

INFLUENCE OF ULIN WOOD GRAIN USAGE AS FIBER MATERIAL ON CONCRETE COMPRESSIVE AND TENSILE STRENGTH

PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK KAYU ULIN SEBAGAI MATERIAL SERAT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

Yulin Patrisia¹⁾, Sri Murwantini²⁾

^{1), 2)} Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Palangka Raya, Kampus Unpar Tunjung Nyaho, Jl. H. Timang, 73111A

e-mail: yulinpatrisia@yahoo.com

ABSTRACT

Concrete is a building material used widely in construction because of the advantages it has. One of the very specific characteristics of concrete is that it withstands the force/compressive stress, but does not withstand the concrete tensile strength. There are various innovations have been made to improve the ability of the concrete tensile, such as reinforced concrete, prestressed concrete and fibre concrete. In this study, the fiber used as a mixture of concrete, fiber used is ironwood fiber (*Eusideroxylon zwageri*) which is an industrial waste from sawmills. The addition of 5%, 10%, and 15% ironwood fiber showed its influence to the concrete compressive strength and tensile. Percentage increase in optimum compressive strength and tensile strength of the concrete cylinders occurs in variation with the addition of 5% kayu ulin fiber, which is 14.2% higher when compared to concrete without fibers, with an average compressive strength of 30.76 MPa. For tensile strength of concrete, it reaches 3,545 MPa or 2.63% higher than the concrete without fibers. For the addition of ironwood fiber variation by 10% and 15% showed an increase in the tensile strength of concrete, but a decrease in the compressive strength of concrete. The experimental results also showed that the addition of fiber will reduce workability of concrete.

Key words: fiber concrete, kayu ulin, compressive strength of concrete, tensile strength of concrete

ABSTRAK

Beton merupakan material bangunan yang digunakan secara luas dalam dunia konstruksi karena keunggulan yang dimilikinya. Salah satu karakteristik beton yang sangat spesifik adalah beton kuat menahan gaya/tegangan tekan, akan tetapi beton tidak kuat menahan gaya tarik. Untuk memperbaiki kemampuan tarik beton, telah dilakukan berbagai inovasi, misalnya beton bertulang, beton pratekan dan beton serat. Dalam penelitian ini, digunakan serat sebagai bahan campuran beton, serat yang digunakan adalah serat kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) yang merupakan limbah dari industri penggergajian. Dengan penambahan serat dengan persentase serat kayu ulin sebesar 5%, 10%, dan 15% menunjukkan pengaruh terhadap kuat tekan dan tarik beton. Persentase peningkatan kuat tekan dan kuat tarik optimum pada silinder beton terjadi pada variasi dengan penambahan 5% serbuk kayu ulin, yaitu sebesar 14,2% lebih tinggi jika dibandingkan beton tanpa serat, yaitu dengan kuat tekan rata-rata sebesar 30,76 MPa. Untuk kuat tarik beton mencapai 3,545 MPa atau 2,63% lebih tinggi dari beton tanpa serat. Pada variasi penambahan serbuk kayu ulin sebesar 10% dan 15% menunjukkan adanya peningkatan pada kuat tarik beton, tetapi penurunan pada kuat tekan beton. Hasil percobaan juga memperlihatkan bahwa penambahan serat kayu ulin akan mengurangi kelecakan/*workability* beton.

Kata Kunci: beton serat, kayu ulin, kuat tekan beton, kuat tarik beton

PENDAHULUAN

Beton merupakan material bangunan yang digunakan secara luas dalam dunia konstruksi karena keunggulan yang dimilikinya. Beton dapat dibuat dengan mudah oleh mereka yang mengerti tentang beton atau pun yang tidak punya pengetahuan sama tentang beton, yang membedakannya adalah kualitas dan mutu beton yang dihasilkan. Di samping itu, beton bisa dipakai untuk berbagai macam bangunan/struktur.

Salah satu karakteristik beton yang sangat spesifik adalah beton kuat menahan gaya/tegangan tekan, akan tetapi beton tidak kuat menahan gaya tarik. Menurut Murdock dan Brook (1996), kekuatan tarik beton hanya sekitar seperduapuluh kekuatannya. Sehingga sangatlah tidak efektif apabila beton dijadikan material pada elemen-elemen struktur yang menderita tegangan tarik. Untuk memperbaiki kemampuan tarik beton, telah dilakukan berbagai inovasi, misalnya beton bertulang, beton pratekan dan beton serat.

Beton serat adalah material komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat (K. Tjokrodinuljo, 1996). Serat merupakan salah satu jenis bahan tambahan yang umum digunakan untuk campuran adukan beton dengan tujuan agar beton lebih tahan retak dan tanah terhadap benturan dibandingkan dengan beton biasa.

Pemakaian serat dalam campuran beton sudah cukup lama dilakukan, namun karena ketersediaannya semakin menurun, maka dikembangkan berbagai jenis serat selulosa, salah satunya adalah serat kayu. Kayu merupakan salah satu material dengan kadar selulosa tinggi yaitu 72%.

Dalam penelitian ini, penulis mencoba menggunakan serbuk kayu ulin yang merupakan limbah pengolahan kayu, sebagai material serat untuk pembuatan beton serat (*fiber concrete*). Hasil dari percobaan laboratorium diharapkan mampu menggambarkan pengaruh penggunaan serbuk kayu ulin tersebut terhadap kekuatan tekan dan kekuatan tarik beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Serat

Serat pada beton serat berfungsi untuk mencegah timbulnya retak-retak. Sehingga efektifitas fungsi serat sangat ditentukan oleh bahan serat itu sendiri. 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. Dari beberapa hasil penelitian yang pernah dicoba, menunjukkan bahwa sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki akibat penambahan serat adalah sebagai berikut (Ezeldin, A.S., Cheng-Tzu Thomas Hsu, 1992):

- Daktilitas (*ductility*), yang berhubungan dengan kemampuan bahan menyerap energi
- Ketahanan terhadap beban kejut
- Kemampuan terhadap kuat tarik dan momen lentur
- Ketahanan terhadap kelelahan
- Ketahanan terhadap pengaruh susut
- Ketahanan terhadap keausan

Soroushian, P., Bayasi, Z (1997) menyatakan bahwa serbuk kayu merupakan salah satu serat alami (*cellulose fibers*), hemiselulosa dan lignin. Lignin merupakan unsur dari sel kayu yang mempunyai pengaruh yang buruk terhadap kekuatan serat (*fibers*). Kuat tarik selulosa setelah diteliti sebesar 2000 MPa, sedangkan unsur lignin dalam kayu dapat menurunkan kuat tarik sebesar 500 MPa.

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.

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

- Lapisan perkerasan jalan (*rigid pavement*), supaya retak-retak akibat beban kejut kendaraan bisa dikurangi.
- Pelimpah (*spillway*) dam, untuk mengurangi kerusakan akibat kavitasi
- Elemen struktur yang sangat tipis, agar tidak mudah retak akibat benturan.

Akan tetapi, 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 sudah banyak digunakan.

Serat Kayu Ulin

Kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) merupakan salah satu jenis kayu hutan tropika basah yang tumbuh secara alami di wilayah Sumatera Selatan dan Kalimantan. Jenis ini dikenal dengan nama daerah pohon ulin, bulian, bulian rambai, onglon, belian, tabulin dan telian. Pohon ulin termasuk jenis pohon besar yang tingginya dapat mencapai 50 m dengan diameter mencapai 120 cm, tumbuh pada dataran rendah sampai ketinggian 400 m. Kayu ulin termasuk dalam famili *Lauraceae*. Kayu ulin mempunyai warna coklat kuning, lambat laun menjadi coklat hitam.

Kayu ulin umumnya tumbuh pada tanah kering, pada tanah liat dan tanah endapan batuan pasir, pada lapangan datar, miring atau bergelombang ringan. Kayu ulin tahan terhadap air laut dan termasuk kayu kelas kuat I dan kelas Awet I. Berdasarkan Vademecum Kehutanan Indonesia (Anonymous, 1976), kelas kekuatan kayu didasarkan pada berat jenis, keteguhan lengkung mutlak (klm) dan keteguhan tekan mutlak (ktm) dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Kayu ulin banyak digunakan sebagai bahan/material konstruksi bangunan berupa tiang bangunan, sirap (atap kayu), papan lantai, kusen, bahan untuk bangunan jembatan, bantalan kereta api dan kegunaan lain yang memerlukan sifat-sifat khusus awet dan kuat. Di Kalimantan Tengah, keberadaan kayu ulin sebagai bahan bangunan masih sering digunakan, terutama untuk bahan kusen dan furnitur. Serbuk kayu ulin sebagai limbah sisa industri pengolahan kayu tidak banyak dimanfaatkan kembali, biasanya hanya digunakan sebagai bahan campuran untuk menggemburkan tanah dan media tanam, khususnya jamur.

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serbuk kayu ulin terhadap kuat tekan beton dengan cara membandingkan hasil kuat tekan benda uji beton tanpa serbuk kayu dengan nilai kuat tekan benda uji beton dengan campuran 5%, 10% dan 15% serbuk kayu ulin.
- Mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serbuk kayu ulin terhadap kuat tarik beton dengan cara membandingkan hasil kuat tarik benda uji beton tanpa serbuk kayu dengan nilai kuat tarik benda uji beton dengan campuran 5%, 10% dan 15% serbuk kayu ulin.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Apabila hasil penelitian menunjukkan pengaruh yang baik dalam pemakaian serbuk kayu ulin terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton, maka diharapkan melalui

hasil penelitian ini dapat memanfaatkan limbah serbuk kayu ulin sebagai campuran beton, sehingga menjadi salah satu solusi dalam pengelolaan dan pemanfaatan limbah padat

- Menjadi referensi/rujukan bagi peneliti selanjutnya tentang pemanfaatan serbuk kayu ulin sebagai material serat pada beton

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

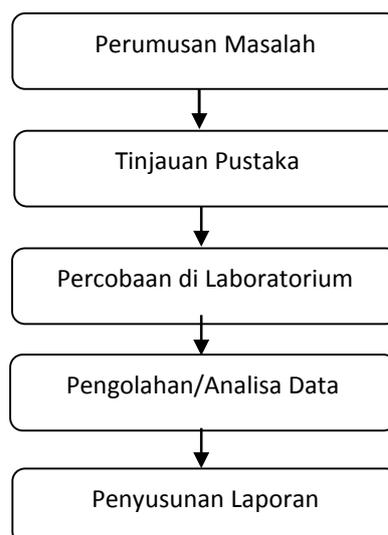
Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, berupa percobaan di laboratorium. Selain penelitian eksperimental, penelitian ini didukung oleh studi kepustakaan yang bersumber pada berbagai buku-buku literatur, jurnal-jurnal penelitian, artikel-artikel yang dipublikasikan di internet, laporan tugas akhir, dan lain-lain yang berkaitan dengan topik penelitian.

Struktur Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada diagram alir penelitian berikut ini:

Tabel 1. Kelas kekuatan kayu

Kelas Kayu	Berat Jenis	Klm (kg/cm^2)	Ktm (kg/cm^2)
I	$0,9 >$	$1100 >$	$650 >$
II	$0,6 \leq 0,9$	$725 \leq 1100$	$425 \leq 650$
III	$0,4 \leq 0,6$	$0,500 \leq 725$	$300 \leq 425$
IV	$0,3 \leq 0,4$	$300 \leq 500$	$215 \leq 300$
V	$< 0,3$	< 300	< 215



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian meliputi:

1. Variabel bebas ialah ubahan yang menjadi sebab berubahnya variabel terikat (Usman, H. U., Akbar, P. S., 2003). Dalam penelitian ini yang bertindak sebagai variabel bebas adalah besarnya penambahan serat kayu ulin terhadap campuran beton yaitu sebesar 0%, 5 %, 10% dan 15% dari berat semen dalam campuran beton.
2. Variabel terikat (*dependent variable*)
Variabel terikat ialah ubahan terikat yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat dari adanya pengaruh variabel bebas (Usman, H. U., Akbar, P. S., 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 kuat tarik belah (*split cylinder*) umur 28 hari.
3. Variabel kendali (*control variable*)
Yang menjadi variabel kendali dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Kuat tekan beton direncanakan sebesar 25 MPa
 - b. Faktor air semen (fas) sebesar 0,54
 - c. Slump 8 – 12 cm
 - d. Desain campuran beton

Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar; Agregat kasar (*split*) yang digunakan berasal dari daerah Pelaihari (Kalimantan Selatan), merupakan batu pecah dengan ukuran 5-10 mm dan 20-30 mm.
2. Agregat halus; Di dalam penelitian ini, agregat halus yang digunakan adalah pasir pasang berwarna putih (*kwarsa*) dari daerah Palangka Raya.
3. Semen; Semen digunakan sebagai bahan pengikat. Dalam penelitian ini, digunakan 100% semen tanpa menggunakan tambahan *pozzolanic material*, yaitu semen PCC (*Portland Composite Cement*) dari salah satu merk semen yang banyak beredar di Palangka Raya.
4. Air; Air yang digunakan berupa air sumur, dan berdasarkan pengamatan fisik layak digunakan untuk campuran pembuatan beton, karena warnanya jernih, rasanya segar (tidak payau) dan biasa dikonsumsi.
5. Serat kayu ulin; Serat kayu ulin diambil dari serbuk kayu dari limbah industri pengolahan kayu di salah satu bengkel kerja kayu di kota Palangka Raya.

Standar Penelitian

Standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. *American Society for Testing Materials* (ASTM)
- b. *American Concrete Institute* (ACI)
- c. Standar Nasional Indonesia (SNI)

Tahapan Penelitian di Laboratorium

- a. Pengujian bahan campuran beton
Pengujian agregat terdiri dari:
 - Pengujian analisa ayakan untuk mengetahui distribusi ukuran agregat halus dan kasar, serta modulus kehalusan agregat halus dengan menggunakan prosedur sesuai (SNI 03-1968-1990) (Anonymous, 1990)
 - Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dengan menggunakan prosedur sesuai SNI 03-1969-1990 (revisi) (Anonymous, 1990)
 - Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dengan menggunakan prosedur sesuai SNI 03-1970-1990 (Anonymous, 1990)
 - Pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan prosedur sesuai SNI 03-1971-1990 (Anonymous, 1990)
 Sebelum serbuk kayu digunakan, terlebih dahulu dikeringkan dengan oven supaya tingkat kekeringannya seragam
- b. Pembuatan desain campuran beton
Dalam perhitungan desain campuran beton, secara umum dikenal dengan dua cara, yaitu perbandingan berat dan perbandingan volume. Pada penelitian ini, perhitungan proporsi bahan adukan beton menggunakan cara perbandingan berat (metode ACI).
- c. Pelaksanaan percobaan laboratorium
Percobaan dilakukan sebanyak 4 kali sesuai dengan desain campuran yang telah dibuat, yaitu beton normal (0 % serbuk kayu), beton dengan 5%, 10% dan 15% serbuk kayu ulin.
Peralatan yang digunakan antara lain:
 - Perangkat alat untuk pengadukan bahan campuran beton (molen)
 - Perangkat alat untuk pengetesan slump/keleccakkan beton (kerucut Abrams)
 - Perangkat alat untuk pembuatan benda uji (cetakan) silinder ukuran 15 cm x 30 cm
 - Perangkat alat untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik benda uji silinder (*Universal Testing Machine/UTM*)
- d. Pembuatan, perawatan dan pengetesan benda uji
 - Dalam setiap percobaan, dilakukan pembuatan benda uji silinder sesuai dengan ketentuan dalam ASTM C 192-95 sebanyak 8 buah.
 - Perawatan benda uji (*curing*) dilakukan sesuai dengan ASTM dan ACI 308-81.
 - Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan prosedur ASTM C39, umur pengetesan beton ditetapkan pada umur 7, 14 dan 28 hari (ACI Committee, 1993).
 - Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan dengan menggunakan prosedur SNI (Anonymous, 2002) pada umur 28 hari.

Pengolahan/Analisa Data

Data-data yang diperoleh melalui percobaan di laboratorium akan dianalisa dan disajikan dalam bentuk gambar dan tabel. Analisa data adalah analisa deskriptif, yaitu mendeskripsikan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Agregat

a. Analisa Ayakan

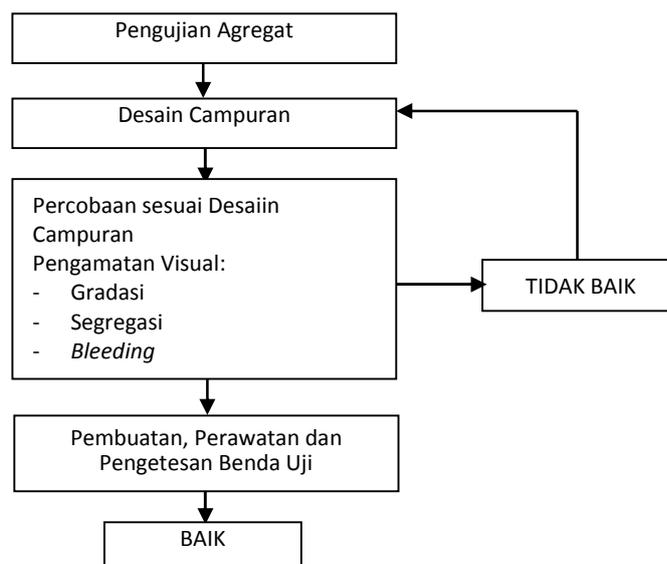
Hasil pengujian analisa ayakan untuk agregat halus dan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.

b. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat

Besarnya nilai berat jenis dan penyerapan agregat dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

c. Kadar Air Agregat

Pengujian kadar air agregat dilakukan sesaat sebelum percobaan dilakukan, dengan tujuan untuk mengoreksi volume dalam campuran beton yang diakibatkan oleh pengaruh kadar air dalam agregat. Hasil pengujian kadar air beton dapat dilihat Tabel 5.



Gambar 2. Tahapan percobaan di laboratorium

Tabel 2. Analisa Ayakan Agregat

Ukuran Ayakan (mm)	Agregat Halus (Pasir)		Agregat Kasar (5-10)		Agregat Kasar (20-30)	
	% Lolos	Batas Spesifikasi	% Lolos	Batas Spesifikasi	% Lolos	Batas Spesifikasi
50	100		100		100	100-100
37,5	100		100		100	90-100
25	100		100		27,57	20-55
19	100		100	100-100	4,32	0-15
12,5	100		98	90-100	0	0-5
9,5	100	100-100	70,67	40-70	0	
4,75	98,66	95-100	1,33	0-15	0	
2,36	85,89	80-100	0	0-5	0	
1,18	64,98	50-90	0		0	
0,6	35,12	25-60	0		0	
0,3	15,48	10-30	0		0	
0,15	8,9	2-10	0		0	
0,075	3,53		0		0	
Pan	0		0		0	

$$FM = \frac{\text{Jumlah \% butiran di atas ayakan } 0.15}{100}$$

$$FM = 290,98/100 = 2,91$$

Tabel 3. Hasil pengujian BJ curah kering dan BJ semu agregat

Sampel	Berat Jenis Curah Kering			Berat Jenis Semu		
	Agregat Halus	Agregat Kasar (5-10)	Agregat Kasar (20-30)	Agregat Halus	Agregat Kasar (5-10)	Agregat Kasar (20-30)
A	2,621	2,655	2,658	2,837	2,785	2,786
B	2,611	2,652	2,668	2,842	2,780	2,800
Rata-rata	2616	2,653	2,661	2,839	2,700	2,793

Tabel 4. Hasil pengujian BJ SSD dan penyerapan air agregat

Sampel	Berat Jenis Curah (SSD)			Penyerapan Air (%)		
	Agregat Halus	Agregat Kasar (5-10)	Agregat Kasar (20-30)	Agregat Halus	Agregat Kasar (5-10)	Agregat Kasar (20-30)
A	2,697	2,702	2,704	2,9	1,754	1,728
B	2,693	2,698	2,715	3,1	1,739	1,771
Rata-rata	2,695	2,700	2,710	3,0	1,746	1,750

Tabel 5. Hasil pengujian kadar air agregat

Sampel	Kadar Air (%)		
	Agregat Halus	Agregat Kasar (5-10)	Agregat Kasar (10-25)
A	5,81	0,81	0,58
B	6,19	0,87	0,66
Rata-rata	6,00	0,84	0,62

Tabel 6. Desain campuran beton

Persentase Serbuk Gergaji Kayu Ulin (%)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Semen (kg)	Serbuk gergaji kayu Ulin (kg)
0 % (normal)	190	791	1097	350	-
5 %	190	791	1097	350	17,5
10 %	190	791	1097	350	35
15 %	190	791	1097	350	52,5

Desain Campuran Beton

Desain campuran beton menggunakan metode American Concrete Institute (ACI), dapat dilihat Tabel 6 berikut ini. Kuat tekan beton yang direncanakan adalah $F_c' 25$ MPa dengan faktor air semen sebesar 0,54.

Pengujian Slump Beton

Pengujian *slump* dilakukan untuk mengukur kemudahan adukan beton untuk dikerjakan (*workability*). Hasil pengujian memperlihatkan bahwa nilai *slump* pada beton serat nilainya lebih rendah daripada beton normal secara keseluruhan. Penurunan nilai *slump* antara sebelum dan sesudah penambahan serat menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan serat ke dalam adukan beton akan mengurangi *workability* adukan

beton. Biasanya semakin besar volume serat kayu yang ditambahkan ke dalam adukan beton, maka nilai *workability* adukan beton akan semakin menurun nilainya. Gambar 3 memperlihatkan dengan lebih jelas trend dari perubahan nilai *slump* pada setiap campuran beton segar dengan persentase kandungan serbuk kayu yang berbeda.

Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari dengan mengikuti prosedur pengujian pada ASTM C 39. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* hingga didapatkan beban maksimumnya.

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan benda uji (umur 7 hari)

No	Variasi campuran	Umur 7 hari		
		Berat (kg)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata – rata (MPa)
1.	Normal	2,67	17,39	18,18
		2,60	18,96	
2.	5%	2,68	19,99	20,17
		2,70	20,35	
3.	10%	2,60	18,61	19,95
		2,62	21,28	
4.	15%	2,65	17,16	17,84
		2,66	18,52	

Tabel 8. Hasil pengujian kuat tekan benda uji (umur 14 hari)

No	Variasi campuran	Umur 14 hari		
		Berat (kg)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata – rata (MPa)
1.	Normal	2,71	23,55	23,31
		2,67	23,06	
2.	5%	2,60	26,42	23,70
		2,68	22,98	
3.	10%	2,67	20,93	21,89
		2,68	22,85	
4.	15%	2,60	21,11	21,81
		2,69	22,50	

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan benda uji (umur 28 hari)

No	Variasi campuran	Umur 28 hari		
		Berat (kg)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata – rata (MPa)
1.	Normal	2,66	26,76	26,94
		2,67	27,12	
2.	5%	2,71	31,25	30,76
		2,65	30,26	
3.	10%	2,60	26,59	26,74
		2,62	26,88	
4.	15%	2,67	24,87	25,30
		2,63	25,72	

Hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari memperlihatkan bahwa campuran beton dengan kandungan 5% serbuk kayu ulin bisa mencapai kuat tekan beton tertinggi, sebesar 30,76 MP atau 14,2% lebih tinggi dari beton normal tanpa kandungan serat. Pada variasi campuran 10% dan 15% serat kayu ulin pada campuran beton, nilai kuat tekan beton akan semakin menurun. Nilai kuat tekan beton umur 7, 14 dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 7-9 dan Gambar 4.

Pengujian Kuat Tarik Belah Benda Uji Beton

Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari untuk tiap variasi beton sebanyak 2 buah benda uji silinder beton. Tabel 10 memperlihatkan hasil pengujian kuat tarik benda uji beton.

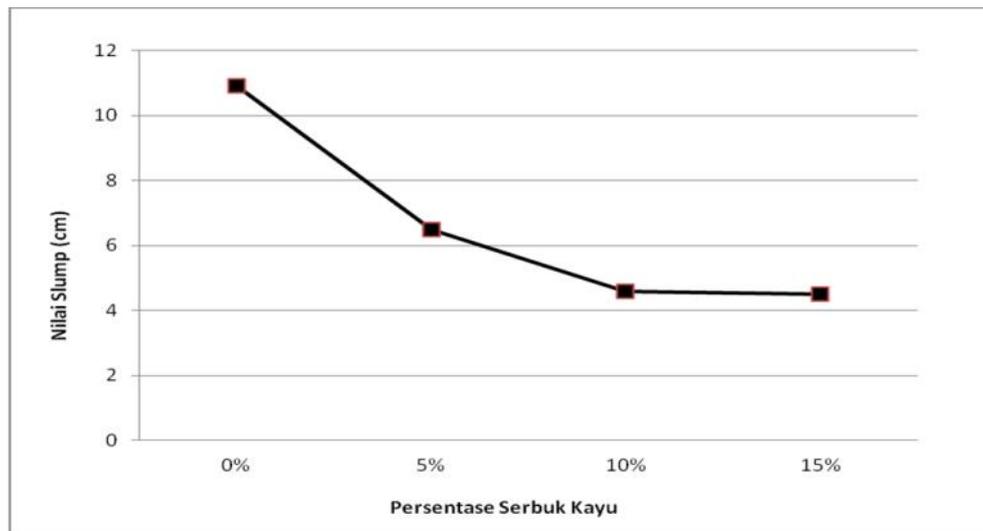
Hasil pengujian kuat tarik belah benda uji memperlihatkan adanya peningkatan kekuatan tarik

dengan adanya penambahan serbuk kayu. Penambahan maksimal mencapai 2,63% kekuatan tarik dicapai pada campuran beton dengan kandungan 5% serbuk kayu ulin. Menurut Sudarmoko (Sudarmoko, 2003), kuat tarik beton berkisar antara 5-12 % dari kuat tekan beton. Hasil percobaan memperlihatkan, pada campuran normal (tanpa serbuk kayu), kuat tarik belah beton sebesar 8,89% kuat tekan beton; pada campuran 5% serbuk kayu ulin kuat tarik belah beton mencapai 11,52% kekuatan tekannya.

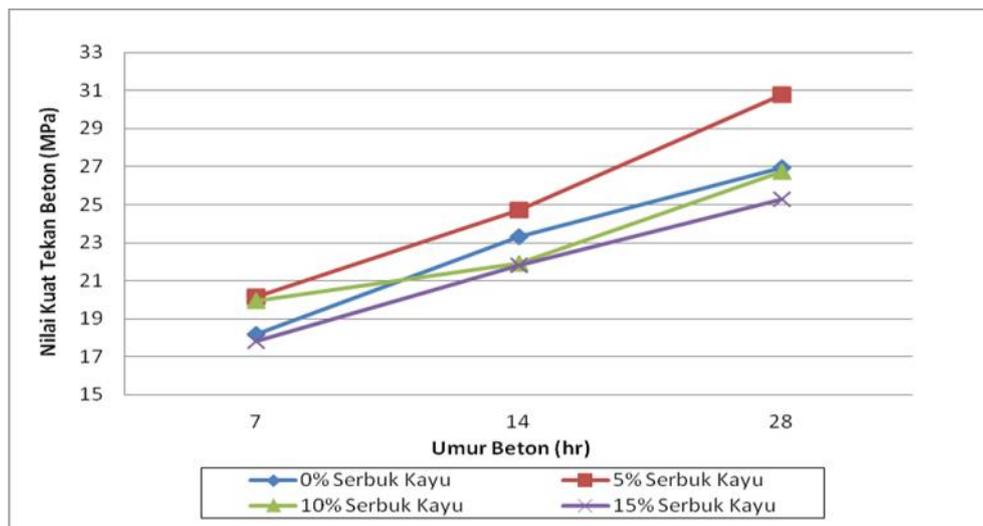
Pada campuran 10% dan 15% serbuk kayu, nilai kuat tarik belah beton juga mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan beton tanpa serat, tetapi hasilnya masih lebih rendah dari kekuatan tarik belah yang dicapai pada campuran 5% serbuk kayu ulin. Persentase kenaikan nilai kuat tarik beton dengan lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 10. Hasil pengujian kuat tarik belah benda uji

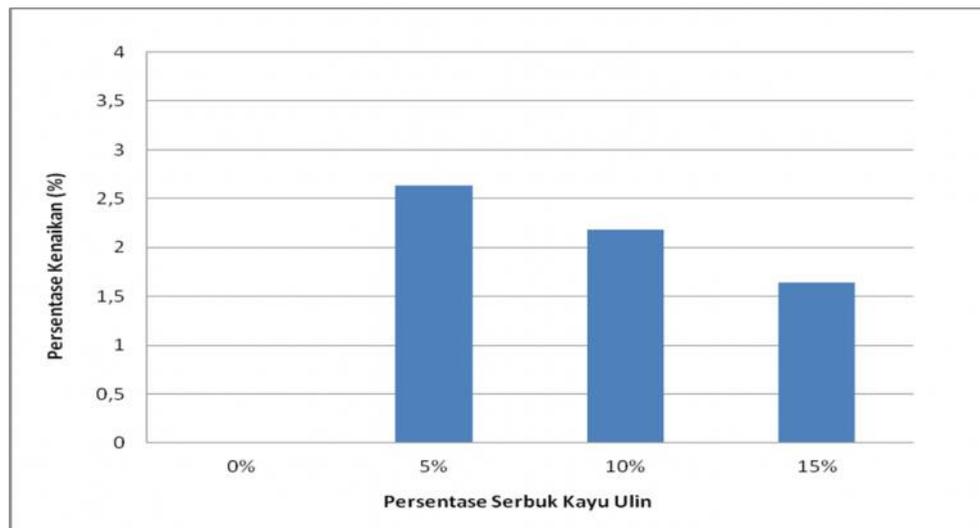
No	Variasi campuran	Umur 28 hari		
		Berat (kg)	Kuat tarik (MPa)	Kuat tarik rata-rata (MPa)
1.	Normal	2,65	2,43	2,395
		2,69	2,36	
2.	5%	2,72	3,46	3,545
		2,66	3,63	
3.	10%	2,70	2,91	2,960
		2,64	3,01	
4.	15%	2,60	2,58	2,665
		2,63	2,75	



Gambar 3. Nilai slump beton segar hasil percobaan



Gambar 4. Hasil uji kuat tekan beton umur 7, 14, 28 hari



Gambar 5. Grafik hubungan variasi penambahan serbuk kayu dengan persentase kuat tarik belah beton

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah diadakan melalui tahapan percobaan di laboratorium dengan variasi penambahan serbuk kayu ulin, pengujian kuat tekan dan kuat tarik untuk silinder beton, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya melalui penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan persentase serat kayu ulin sebesar 5%, 10%, dan 15% menunjukkan pengaruh terhadap kuat tekan dan tarik beton.
2. Persentase peningkatan kuat tekan dan kuat tarik optimum pada silinder beton terjadi pada variasi dengan penambahan 5% serbuk kayu ulin, yaitu sebesar 14,2% lebih tinggi jika dibandingkan beton tanpa serat, yaitu dengan kuat tekan rata-rata sebesar 30,76 MPa. Untuk kuat tarik beton mencapai 3,545 MPa atau 2,63% lebih tinggi dari beton tanpa serat.
3. Pada variasi penambahan serbuk kayu ulin sebesar 10% dan 15% menunjukkan adanya peningkatan pada kuat tarik beton, tetapi penurunan pada kuat tekan beton.
4. Penambahan serat kayu ulin akan mengurangi kelecakan/*workability* beton.

Saran

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut:

1. Melakukan beberapa pengujian tambahan terhadap material yang digunakan, termasuk pengujian terhadap semen (misalnya pengujian kekuatan dan *setting time* semen), pengujian terhadap air dan

agregat (misalnya *loss angeles abrasion test* terhadap agregat kasar).

2. Menambah bahan tambahan pada beton (misalnya superplasticizer) untuk meningkatkan *workability* beton dengan serat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1976, *Vademecum Kehutanan Indonesia*, Direktorat Jenderal Kehutanan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Anonymous, 1990, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI 03-1968-1990)*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonymous, 1990, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (Revisi SNI 03-1969-1990)*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonymous, 1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI 03-1970-1990)*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonymous, 1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat (SNI 03-1971-1990)*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonymous, 2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (SNI 03-2491-2002)*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- ASTM C192 / C192M - 12a, 1992, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

- Ezeldin, A.S., Cheng-Tzu Thomas Hsu, 1992. *“Optimization of Reinforced Fibrous Concrete Beams”*, Tittle No.89-S12, ACI Structural Journal, American Concrete Institute, Detroit, Michigan.
- Murdock, L.J., Brook, K.M., 1996, *Bahan dan Paktek Beton*”, Erlangga, Jakarta.
- Siswadi, dkk, 2007, *Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian Terhadap Kuat Desak Beton*, Jurnal Teknik Sipil Volume 7 No 2, 144-151, Universitas Brawijaya, Yogyakarta.
- Soroushian, P., Bayasi, Z, 1997, *“Concept of Fiber Reinforced Concrete”*, Proceeding of The International Seminar on Fiber Reinforced Concrete, Michigan State University, Michigan, USA.
- Sudarmoko, 2003, *“Pengaruh Panjang Serat pada Sifat Struktural Beton Serat”*, Media Teknik Edisi I/XV April, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1996, *“Teknologi Beton”*, Naviri, Yogyakarta
- Usman, H. U., Akbar, P. S., 2003, *“Metodologi Penelitian”*, Bumi Aksara, Jakarta.