

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON NORMAL

Lissa Opirina, Dewi Purnama Sari dan Muhammad Hanif

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar
Jl.Kampus Alue Peunyareng Meulaboh, Indonesia
e_mail : lissaopirina@utu.ac.id

Abstrak — Serat yang digunakan pada penelitian ini adalah serat tandan kosong kelapa sawit hasil dari limbah pabrik kelapa sawit. Penggunaan serat tandan kosong kelapa sawit dalam campuran beton disini adalah selain untuk mengurangi limbah tandan kosong kelapa sawit juga dapat memberikan pengaruh pada beton yang pada dasarnya memiliki sifat yang kurang pada tegangan tarik. Penelitian menggunakan serat tandan kosong kelapa sawit dalam campuran beton sebagai substitusi sebagian dari agregat halus terhadap beton normal 25 MPa. Persentase serat tandan kosong kelapa sawit yang digunakan dalam campuran beton mulai 4%, 5%, 6%, 7%, 8% dan tanpa tambahan serat (0%). Pengerjaan mulai dari memisahkan serat dari tandan kosong kelapa sawit, pemeriksaan sifat fisis agregat, pembuatan benda uji berbentuk silinder Ø 15 x 30 cm, hingga pengujian tarik belah dilakukan di Laboratorium Pekerjaan Umum Aceh Barat. Dari hasil penelitian menunjukkan penggunaan serat tandan kosong kelapa sawit dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Berat beton umur 28 hari mulai dari 0%, 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% secara berurutan adalah 12,59 kg, 12,09 kg, 12,19 kg, 12,09 kg, 12,13 kg, dan 12,16 kg. Pengujian kuat tarik belah rata-rata beton silinder dengan penambahan serat pada 0%, 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% pada umur 28 hari secara berurutan adalah 3,51 MPa, 2,78 MPa, 3,73 MPa, 3,49 MPa, 3,33 MPa dan 3,28 MPa. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan kuat tarik belah optimum berada pada persentase campuran serat tandan kosong kelapa sawit 5% yaitu sebesar 3,73 MPa, dan peningkatan kuat tarik belah terjadi sebesar 6,27% dari pada beton normal atau tanpa penambahan serat tandan kosong kelapa sawit. Sehingga pada 5% serat menghasilkan kondisi optimum $f_{ct} = 0,64 \sqrt{f'_c}$.

Kata kunci : Kuat Tarik Belah Beton, Beton Serat , TKKS.

Abstract — The fibers used in this study are oil palm empty fruit bunches which are the result of palm oil mill waste. The use of oil palm empty fruit bunches in the concrete mix here is not only to reduce the waste of oil palm empty fruit bunches, it can also have an effect on concrete which basically has less tensile stress properties. The study used oil palm empty fruit bunches in a concrete mixture as a partial substitution of a fine aggregate of normal concrete 25 MPa. Percentage of oil palm empty fruit bunch fibers used in concrete mix starting from 4%, 5%, 6%, 7%, 8% and without additional fiber (0%). Work began from separating fibers from oil palm empty fruit bunches, examining aggregate physical properties, making Ø 15 x 30 cm cylindrical specimens, to pulling tensile testing carried out at the West Aceh Public Works Laboratory. From the results of the study showed the use of oil palm empty fruit bunches in a concrete mixture can increase the tensile strength of concrete. The 28-day concrete weights starting from 0%, 4%, 5%, 6%, 7%, and 8% respectively are 12.59 kg, 12.09 kg, 12.19 kg, 12.09 kg, 12, 13 kg and 12.16 kg. The average split tensile strength testing of cylindrical concrete with the addition of fiber at 0%, 4%, 5%, 6%, 7%, and 8% at 28 days respectively is 3.51 MPa, 2.78 MPa, 3, 73 MPa, 3.49 MPa, 3.33 MPa and 3.28 MPa. Based on the results of the study showed that the optimum split tensile strength was at a percentage of a 5% empty oil palm empty fruit bunch fiber mixture, which was 3.73 MPa, and an increase in split tensile strength was 6.27% compared to normal concrete or without the addition of oil palm empty fruit bunches. So that at 5% the fiber produces the optimum conditions $f_{ct} = 0.64 \sqrt{f'_c}$.

Keywords: Concrete Tensile Strength, Fiber Concrete, TKKS.

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara terbesar penghasil kelapa sawit di dunia. Pada tahun 2017 lalu, luas Sawit di Indonesia

mencapai 4,75 juta hektar dengan jumlah produksi 11,31 juta ton tiap tahun nya atau 31,4 % dari luas kebun sawit di Indonesia. Provinsi Aceh sendiri sudah memiliki area kelapa sawit sebesar 233.430 hektar dengan

produksi 455.184 ton tiap tahun nya. Sedangkan di Kabupaten Aceh Barat khususnya memiliki luas area kelapa sawit mencapai 2.642 hektar dengan jumlah produksi 2.804 ton tiap tahunnya.

Seiring berjalannya waktu, jumlah produksi kelapa sawit di Indonesia dari tahun terus mengalami peningkatan. Setiap produksi kelapa sawit menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) 23%, cangkang 8%, serat 12% dan limbah cair 66% (Andriyati, 2007). Sehingga jumlah limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) terus meningkat hingga mencapai 1,8 juta ton tiap tahun nya (Direktorat Jenderal Perkebunan 2017). Dengan meningkatnya limbah kelapa sawit tidak menutup kemungkinan akan terjadinya masalah lingkungan bagi masyarakat sekitar pabrik kelapa sawit. Dengan begitu untuk meminimalisir dampak kepada lingkungan tersebut direncanakan beton dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit ke dalam campuran beton. Selain untuk mengurangi limbah TKKS, juga dapat memberikan pengaruh pada kuat tarik belah beton yang pada dasarnya beton memiliki kuat tarik yang rendah.

Penelitian yang menggunakan serat tandan kosong kelapa sawit ini memang sudah banyak dimanfaatkan, misalnya untuk papan artikel, dan untuk genteng beton. Akan tetapi belum ada yang menyangkut beton khususnya beton serat. Oleh sebab itu adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi pengembangan ilmu pengetahuan yaitu dalam hal teknologi bahan dan rekayasa beton.

Kelemahan beton sebagai bahan konstruksi adalah tegangan tarik yang rendah dan sifatnya yang getas, karena itu beton membutuhkan perkuatan berupa tulangan tarik untuk menahan tegangan tarik yang terjadi. Pada beberapa negara maju seperti Amerika dan Inggris, telah dikembangkan konsep perbaikan kelemahan sifat beton tersebut dengan menambahkan serat (fiber) pada adukan beton. Konsep dasarnya adalah untuk menulangi beton dengan serat yang disebarkan acak kedalam adukan beton, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan yang terlalu dini baik akibat beban maupun akibat panas hidrasi.

Disamping itu serat dalam beton berguna untuk mencegah keretakan sehingga menjadikan beton serat lebih daktail dari pada beton biasa. Pasalnya tandan kelapa sawit memiliki kandungan serat yang cukup tinggi mengandung selulosa dan holoselulosa yang tinggi (Satwarnirat, 2005).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beton Serat

Menurut ACI (American Concrete Institute) Committee 544 2009, beton berserat diartikan sebagai beton yang terbuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat yang tersebar secara acak, yang mana masih dimungkinkan untuk diberi bahan-bahan additive. Sedangkan Menurut (Tjokrodimulyo, 1996) maksud utama penambahan serat dalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton sangat mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas.

Natrium hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) merupakan salah satu senyawa ion yang bersifat basa kuat, kaustik dan memiliki sifat korosif dan higroskopik (suka menyerap air). Dalam kehidupan kita sehari-hari senyawa ini biasa kita sebut dengan nama "soda api" atau "kaustik soda". Namun untuk nama resmi atau nama perdagangannya senyawa ini biasa disebut dengan nama "Sodium Hidroksida". Tingkat kelarutan senyawa natrium hidroksida di dalam air cukup tinggi

Kuat Tarik Belah Beton (fct)

Kuat tarik beton merupakan suatu bagian yang penting dalam menahan retak akibat perubahan kadar air, suhu dan pembebanan. Kuat tarik beton sangat dipengaruhi oleh lekatan antara pasta semen dengan agregat kasar. Penambahan serat pada adukan beton ternyata dapat memberikan pengaruh yang besar pada kuat tarik beton (Edhi

Wahjuni : 1996). Hal ini disebabkan bertambahnya ikatan pada beton karena lekatan antara pasta semen dengan serat cukup besar (Safrin Z 2002). Sifat kuat tarik dipengaruhi oleh mutu betonnya. Setiap usaha perbaikan mutu beton untuk kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Dalam SI ditentukan hubungan kuat tarik dengan kuat tekannya ($f'c$) adalah $0,5 \sqrt{f'c} - 0,6 \sqrt{f'c}$ (Wang dan Salmon 1993). Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % dari kuat tekannya dan nilainya pasti sulit diukur (Mulyono 2004).

Pengujian kuat tarik biasanya diadakan untuk pembuatan beton konstruksi jalan raya dan lapangan terbang. Penentuan kuat tarik belah beton dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik dan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan prosedur ASTM C 496 - 94. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah sebagai berikut:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L} \dots (1)$$

dengan

f_{ct} = kuat tarik belah (MPa),
 P = beban pada waktu belah (N),
 d = diameter benda uji silinder (mm)
 L = panjang benda uji silinder (mm)
 π = Phi (3,14)

III. METODE PENELITIAN

Persiapan Material

Bahan baku Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dikupas dan diambil serabutnya, (TKKS) yang masih basah dijemur, kemudian direndam dalam larutan 10% NaOH selama 6 jam yang bertujuan untuk membersihkan lignin, minyak serta kotoran-kotoran yang melekat pada serat tersebut. Serat TKKS yang telah direndam, dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 6 jam. Ukuran serat TKKS yang digunakan dalam penelitian ini memiliki diameter sekitar 0,10 – 2, 0 mm, dan panjang serat 20-50 mm.

Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat meliputi pemeriksaan Berat jenis berdasarkan (ASTM C.128-3), Absorpsi berdasarkan (ASTM C.128-3), Berat volume berdasarkan (ASTM C.127-88) dan Analisa saringan berdasarkan (ASTM C.136-93),

Mix Design

Perencanaan komposisi campuran (*mix design*) direncanakan berdasarkan metode *ACI* (*American Concrete Institute*) dengan mutu beton rencana 25 MPa. Perencanaan berdasarkan kepada metode perbandingan berat material pembentuk beton. Total keseluruhan benda uji berbentuk silinder ($\varnothing 15$ cm, T= 30 cm) 18 buah dengan berbagai variasi persentase serat mulai dari 4%, 5%, 6%, 7%, 8% dan tanpa penambahan serat tandan kosong kelapa sawit atau 0%. Setiap satu persentase serat dibuat benda uji sebanyak 3 buah.

Pembuatan Benda Uji

Pengerjaan awal dari pembuatan beton normal dengan mencampurkan bahan pembentuk beton seperti pasir, krikil, semen dan air. Lalu bahan pembentuk beton tadi dimasukkan kedalam mesin pengaduk beton (*concrete mixer*). Setelah proses pengadukan selesai, lalu langkah selanjutnya adalah proses pengujian beton segar meliputi pengukuran slump test, mengukur kadar air, dan mengukur suhu beton segar. Kemudian dilanjutkan dengan memasukkan beton kedalam cetakan selama 24 jam. Langkah pembuatan beton serat TKKS meliputi sebagai berikut: Semen portland tipe 1 dicampurkan dengan pasir kasar yang lolos saringan 19 mm. Sedangkan pasir halus lolos pada saringan 4,76 mm, kemudian ditambah air sebagai pelarut sehingga menjadi suatu adukan bahan beton.

Peralatan yang digunakan untuk pengecoran dan pemeriksaan adukan beton adalah Mesin pengaduk beton (*concrete mixer*) berkapasitas 90 liter, Peralatan pengukuran slump (kerucut Abram's), Cetakan benda uji silinder beton.

Perawatan Benda Uji

Setelah pengecoran benda uji silinder dan pembukaan bekisting dilaksanakan, maka akan dilakukan perawatan beton selama 28 hari dengan merendamkan benda uji tersebut kedalam air yang ada di lokasi.

Pengujian Benda Uji

Pelaksanaan pengujian kuat tarik belah beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris,
2. Jalankan mesin dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 0,7 MPa/menit sampai dengan 1,4 MPa/menit,
3. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data dan pembahasan sesuai dengan yang didapat di laboratorium dan berdasarkan landasan teori. Penyajian pengolahan data mulai dari hasil pemeriksaan sifat fisis hingga hasil pengujian kuat tarik belah beton. Disamping itu, juga menjelaskan mengenai hasil perbandingan antara data pengujian kuat tekan yang berhubungan dengan hasil kuat tarik belah berdasarkan $0,5 \sqrt{f'c} - 0,6 \sqrt{f'c}$ (Wang dan Salmon 1993).

Sifat Fisis Agregat

a. Berat volume

Hasil perhitungan berat volume rata-rata yang diperoleh untuk setiap jenis agregat diperlihatkan pada Tabel dibawah ini

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Perhitungan Berat Volume.

No	Jenis Agregat	Berat volume (Kg/l)	Referensi	
			Orchard (1979)	ASTM
1	Coarse Aggregate	1.784	-	1,6-1,9
2	Fine Aggregate	1.855	>1.445	-

b. Berat jenis dan absorpsi

Hasil perhitungan berat jenis dan absorpsi yang diperoleh untuk setiap jenis agregat disajikan pada Tabel 2 dan 3 berikut.

Tabel 2 Hasil pemeriksaan perhitungan berat jenis agregat

No	Jenis Agregat	Berat Jenis (kg/L)		Referensi	
		SG (SSD)	SD (OD)	Troxell (1968)	ASTM
1	Coarse Aggregate	2,66	2,60	-	1,60-3,20
2	Fine Aggregate	2,43	2,35	2,0 - 2,6	

Tabel 3 Hasil pemeriksaan perhitungan Absorpsi agregat

No	Jenis Agregat	Absorpsi %	Referensi	
			Orchard (1979)	ASTM
1	Coarse Aggregate	2,35	0,4-1,9	0,2-4,0
2	Fine Aggregate	3,19		0,2-2,0

c. Susunan butiran agregat (gradasi)

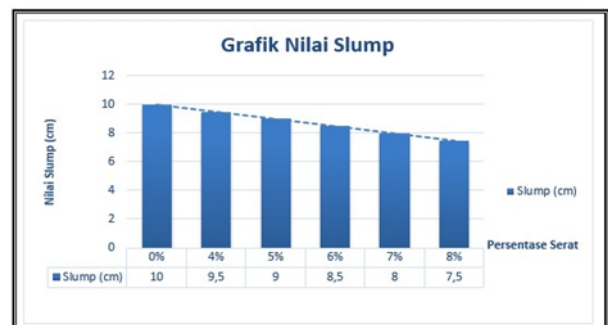
Data yang diperoleh dari analisa saringan digunakan untuk melihat susunan butiran agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat dilihat pada Tabel 4, Fineness modulus tersebut telah memenuhi ketentuan ASTM (Anonim, 2004) yaitu antara 5,5 – 8,0 untuk kerikil dan 2,2 – 2,6 untuk pasir halus.

Tabel 4 Nilai Fineness Modulus (FM) Agregat

No	Jenis Agregat	Modulus Kehalusan FM (%)	Referensi
			ASTM
1	Coarse Aggregate	5,98	5,5 – 8,5
2	Fine Aggregate	3,1	2,2 – 3,1

Pengujian slump beton segar

Data yang diperoleh dari hasil pelaksanaan nilai slump pada setiap pengecoran diperlihatkan pada Gambar 1. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai slump adukan beton berkisar antara 7.5 cm – 10 cm.



Gambar 1 Grafik Tinggi slump beton Sumber : Hasil Pengujian

Dari grafik slump di atas, menunjukkan bahwa bentuk slump akan berbeda sesuai dengan persentase agregat serat. Hasil slump pada persentase penambahan serat tandan kosong

kelapa sawit 0% sebesar 10 cm, persentase penambahan serat tandan kosong kelapa sawit 4% sebesar 9.5 cm, persentase penambahan serat tandan kosong kelapa sawit 5% sebesar 9 cm, persentase penambahan serat tandan kosong kelapa sawit 6% sebesar 8,5 cm, persentase penambahan serat tandan kosong kelapa sawit 7% sebesar 8 cm dan persentase penambahan serat tandan kosong kelapa sawit, 8% sebesar 7,5 cm. Ini menunjukkan semakin tinggi persentase agregat serat yang digunakan akan semakin tinggi penyerapan air beton.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

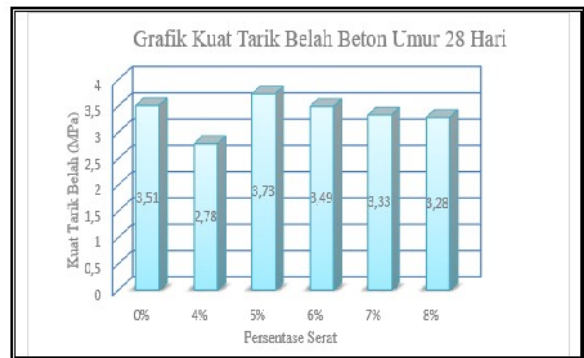
Pengujian kuat tarik belah beton bertujuan untuk memperoleh data beban yang mampu dipikul oleh benda uji silinder beton hingga terjadi kehancuran. Besar kuat tarik belah tersebut diperoleh dari dua kali dari perbandingan beban maksimum dan luas penampang silinder. Berdasarkan dari hasil pengujian kuat tarik belah beton pada umur 28 hari didapat nilai kuat tarik belah yang diperlihatkan pada tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5 Perhitungan kuat tarik belah beton silinder umur 28 hari

Persentase Serat	Nama Benda Uji	volume silinder m ³	Berat Sampel kg	Beban (P) kN	Kuat Tarik Belah (MPa)		Hubungan dengan f _c
					fet	fet/(rata-rata)	
0%	BU.1	0,0053	12,57	250	3,54	3,51	0,62 √31,86
	BU.2	0,0053	12,58	249	3,52		
	BU.3	0,0053	12,62	245	3,47		
4%	BU.A.1	0,0053	12,14	200	2,83	2,78	0,49 √31,89
	BU.A.2	0,0053	11,97	190	2,69		
	BU.A.3	0,0053	12,17	200	2,83		
5%	BU.B.1	0,0053	12,13	200	2,83	3,73	0,64 √34,33
	BU.B.2	0,0053	12,19	290	4,1		
	BU.B.3	0,0053	12,25	300	4,25		
6%	BU.C.1	0,0053	12,13	220	3,11	3,49	0,61 √32,25
	BU.C.2	0,0053	12,10	260	3,68		
	BU.C.3	0,0053	12,04	260	3,68		
7%	BU.D.1	0,0053	12,16	245	3,47	3,33	0,69 √33,40
	BU.D.2	0,0053	12,30	210	2,97		
	BU.D.3	0,0053	11,93	250	3,54		
8%	BU.E.1	0,0053	12,10	240	3,4	3,28	0,75 √19,06
	BU.E.2	0,0053	12,25	220	3,11		
	BU.E.3	0,0053	12,15	235	3,33		

Tabel 6 Persentase Kenaikan/Penurunan kuat tarik belah.

Persentase serat	0%	4%	5%	6%	7%	8%
Kuat Tarik Belah (MPa)	3,51	2,78	3,73	3,49	3,33	3,28
% Kenaikan	0	-	6,27	-	-	-
% Penurunan	0	20,8	-	0,57	5,13	6,55



Gambar 2 Grafik kuat tarik belah beton umur 28 Hari

Berdasarkan gambar 4.2 grafik kuat tarik belah beton pada umur 28 hari terlihat kuat tarik belah beton rata-rata dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit pada 4% adalah 2,78 MPa. Beton dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit pada 5% adalah 3,73 MPa. Beton dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit pada 6% adalah 3,49 MPa. Beton dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit pada 7% adalah 3,33 MPa. Beton dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit pada 8% adalah 3,28. Beton tanpa penambahan serat tandan kosong kelapa sawit atau 0% adalah 3,51 MPa.

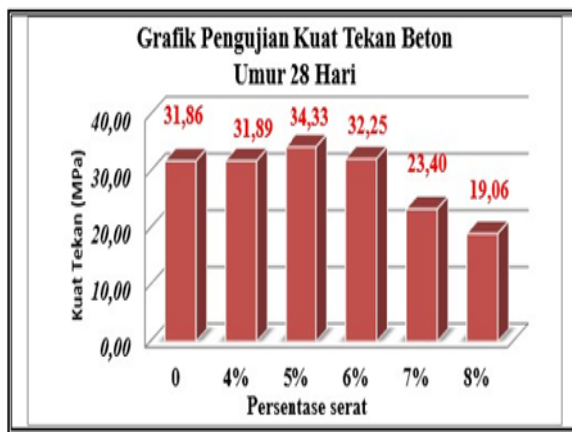
Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa adanya pengaruh serat tandan kosong kelapa sawit terhadap kuat tarik belah dengan mengalami kenaikan pada penambahan 5% serat sebesar 3,73 MPa, dan mengalami penurunan pada penambahan 4% serat sebesar 2,78 MPa.

Sehingga dari hasil penelitian tersebut menunjukkan kuat tarik belah optimum pada 5% serat tandan kosong kelapa sawit yaitu sebesar 3,73 MPa dengan berat rata-rata benda uji beton silinder sebesar 12,19 kg. Pada kondisi optimum

tersebut didapat perbandingan $f_{ct} = 0,64 \sqrt{f_c}$. Artinya menurut teori nilai hubungan kuat tarik belah dengan kuat tekan (f_c) mendekati antara nilai 0,5-0,6 $\sqrt{f_c}$.

Perbandingan kuat tarik belah secara teori berdasarkan kuat tekan beton

Menurut perkiraan kasar kuat tarik belah berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya. Oleh sebab itu penulis ingin membandingkan seberapa pengaruh kuat tekan beton terhadap kuat tarik belah beton secara teori. Berikut ini dapat dilihat gambar 4.3 grafik kuat tekan beton umur 28 hari dengan proposi campuran yang sama, dan gambar 4.4 menunjukkan grafik kuat tarik belah beton berdasarkan kuat tekan secara teori 0,5-0,6 $\sqrt{f_c}$ (Wang dan Salmon 1993).

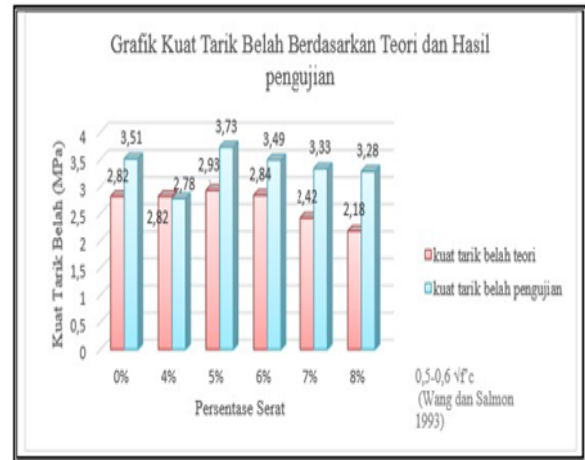


Gambar 3 Grafik kuat beton umur 28 hari

Berdasarkan grafik 4.3 dapat dilihat bahwa pada pengujian kuat tekan rata-rata beton silinder dengan penambahan serat pada 0% umur 28 hari adalah 31,86 MPa. Beton dengan penambahan serat 4% adalah 31,89 MPa.

Beton dengan penambahan serat 5% adalah 34,33 MPa. Beton dengan penambahan serat 6% adalah 32,25 MPa. Beton dengan penambahan serat 7% adalah 23,40 MPa dan Beton dengan penambahan serat 8% adalah 19,06 MPa. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan serat tandan kosong kelapa sawit terhadap kuat tekan beton mengalami kenaikan pada 5% sebesar 34,33 MPa dan mengalami penurunan pada penambahan 8% sebesar 19,06 MPa. Dari hasil penelitian menunjukkan persentase berat

optimum campuran serat tandan kosong kelapa sawit dalam beton berada di 5% yaitu sebesar 34,33 MPa.



Gambar 4 Grafik Kuat belah secara teori beton umur 28 hari

Berdasarkan grafik 4.4 dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik belah yang diperoleh dari perhitungan secara teori didapat mulai dari tanpa penambahan serat tandan kosong kelapa sawit atau 0% adalah 2,82 MPa. Beton dengan penambahan serat 4% adalah 2,82 MPa. Beton dengan penambahan serat 5% adalah 2,93 MPa. Beton dengan penambahan serat 6% adalah 2,84 MPa. Beton dengan penambahan serat 7% adalah 2,42. Beton dengan penambahan serat 8% adalah 2,18 MPa. Berdasarkan hasil tarik belah secara teori terhadap kuat tekan tersebut menunjukkan bahwa tidak mengalami perubahan yang terlalu signifikan. Dimana kuat tarik belah optimum pada penambahan 5% serat yaitu sebesar 2,93 MPa.

Pembahasan

Kuat tarik belah beton silinder rata-rata dengan penambahan pada 4% serat mencapai 2,78 MPa, pada penambahan 5% serat mencapai 3,73 MPa, pada penambahan serat 6% mencapai 3,49 MPa, pada penambahan 7% serat mencapai 3,33 MPa, pada penambahan 8% serat mencapai 3,28 MPa dan pada tanpa penambahan serat atau 0% mencapai 3,51 MPa.

Hasil dari keseluruhan dapat dilihat bahwa adanya pengaruh dari penambahan serat tandan kosong kelapa sawit terhadap kuat tarik belah beton pada penambahan 5% serat yaitu sebesar 3,73 MPa sekaligus sebagai beton memiliki kuat tarik belah yang optimum.

Disamping itu mengenai hubungan kuat tarik belah dengan kuat tekan ($f'c$) seperti yang pernah dijelaskan pada bab II dan terlihat pada table 5, menunjukkan pengaruh nilai pada penambahan 0% serat adalah $fct = 0,62 \sqrt{f'c}$. Pada penambahan 4% serat adalah $fct = 0,49 \sqrt{f'c}$. Pada penambahan 5% serat adalah $fct = 0,64 = \sqrt{f'c}$. Pada penambahan 6% serat adalah $fct = 0,61 \sqrt{f'c}$. Pada penambahan 7% serat adalah $fct = 0,69 \sqrt{f'c}$. Pada penambahan 8% serat $fct = 0,75 \sqrt{f'c}$. Dari hasil keseluruhan persentase yang menunjukkan nilai mendekati dengan teori adalah pada 6% serat yaitu sebesar $0,61 \sqrt{f'c}$.

Disamping itu dari tabel 6, yaitu nilai persentase kenaikan atau penurunan kuat tarik belah menunjukkan, terjadi peningkatan kuat tarik belah pada penambahan 5% serat sebesar 6,27% dari beton normal. Sedangkan pada penambahan 4% serat terjadi penurunan hingga 20,80% dari beton normal. Selanjutnya pada penambahan 6%, 7%, dan 8% serat mengalami penurunan yaitu sebesar 0,57%, 5,13%, dan 6,55% dari beton normal atau tanpa penambahan serat.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan penggunaan serat tandan kosong kelapa sawit dalam campuran beton dapat menaikkan kuat tarik belah dari pada beton normal 25 MPa,. Hasil slump test menunjukkan penurunan nilai pada slump pada saat persentase serat bertambah. Artinya semakin tinggi persentase serat maka semakin tinggi pula penyerapan air pada campuran beton. Secara keseluruhan berdasarkan pengujian kuat tarik belah beton pada umur 28 hari menunjukkan kuat tarik belah optimum pada campuran serat tandan kosong kelapa sawit berada di 5% yaitu sebesar 3,73 MPa.

Dari hasil penelitian menunjukkan persentase optimum campuran serat TKKS dalam beton berada di 5% yang menghasilkan kuat tekan sebesar 34,33 MPa dan kuat tarik belah sebesar 3,73 MPa. Pada kondisi optimum tersebut didapat perbandingan $fct = 0,64 \sqrt{f'c}$, Artinya menurut teori nilai hubungan kuat tarik belah (fct) dengan kuat tekan ($f'c$) mendekati antara nilai $fct = 0,5-0,6 \sqrt{f'c}$. Proses pembuatan beton serat memiliki nilai yang cukup ekonomis, pasalnya bahan-bahan pembuat beton salah satunya serat tandan kosong kelapa sawit sangat

mudah didapat. Namun saat proses pengerjaan serat lebih menguras waktu, karena masih menggunakan alat yang sederhana.

DAFTAR PUSTAKA

- Astanto, T.B., (2001), Kontruksi Beton bertulang Edisi Pertama Kanisius, Yogyakarta.
- Asroni, A., 2010, Balok Dan Pelat Beton Bertulang, Edisi Pertama Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (2013), SNI-2847-2013, Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (2004), SNI 15-2049-2004, Semen Portland Pozolan, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (2002), SNI 03-2847- 2002 . Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional, (2002), SNI 03-2461-2002, Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural, Jakarta.
- Direktor Jendral Pekebunan, 2017, Luas Areal Dan Produksi Kelapa Sawit, Statistik Perkebunan Indonesia.
- Mulyono, Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta, 2005.
- Nuria,G., 2013, Pembuatan Beton Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. Jurnal Magister Ilmu Fisika Volume 3 Halaman 1-Medan : Universitas USU
- Rijal, F., 2011, Uji Berat Jenis Serat. Jurnal Tekstil Volume 5 Halaman 1-20 . Bandung : Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil Bandung
- Satwarnirat, 2005, Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kuat tekan dan Kuat Tarik Belah Beton. Jurnal Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Unand

Salain, Dalam Jaya 2008, Dalam Yaya 2010. Perencanaan Serat Bagu Terhadap kuat Tarik Dan Kuat Tekan Beton. Jurnal Staf Jurusan Teknik Sipil : Politeknik UNAND

Suhendro, B., 2000, Beton Fiber Lokal Konsep Aplikasi dan Permasalahan, Laporan Kursus Singkat Teknologi Bahan Lokal dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sipil, PAU Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.

Tjokrodinuljo, K, 2007. Teknologi Beton, Yogyakarta. Wuryati, S. Dan Candra, R. 2001. Teknologi Beton, Yogyakarta.