement			○	○			○	○	○				
Thin shells				○	○	○		○			○		
Frame, beams and flat slab	○			○	○	○		○			○		
Bridge structures	○	○		○	○	○	○	○			○		
Blast resistance structure	○	○	○	○	○	○		○			○		
Water tanks				○		○		○				○	
Hydraulic structure				○		○	○	○	○	○		○	
Precast and prestressed concrete stucture	○			○	○	○		○			○		
High strength concrete and high strength steel	○			○		○					○		
Overlay in industrial environments						○			○				
Refractory structures									○			○	
Packing and repair with shot crete				○		○							
Rock slope stabilization				○		○			○	○		○	
Concrete pipes				○		○		○	○	○		○	
Nuclear reactors	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	
Mine tunneling				○	○	○		○	○	○		○	

(Sumber : Soroushian dan Bayasi, 1987)

Landasan teori

Tempurung kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari industri kopra (daging kelapa kering sebagai bahan baku minyak goreng). Keberadaannya banyak terdapat di sekitar kita, dan pemanfaatannya kebanyakan hanya sebatas sebagai bahan kayu bakar.

Menurut Soroushian dan Bayasi (1987) serta menurut Tjokrodiluljo (1996), bahwa

glas/kaca bisa dijadikan material serat pada adukan beton. Secara visual baik kaca maupun tempurung kelapa apabila dilebur, performanya tidak jauh berbeda, yaitu berbentuk serpihan yang keras. Sehingga karakteristiknya pun diperkirakan sama. Maka secara logika tempurung kelapa jika dijadikan material serat pengaruhnya akan sama atau bahkan lebih tinggi daripada kaca. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

- a. Kekuatan dan keuletan tempurung kelapa lebih tinggi daripada kaca (kaca lebih getas daripada tempurung kelapa). Kekuatan dan keuletan yang tinggi umumnya mengakibatkan modulus elastisitas tinggi, sehingga akan menghasilkan beton dengan modulus elastisitas tinggi pula.
- b. Akibat sisa-sisa sabut kelapa tekstur permukaan tempurung kelapa lebih kasar daripada kaca, sehingga ikatannya dengan pasta semen akan lebih kuat yang pada akhirnya akan menambah kekuatan beton.

Hipotesa

1. Tekstur permukaan tempurung kelapa yang kasar, akan menyebabkan daya lekatnya dengan pasta semen lebih kuat, sehingga pada saat beton akan hancur tempurung kelapa sulit lepas dari pasta semen dan akhirnya beton menjadi liat. Karena beton bertambah liat berarti kuat tariknya meningkat.
2. Kekerasan tempurung kelapa yang relatif tinggi (seperti agregat kasar), diharapkan akan mampu meningkatkan kuat tekan beton.

METODE PENELITIAN

Populasi dan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa yang berasal dari limbah industri kopra. Sifat-sifat populasi yang perlu diketahui di sini adalah sebagai berikut:

1. Populasi bersifat tak terbatas
Tempurung kelapa yang dijadikan objek penelitian adalah tempurung kelapa yang merupakan limbah industri kopra dari mana saja.
2. Populasi bersifat heterogen
Tempurung kelapa yang berasal dari limbah industri kopra dari segi kekuatan tidak seragam, karena kelapa yang dijadikan bahan kopra umurnya (tuanya) tidak sama. Makin tua kelapa makin tinggi kekuatannya.

Sampel (contoh) ialah sebagian anggota populasi yang diambil dengan menggunakan teknik tertentu sehingga mereka memenuhi syarat sebagai wakil dari populasi. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*, di mana dipilih satu lokasi industri kopra sebagai tempat pengambilan.

Variabel penelitian

Variabel-variabel meliputi:

1. Variabel bebas (*independent variable*)
Variabel bebas ialah ubahan yang menjadi sebab berubahnya atau timbulnya variabel terikat (Usman dan Akbar, 2003). Dalam penelitian ini yang bertindak sebagai variabel bebas adalah besarnya penambahan serat tempurung kelapa terhadap adukan beton yaitu sebanyak 0%, 5%, 10%, dan 15 % volume beton.
2. Variabel terikat (*dependent variable*)
Variabel terikat ialah ubahan terikat yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat dari adanya pengaruh variabel bebas (Usman dan Akbar, 2003). Yang menjadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Kuat tekan beton dinyatakan dengan kuat tekan benda uji silinder umur 28 hari.
 - b. Kuat tarik beton dinyatakan dengan uji kuat tarik belah (*splitt cylinder*) umur 28 hari.
3. Variabel kendali (*control variable*)
Yang menjadi variabel kendali dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Faktor air semen (fas) sebesar 0,5.
 - b. Perbandingan campuran beton ditentukan sebesar 1 pc : 2 pasir : 3 kerikil (perbandingan volume).

Bahan penelitian

Bahan atau materi pokok dalam penelitian ini adalah bahan-bahan untuk pembuatan adonan beton yang terdiri dari:

Pengaruh Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton

1. Agregat kasar
Agregat kasar (split) yang digunakan berasal dari sekitar Banyumas (*crushed*) dengan diameter maksimum 2 cm.
2. Agregat halus
Agregat halus (pasir) yang digunakan adalah pasir Kali Serayu.
3. *Portland cement (PC)*
Sebagai bahan pengikat digunakan semen merk Gresik.
4. Air
Air yang digunakan berupa air sumur, dan berdasarkan pengamatan secara fisik dapat dipakai untuk untuk pembuatan beton karena warnanya jernih, rasanya segar (tidak payau) dan biasa konsumsi.

Instrumen penelitian

Instrumen yang dipakai dalam penelitian ini merupakan instrumen yang telah distandarisasikan. Adapun instrumen pokok yang digunakan antara lain :

1. Perangkat alat untuk pembuatan benda uji (cetakan) silinder dan pengetesan *slump*.
2. Perangkat alat untuk pengujian kuat tekan benda uji silinder yang sekaligus digunakan untuk *splitting test*.

Pengumpulan data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu :

1. Dokumentasi (data sekunder)
Adalah pencatatan atas semua hal yang berhubungan dengan obyek penelitian. Satu-satunya data yang diambil dengan metode ini yaitu data berat jenis semen, yang berasal dari penelitian-penelitian sebelumnya tentang teknologi beton. Data ini diperlukan untuk perhitungan faktor air semen (fas) karena perbandingan campuran yang digunakan adalah perbandingan volume.
2. Pengujian (data primer)
Adalah pengumpulan data dari hasil pengujian langsung dengan menggunakan instrumen tes yang

standar Data ini terdiri dari data kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Sementara data tentang karakteristik agregat (pasir dan kerikil) di sini tidak diadakan/diperlukan. Alasannya karena material tersebut sudah umum digunakan pada proyek-proyek di Banyumas dan sekitarnya, sehingga dianggap sudah memenuhi syarat-syarat yang ditentukan dalam peraturan yang berlaku. Di samping itu karena tujuan utama penelitian ini adalah hanya untuk mengetahui pengaruh penambahan serat tempurung kelapa terhadap kekuatan beton, terlepas dari bahan baku betonnya memenuhi syarat atau tidak.

Analisis data

Analisis data adalah analisis deskriptif, yaitu mendeskripsikan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat.

JALANNYA PENELITIAN

Pengolahan sampel

Sebelum tempurung kelapa dilebur menjadi serpihan kecil (ukuran maksimum 2 cm x 2 cm), supaya tingkat kekeringannya seragam terlebih dahulu dijemur dibawah terik matahari.

Perhitungan perbandingan campuran dan pembuatan benda uji

Dalam perhitungan rancangan campuran (*mix design*) beton, secara umum dikenal ada dua cara, yaitu cara perbandingan berat dan perbandingan volume. Pada penelitian ini perhitungan proporsi bahan adukan beton menggunakan cara perbandingan volume, di mana perbandingan yang digunakan yaitu 1 pc: 2 pasir: 3.kerikil. Ada beberapa alasan mengapa digunakan perbandingan volume yaitu :

1. Cara ini sangat praktis karena pada pelaksanaannya cukup menggunakan alat takaran saja.
2. Cara ini sangat sederhana dan lazim digunakan oleh masyarakat banyak,

sehingga bila hasil penelitian ini memiliki hasil positif, orang mudah mengaplikasikannya.

Dalam penelitian ini terdapat empat tipe adukan beton yaitu beton tanpa serat tempurung kelapa, beton dengan 5% kandungan serat tempurung kelapa, beton dengan 10% kandungan serat tempurung kelapa, dan beton dengan 15% kandungan serat tempurung kelapa. Benda uji untuk uji kuat tekan dan uji kuat tarik masing-masing dibuat 2 buah untuk setiap tipenya. Sehingga total kebutuhan benda uji adalah sebanyak 16 buah.

Dalam pembuatan benda uji setiap tipe, idealnya adukan betonnya berasal dari adukan yang sama. Alasannya adalah

apabila dalam pencetakan benda uji setiap tipe adukannya berasal dari adonan baru, ada kemungkinan terjadi *human error* dalam menakar material. Hal ini akan berpengaruh terhadap hasil pengujian, sehingga data yang diperoleh sudah tidak akurat lagi.

Karena keterbatasan alat cetak (2 buah), pencetakan benda uji setiap tipe, adukannya berasal dari adonan baru (setiap 2 benda uji berasal dari adonan baru) dengan tidak mengesampingkan ketelitian dalam menakar material. Kebutuhan material untuk 2 buah benda uji (satu kali membuat adonan) dengan fas 0,5 dan berat jenis semen yang digunakan 3150 kg/m³ (Kadreni, 2001) terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan material untuk satu kali membuat adonan
(Sumber : hasil perhitungan)

Jumlah Serat (%)	Jumlah material (liter)				
	PC	Pasir	Kerikil	Serat	Air
0	3	6	9	0	4,7
5	3	6	9	0,9	4,7
10	3	6	9	1,8	4,7
15	3	6	9	2,7	4,7

Pengetesan benda uji

Pengujian kuat tekan dan kuat tarik benda uji dilaksanakan di Laboratirium Teknik Sipil Universitas Wijayakusuma Purwokerto.

Dari hasil pengujian tekan benda uji silinder didapatkan data besarnya gaya yang menyebabkan benda uji tersebut hancur. Kuat tekan benda uji (f_c) dihitung dengan persamaan:

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

- dengan
- P = beban maksimum (N)
- A = luas bidang tekan (mm²)
= 1/4πd²
- d = diameter silinder (mm)

Dari kuat tekan masing-masing benda uji kemudian dihitung kuat tekan beton rata-rata (f_{cr}) dengan persamaan (Wahyudi dan Rahim, 1999) :

$$f_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} f_c (i)}{N} \dots\dots\dots(2)$$

- dengan
- f_c = kuat tekan masing-masing benda uji (MPa)
- N = jumlah semua benda uji

Apabila akan ditentukan kekuatan tekan karakteristiknya atau yang disyaratkan (f_c') bisa dihitung dengan persamaan (Wahyudi dan Rahim, 2001):

$$f_c' = f_{cr} - 1,64s \dots\dots\dots(3)$$

dengan

s = standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cr})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (4)$$

Sedangkan dari hasil pengujian tarik (*splitting test*) didapatkan data besarnya gaya yang menyebabkan benda uji silinder hancur dalam poisi rebah (tidur). Kuat tarik benda uji (f_t) dihitung dengan persamaan (ASTM C 496 – 94):

$$f_t = \frac{2P}{\pi dl} \dots\dots\dots (5)$$

dengan

- P = beban maksimum (N)
- d = diameter silinder (mm)
- l = tinggi/panjang silinder (mm)

HASIL PENELITIAN

Kuat tekan beton

Penambahan serat tempurung kelapa mengakibatkan menurunnya kuat tekan beton. (lihat Tabel 4). Hal ini bisa dijelaskan karea keberadaan serat tempurung kelapa dalam adukan beton berbeda dengan serat jenis lainnya, serat kawat baja misalnya, yang berupa batangan sangat kecil. Bentuk serat tempurung kelapa yang mirip agregat kasar akan mengakibatkan sebagaian massa/volume kerikil tereliminasi dari adukan beton dan posisinya digantikan oleh serat tempurung kelapa (hal ini akan dibuktikan dengan analisis berat jenis betin). Karena kekuatan tempurung kelapa lebih rendah daripada kerikil, maka akibatnya ialah kuat tekan beton cenderung turun. Makin besar kandungan serat tempurung kelapanya makin besar penurunan kuat tekan betonnya.

Tabel 4. Kuat tekan beton masing-masing tipe (Sumber : hasil analisis)

Jumlah serat (%)	P (kN)		f _c (Mpa)		F _{cr} (Mpa)	Penurunan (%)
	I	II	I	II		
0	395	380	22,4	21,5	21,95	0,00
5	310	315	17,6	17,8	17,70	19,36
10	300	300	16,9	16,9	16,90	23,00
15	230	235	13,0	13,3	13,15	40,09

Kuat tarik beton

Penambahan serat tempurung kelapa mengakibatkan meningkatnya kuat tarik beton (lihat Tabel 5). Hal ini bisa dijelaskan karena permukaan tempurung kelapa (akibat sisa-sisa sabut kelapa) teksturnya lebih kasar. Akibatnya ikatan antara

tempurung kelapa dengan pasta semen menjadi kuat sehingga ketika beton mulai reak-retak pada saat akan ancur tempurung kelapa sulit lepas dari pasta semen dan akhirnya beton menjadi lebih liat. Karena betambah liat maka kuat tariknya meningkat.

Tabel 5. Kuat tarik beton masing-masing tipe (Sumber : hasil analisis)

Jumlah serat (%)	P (kN)		f _t (Mpa)		F _{tr} (Mpa)	Peningkatan (%)
	I	II	I	II		
0	120	110	1,70	1,56	1,63	0,00
5	120	120	1,70	1,70	1,70	4,29
10	140	135	1,98	1,91	1,95	19,63
15	160	155	2,26	2,19	2,23	36,81

Berat jenis beton

Dari hasil penimbangan benda uji silinder, ternyata bobot masing-masing tipe beton tidak sama tapi ada kecenderungan menurun mulai dari yang persentase seratnya kecil sampai ke yang persentase seratnya besar. Sehingga bisa disimpulkan bahwa berat jenisnya menurun seperti yang diperlihatkan pada Tabel 6.

Seperti telah disinggung sebelumnya, menurunnya berat jenis beton disebabkan karena ada sebagian massa/volume kerikil tereliminasi dari adukan beton dan

posisinya ditempati oleh serat tempurung kelapa. Hal ini disebabkan karena bentuk serat tempurung kelapa mirip agregat kasar, sehingga ketika mereka ditambahkan ke dalam adonan beton akan memakan volume yang besar. Keadaan ini berlainan dengan keberadaan serat jenis lainnya, seperti serat kawat baja (berupa batang sangat kecil) yang tidak mempunyai kecenderungan mengeliminasi keberadaan agregat kasar. Karena tempurung kelapa berat jenisnya lebih rendah daripada kerikil, secara otomatis akan menurunkan berat jenis betonnya.

Tabel 6. Berat jenis beton masing-masing tipe (Sumber : hasil analisis)

Jumlah serat (%)	Bobot (kg)		Berat jenis (kg/m ³)		BJ Rata-rata (kg/m ³)
	B. uji tekan	B. uji tarik	B. uji tekan	B. uji tarik	
0	12,75	12,79	2406	2413	2409
5	12,49	12,55	2357	2368	2362
10	12,24	12,16	2309	2294	2302
15	11,85	11,80	2236	2226	2231

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan dari penelitian ini antara lain :

1. Penambahan serat tempurung kelapa pada adukan beton akan menurunkan kuat tekannya. Makin besar persentase tempurung kelapa yang ditambahkan makin besar pula penurunannya.
2. Penambahan serat tempurung kelapa pada adukan beton akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kuat tariknya. Dari beberapa persentase yang dicoba yaitu 5%, 10%, dan 15% persentase terbesar memberikan efek terbesar pula.
3. Karena ada sebagian massa/volume agregat kasar tereliminasi oleh serat tempurung kelapa, maka berat jenis betonnya menjadi berkurang.

SARAN-SARAN

1. Supaya agregat kasar yang tereliminasi bisa diminimalisir, maka serat tempurung kelapa dimensi serpihannya harus dibuat lebih kecil (lembut) lagi. Sehingga penurunan kuat tekannya bisa diminimalisir pula.
2. Apabila dikehendaki suatu beton dengan kuat tarik yang tinggi (tapi kuat tekannya tidak begitu dipentingkan), penggunaan serat tempurung kelapa lebih menguntungkan karena konstruksinya menjadi lebih ringan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous, 1982, ACI 544. 1R – 82, "State of The Art Report on Fiber Reinforced Concrete", May, pp.9 – 25.

Anonim, 1982, "Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI – 1982)",

Pengaruh Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Material Serat
Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton

Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Bandung.

Anonymous, 1990, ASTM C 496 – 90, "Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens", Volume 04.02 Concrete and Aggregate, American Society for Testing and Material, Philadelphia, pp. 269 – 272.

Ezeldin, A.S., and Cheng – Tzu Thomas Hsu, 1992, "Optimization of Reinforced Fibrous Concrete Beams", Tittle No.89 – S12, ACI Structural Journal, American Concrete Institute, Detroit, Michigan.

Kadreni, E., 2001, " Pengaruh Steel Fiber pada Sifat Mekanis Beton dan Kapasitas Balok Beton Bertulang Pasca Kebakaran", Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Murdock, L.J., dan Brook, K.M., 1996, "Bahan dan Praktek Beton", Penerbit Erlangga, Jakarta

Soroushian, P., and Bayasi.,Z., 1987, "Concept of Fiber Reinforced Concrete", Proceeding of The International Seminar on Fiber Reinforced Concrete, Michigan State University, Michigan, USA.

Sudarmoko, 1993, "Pengaruh Panjang Serat pada Sifat Struktural Beton Serat", Media Teknik Edisi 1/XV April, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

Suryabrata, S., 2003, "Metodologi Penelitian", Penerbit PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.

Tjokrodimuljo, K., 1996, "Teknologi Beton", Penerbit Naviri, Yogyakarta.

Usman, H.U., dan Akbar, P.S., 2003, "Metodologi Penelitian", Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.

Wahyudi, L., dan Rahim, S.A., 1999, "Struktur Beton Bertuang", Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.