

## KUAT TEKAN BETON DENGAN SUBSTITUSI LIMBAH PENGOLAHAN KELAPA SAWIT

Lissa Opirina<sup>1</sup>, Dewi Purnama Sari<sup>2</sup>, Rona Reskuna<sup>3</sup>

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar  
Jl. Alue Peunyareng, Kampus Universitas Teuku Umar, Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat  
E-mail: lissaopirina@utu.ac.id.*

### ABSTRAK

Penambahan limbah pengolahan kelapa sawit berupa serat tandan kosong kelapa sawit dan abu kerak boiler cangkang sawit pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton benda uji yang diberi serat dan bahan tambah dengan beton tanpa penambahan serat (0%). Benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Persentase serat yang digunakan yaitu 4%, 5%, 6%, 7% dan 8%. Kuat tekan rata-rata silinder beton tanpa penambahan serat tandan kosong kelapa sawit sebagai beton pembanding (0%) umur 28 hari adalah 31,85 MPa. Pada penambahan serat 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8%, nilai kuat tekan rata-rata adalah 25,89 MPa, 26,23 MPa, 28,78 MPa, 30,384 MPa, dan 30,57 MPa. Kuat tekan optimum beton serat diperoleh pada persentase 8% yaitu sebesar 30,57 MPa. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan dari mutu beton rencana  $f'c$  25 MPa dan masih tergolong dalam jenis beton struktural.

**Kata Kunci:** Kuat Tekan, Kerak Boiler Cangkang Sawit, Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Sifat beton dengan kuat tekan yang baik, relatif kaku, bahan penyusunnya mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api, tidak mengalami pembusukan dan ekonomis menjadi alasan penggunaannya. Dibutuhkan solusi untuk menahan kuat tarik yang terjadi dalam mengatasi kelemahan beton sebagai bahan konstruksi dengan kuat tarik yang rendah dan sifatnya yang getas. Pada beberapa negara maju telah dikembangkan konsep perbaikan kelemahan sifat beton tersebut dengan menambahkan serat (fiber) pada adukan beton. Beton serat merupakan beton dengan penggunaan serat yang dicampurkan secara merata dalam adukan beton. Serat dalam beton ini berfungsi untuk memperlambat timbulnya retak dan mengurangi sifat getas sehingga beton menjadi lebih daktail. Hal yang perlu diperhatikan dalam penambahan serat ke dalam adukan beton, yaitu kelecakan beton (workability). Penambahan serat ke dalam adukan beton akan menurunkan kelecakan adukan (Sudarmoko, 2015).

Pada penelitian ini beton dibuat dengan menggunakan serat tandan kosong kelapa sawit dengan bahan tambah abu kerak boiler cangkang sawit yang merupakan limbah dari pabrik pengolahan kelapa sawit, yang tersedia dalam jumlah banyak dan belum dimanfaatkan secara efektif terutama di dunia konstruksi.

Jumlah produksi kelapa sawit di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Luas area perkebunan kelapa sawit di Provinsi Aceh mencapai 233.430 Ha dengan produksi 455.184 ton/tahun. Sedangkan di Kabupaten Aceh Barat luas area 2.642 Ha dengan jumlah produksi 2.804 ton/tahun yang menghasilkan jumlah limbah tandan kosong kelapa sawit bisa mencapai 1,8 juta ton/tahun (Direktor Jenderal Perkebunan 2017).

Pada penelitian ini dibuat benda uji silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan mutu beton rencana 25 MPa. Persentase serat tandan kosong kelapa sawit yang digunakan sebanyak 4%, 5%, 6%, 7% dan 8% dengan tiga sampel tiap beda uji. Bahan tambah kerak boiler abu kerak boiler cangkang sawit sebanyak 10% dari berat

semen. Sebagai benda uji pembanding dibuat beton normal tanpa penambahan serat (0%).

## 1.2 Referensi

Pada bagian ini akan dibahas tentang studi literatur dan beberapa penelitian sejenis yang telah dilakukan dan menjadi referensi dalam penelitian ini.

### Beton serat

Beton serat merupakan beton yang terdiri dari semen, air, agregat halus, agregat kasar dan serat (serat baja, plastik, glass maupun serat alami) yang disebar secara diskontinu. Tjokrodinuljo (1996) mendefinisikan beton serat (fiber concrete) sebagai bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat (batang-batang dengan diameter antara 0,10 dan 0,20 mm dengan panjang sekitar 20 mm sampai 50 mm). Penambahan serat pada beton dimaksudkan untuk memperbaiki kelemahan sifat yang dimiliki oleh beton yaitu memiliki kuat tarik yang rendah.

Salah satu alasan penambahan serat pada beton adalah untuk menaikkan kapasitas penyerapan energi dari matrik campuran, yang berarti meningkatkan daktilitas beton. Penambahan daktilitas juga berarti penambahan perilaku beton terhadap lelah (*fatigue*) dan kejutan (*impact*).

### Serat tandan kosong kelapa sawit

Serat tandan kosong kelapa sawit merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari sisa pengolahan pabrik kelapa sawit. Setiap produksi kelapa sawit menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit 23%, cangkang 8%, serat 12% dan limbah cair 66% (Andriyati, 2007).

### Kerak boiler cangkang kelapa sawit

Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit merupakan biomas dengan kandungan silika (SiO<sub>2</sub>) yang sangat potensial dimanfaatkan. Proses pembakaran cangkang dan serat buah menghasilkan kerak yang keras dan berwarna putih keabuan akibat pembakaran dengan suhu yang tinggi dengan kandungan silika 61%. Tingginya kandungan silika ini membuat abu kerak boiler ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pozzolan dalam campuran beton. (Ma et.al, 2004).

### Kuat tekan beton

Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain dari beton, misalnya apabila kuat tekan beton tinggi maka sifat-sifat lainnya juga baik (Tjokrodinuljo, 2007). Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 kg/cm<sup>2</sup> sampai 500 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, yaitu menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu.

Mulyono (2006) mengemukakan faktor yang dapat mempengaruhi mutu kekuatan beton yaitu proporsi bahan penyusun, metode pencampuran, perawatan dan keadaan pada saat pengecoran. Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar ASTM C39. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

### Pola retak

Pola retak dapat diketahui dengan cara melihat retakan pada benda uji. Ada beberapa bentuk retakan dari benda uji akibat pengujian tekan yaitu kerucut (*cone*), kerucut dan belah (*cone and split*), kerucut dan geser (*cone and shear*), geser (*shear*), dan sejajar sumbu tegak (*columnar*).

### Penelitian terdahulu

Berikut beberapa penelitian sejenis yang telah dilakukan:

1. Gurning (2013) dalam penelitiannya yang berjudul "Pembuatan Beton Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit" menunjukkan bahwa beton serat menghasilkan kondisi optimum adalah pada 6% (volum) serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. Karakteristik beton serat pada kondisi optimum menghasilkan nilai Weight Loss (WL) = 8,5 %, Bulk Density ( $\rho$ ) = 2,4 g/cm<sup>3</sup>, Water Absorption (WA) = 13 %, Modulus of Rupture (MOR) = 2,95 MPa, Compressive Strength (CS) = 4,85 MPa, dan Modulus of elasticity (MOE) = 3,33 GPa. Morfologi beton serat yang diamati dengan mikroskop optik memperlihatkan adanya rongga-rongga yang berukuran lebih kecil dari 30  $\mu$ m dan partikel pembentuk beton berkisar antara 5 – 30  $\mu$ m

dengan distribusi serat Tandan Kosong Kelapa Sawit cukup merata yang berukuran lebih kecil dari 75  $\mu\text{m}$ . Kemampuan daya redam suara beton serat pada daerah rentang frekuensi 100 – 5000 Hz menghasilkan intensitas sound level sekitar 58 – 90 dB, peredaman suara 19,82 % dan koefisien absorpsi ( $\alpha$  rata-rata) sebesar 0,026. Beton serat dengan penambahan serat tandan kelapa sawit sebanyak 6 % (volum) termasuk klasifikasi beton ringan – normal dan memenuhi syarat sebagai material bangunan peredam suara.

2. Opirina (2019) dalam penelitian berjudul “Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton Normal “ menyebutkan bahwa kuat tekan rata-rata beton dengan penambahan serat 4%, 5%, 6%, 7% dan 8% serat adalah 31,89 MPa, 34,33 MPa, 32,25 MPa, 23,40 MPa dan 19,06 MPa. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan serat tandan kosong kelapa sawit terhadap kuat tekan beton mengalami kenaikan kuat tekan pada 4%, 5% dan 6% serat terhadap beton normal sebesar 0,09%, 7,7%, 0,39% dan mengalami penurunan pada 7% dan 8% serat sebesar 27%, 40,2%. Dari hasil penelitian menunjukkan persentase optimum campuran serat dalam beton berada pada penggunaan 5% serat yaitu sebesar 34,33 MPa. Berdasarkan SNI 03-6468-2000 beton dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit pada umur 28 hari dapat digunakan untuk keperluan struktur.
3. Penelitian ini merupakan lanjutan dari rangkaian penelitian sebelumnya dengan menambahkan abu kerak boiler cangkang sawit sebanyak 10% dari semen sebagai bahan tambahan.

### 1.3 Metode Penelitian

Berikut akan dijelaskan tahapan penelitian yang telah dilaksanakan.

#### Persiapan Material

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Portland type I, agregat kasar dan halus, air, serat tandan kosong kelapa sawit dan kerak boiler cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambah. Ukuran

maksimum agregat yang yang digunakan adalah sebesar 19 mm. Serat tandan kosong kelapa sawit dan kerak boiler cangkang kelapa sawit diperoleh dari salah satu pabrik pengolahan kelapa sawit di wilayah Kabupaten Nagan Raya.

Sebelum digunakan serat tandan dan kerak boiler kelapa sawit terlebih dahulu melewati proses pengolahan. Bahan baku tandan kosong kelapa sawit dikupas dan diambil serabutnya yang masih basah lalu 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 yang telah direndam, dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 6 jam. Ukuran serat yang digunakan dalam penelitian ini memiliki diameter sekitar 0,10 – 2,0 mm, dan panjang serat 50 mm. Sedangkan abu kerak boiler cangkang sawit yang digunakan diambil dari dapur pembakaran pabrik CPO yang bentuk awalnya berupa bongkahan - bongkahan kristal yang kemudian dihancurkan dengan menggunakan mesin *Los Angeles Test*, selanjutnya kerak boiler cangkang kelapa sawit disaring menggunakan saringan ayakan dengan diameter lolos saringan no. 200.

#### Pengujian material

Pengujian material yang dilakukan pada penelitian ini hanya pada agregat. Pengujian sifat fisis pada agregat meliputi pengujian analisa saringan (*sieve analysis*), berat volume (*bulk density*), berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan (*absorbtion*).

#### Perencanaan campuran beton

Metode yang digunakan pada perencanaan campuran beton (*mix design*) pada penelitian ini adalah Metode *American Concrete Institute* (ACI 211.1.91). Mutu beton rencana 25 MPa dan nilai slump rencana 75 mm - 100 mm. Variasi penambahan serat sebesar 4%, 5%, 6%, 7% dan 8%, sedangkan kerak boiler cangkang kelapa sawit ditambahkan sebanyak 10% dari berat semen. benda uji dibuat sebanyak 3 buah untuk setiap variasi. Sebagai benda uji pembanding dibuat benda uji normal tanpa penambahan serat (0%).

#### Pengerjaan campuran beton

Setelah proses *mix design* selesai dilakukan dan diperoleh komposisi seluruh material pembentuk beton, maka tahapan selanjutnya adalah pengerjaan campuran beton. Tahapan ini dimulai dengan menimbang seluruh material yang digunakan. Setelah ditimbang seluruh material diletakkan pada satu lokasi. Material diaduk menggunakan concrete mixer dengan memasukkan satu persatu jenis materialnya pembentuk beton.

**Pengujian beton segar**

Setelah selesai diaduk secara merata selama sekitar 15 menit kemudian dilakukan pengujian kekentalan beton (*slump test*) dan pengukuran suhu terhadap beton segar.

**Pembuatan benda uji beton**

Pembuatan benda uji silinder beton dilakukan setelah selesai *slump test*. Jumlah benda uji keseluruhan adalah sebanyak 18 buah silinder beton. Beton segar dimasukkan ke dalam cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Setelah beton mulai mengeras dilakukan *capping* pada permukaan benda uji. Hal ini untuk memudahkan proses pengujian beton dengan permukaan yang halus.

**Perawatan beton**

Setelah benda uji berumur 24 jam, cetakan sudah dapat dibuka. Benda uji kemudian direndam dalam kolam perendaman sampai seluruh bagian dari benda uji silinder beton terendam. Perendaman ini merupakan proses perawatan terhadap benda uji beton sebelum dilakukan pengujian terhadap beton. Perawatan benda uji ini dilakukan samapai umur beton kurang 1 hari dari masa pengujian.

**Pengujian beton**

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Sehari sebelum pengujian benda uji dikeluarkan dari kolam perendaman. Benda uji dikeringkan, di ukur dimensinya dan ditimbang beratnya. Kemudian beton diuji dengan menggunakan mesin pembebanan. Hasil yang terbaca pada dial mesin merupakan beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji silinder beton..

**2. PEMBAHASAN**

**2.1 Hasil pemeriksaan sifat fisis agregat**

Hasil pemeriksaan sifat fisis pada material agregat dapat ditampilkan sebagai berikut:

**Berat volume agregat (*bulk density*)**

Hasil pemeriksaan berat volume agregat dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1. Hasil pemeriksaan berat volume**

Jenis Agregat	Berat volume (Kg/l)	Referensi	
		Orchard -1979	ASTM
Coarse Aggregate	1.784	-	1,6-1,9
Fine Aggregate	1.855	>1.445	-

**Berat jenis agregat (*specivic gravity*)**

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan (*absorbtion*) dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2. Hasil pemeriksaan berat jenis**

Jenis Agregat	Berat Jenis (kg/L)		Referensi	
	SG (SSD)	SG (OD)	Troxell (1968)	ASTM
Coarse Aggregate	2,66	2,6	-	1,
Fine Aggregate	2,43	2,35	2,0 – 2,6	60- 3,20

**Tabel 3. Hasil pemeriksaanaAbsorbsi**

Jenis Agregat	Absorbsi	Referensi	
	%	Orchard (1979)	ASTM
Coarse Aggregate	2,35		0,2-4
Fine Aggregate	3,19	0,4-1,9	0,2-2

**Analisa saringan (*sieve analysis*) dan modulus kehalusan (*finenes modulus*).**

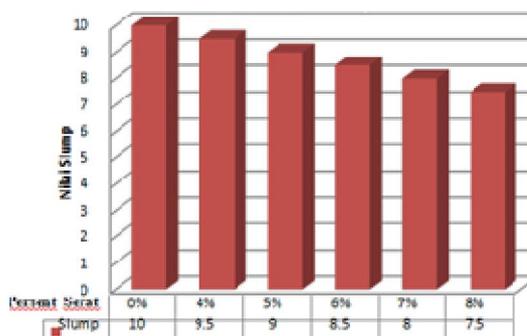
Hasil pemeriksaan analisa saringan dan pengolahan data modulus kehalusan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Nilai *Fineness Modulus* (FM)**

Jenis Agregat	Modulus Kehalusan FM (%)	Referensi
		ASTM
Coarse Aggregate	5,98	5,5 – 8,5
Fine Aggregate	3,1	2,2 – 3,1

**2.2 Slump Test**

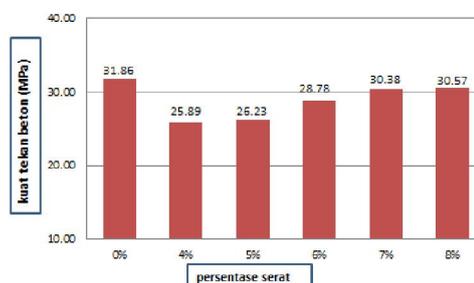
Data yang diperoleh dari hasil pengujian slump pada setiap pengecoran diperlihatkan pada Gambar 1. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai *slump* berkisar antara 7,5 cm – 10 cm. Gambar ini menunjukkan semakin tinggi persentase serat yang digunakan akan semakin tinggi penyerapan air pada beton.



**Gambar 1. Grafik Hasil Slump Test**

**2.3 Kuat Tekan Beton**

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 5.



**Gambar 2. Grafik Hasil Kuat Tekan Beton**

**Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan beton**

Persentase Serat	No	Kuat Tekan Beton ( $f_c$ )				
		Berat Sempel (kg)	Luas silinder ( $mm^2$ )	Beban (KN)	Beban (N)	$f_c$ ( $N/mm^2$ )
0%	1	12.56	17663	630	630000	35.67
	2	12.51	17663	558	558000	31.59
	3	12.37	17663	500	500000	28.31
<b>RATA-RATA</b>		<b>12.48</b>	<b>17663</b>	<b>562.67</b>	<b>562667</b>	<b>31.86</b>
4%	1	12.52	17663	440	440000	24.91
	2	12.16	17663	462	462000	26.16
	3	12.38	17663	470	470000	26.61
<b>RATA-RATA</b>		<b>12.36</b>	<b>17663</b>	<b>457.33</b>	<b>457333</b>	<b>25.89</b>
5%	1	12.86	17663	460	460000	26.04
	2	12.03	17663	440	440000	24.91
	3	12.13	17663	490	490000	27.74
<b>RATA-RATA</b>		<b>12.34</b>	<b>17663</b>	<b>463.33</b>	<b>463333</b>	<b>26.23</b>
6%	1	12.12	17663	500	500000	28.31
	2	12.12	17663	520	520000	29.44
	3	12.15	17663	505	505000	28.59
<b>RATA-RATA</b>		<b>12.13</b>	<b>17663</b>	<b>508.33</b>	<b>508333</b>	<b>28.78</b>
7%	1	12.01	17663	500	500000	28.31
	2	12.32	17663	530	530000	30.01
	3	12.20	17663	580	580000	32.84
<b>RATA-RATA</b>		<b>12.17</b>	<b>17663</b>	<b>536.67</b>	<b>536667</b>	<b>30.38</b>
8%	1	12.08	17663	490	490000	27.74
	2	12.10	17663	550	550000	31.14
	3	12.13	17663	580	580000	32.84
<b>RATA-RATA</b>		<b>12.10</b>	<b>17663</b>	<b>540</b>	<b>540000</b>	<b>30.57</b>

Dari Tabel 5 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada pengujian kuat tekan beton serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler pada umur 28 hari yang paling optimum adalah pada 8 % penambahan serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler yaitu sebesar 30,57 MPa. Jika di bandingkan dengan 0 % serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler, kuat tekan beton 8 % serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler masih lebih rendah, tetapi jika dibandingkan dengan  $f_c$  rencana (25 MPa) 8 % serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler lebih tinggi. Dari grafik kuat tekan umur 28 hari dapat dilihat semakin besar persentase serat semakin besar nilai kuat tekan yang dihasilkan.

**2.4 Pola Retak**

Dari pengamatan pengujian kuat tekan beton dapat dilihat juga beberapa jenis pola kehancuran dari benda uji. Pola kehancuran yang terjadi yaitu *cone and shear*, *columnar* dan *shear*. Pola kehancuran pada umur 28 hari berdasarkan penambahan serat tandan kosong

kelapa sawit dengan abu kerak boiler dapat dilihat pada Gambar 3, 4, 5 dan 6.



**Gambar 3. Pola Retak Beton Normal**



**Gambar 4. Pola Retak Beton Serat 5%**



**Gambar 5. Pola Retak Beton Serat 6%**

Keretakan yang terjadi pada benda uji 5 % serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler tergolong dalam pola kehancuran *shear*, karena benda mengalami retak miring hingga membuat benda uji terpisah. Keretakan yang terjadi pada benda uji 6% serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler dalam pola kehancuran *columnar*, karena benda uji mengalami retak tegak lurus atau sejajar sumbu.

Jenis pola retak yang terjadi pada beton mempunyai kesamaan dengan jenis pola retak yang terdapat pada ASTM standard 2002. Pola retak dapat terbentuk, karena adanya gaya tekan dari atas dan bawah pada benda uji silinder. Karena kelangsingan silinder, maka menyebabkan pola retak pada beton membentuk garis diagonal, dan cenderung akan hancur ke arah samping kiri dan kanan.

## 2.5 Pembahasan

Setelah dilakukan pemeriksaan sifat fisis agregat, selanjutnya dilakukan pencampuran bahan-bahan pembentuk beton. bahan-bahan tersebut dimasukkan kedalam alat concrete mixer, kemudian dilakukan slump test. Hasil slump test yang di peroleh masing – masing persentase penambahan serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler yaitu untuk 0% adalah 10 cm, 4% sebesar 9.5 cm, 5% sebesar 9 cm, 6% sebesar 8,5 cm, 7% sebesar 8 cm dan 8% sebesar 7,5 cm. Hasil slump test menunjukkan adanya penurunan tinggi nilai slump. Dengan kata lain, semakin tinggi persentase serat yang digunakan akan semakin tinggi penyerapan air beton.

Hasil pengujian kuat tekan benda uji dapat dilihat pada umur rencana 28 hari dengan persentase serat yang berbeda - beda. Berat beton 0% serat pada umur 28 hari ialah 12,48 kg, penggunaan 4% adalah 12,35 kg, penggunaan 5% adalah 12,33 kg, penggunaan 6% adalah 12,12 kg, penggunaan 7% 12,17 kg, dan penggunaan 8% adalah 12,00 kg. 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 25,89 MPa. Beton dengan penambahan serat 5% adalah 26,23 MPa. Beton dengan penambahan serat 6% adalah 28,78 MPa. Beton dengan penambahan serat 7% adalah 30,38 MPa dan Beton dengan penambahan serat 8% adalah 30,57 MPa.

Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan serat tandan kosong kelapa sawit terhadap kuat tekan beton mengalami peningkatan, dengan bertambahnya persentase serat maka kuat tekan semakin besar dari  $f'_c$  (25 MPa). Dari hasil penelitian menunjukkan persentase berat optimum campuran serat tandan kosong kelapa sawit dalam beton, berada di 8 % yaitu sebesar 30,57 MPa.

Beton di klasifikasikan berdasarkan SNI 03-6468-2000 kelas dan mutu beton. Untuk beton dengan 0% serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler tergolong dalam beton Struktural, 4% serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler tergolong dalam beton Struktural, 5% serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak

boiler tergolong dalam beton Struktural, 6% serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler tergolong dalam beton Struktural, 7% serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler tergolong dalam beton Struktural, 8% serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler tergolong dalam beton. Berdasarkan SNI 03-6468-2000 beton dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit pada umur 28 hari dapat digunakan untuk keperluan struktur, karena kuat tekan yang dihasilkan berada pada selang 21– 40 MPa.

Sedangkan menurut Tjokrodimuljo (1996) dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit masih dapat digunakan untuk keperluan struktur, karena menurutnya kuat tekan beton mutu sedang untuk pemakaian struktur yaitu 15 – 40 MPa.

### 3. KESIMPULAN

#### 3.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil slump test menunjukkan adanya penurunan tinggi nilai slump dengan penambahan serat dengan abu kerak boiler. Dengan kata lain, semakin tinggi persentase serat yang digunakan akan semakin tinggi penyerapan air beton.
2. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler terhadap kuat tekan beton mengalami peningkatan di tiap - tiap penambahan persentase serat dalam campuran beton.
3. Dari hasil penelitian menunjukkan persentase berat optimum campuran serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler dalam campuran beton, berada di 8 % sebesar 30,57 MPa yaitu masuk dalam kuat tekan rencana beton 25 MPa.
4. Berdasarkan SNI 03-6468-2000 beton dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit dengan abu kerak boiler pada umur 28 hari dapat digunakan untuk keperluan struktur, karena kuat tekan yang dihasilkan berada pada interval 21–40 MPa.
5. Pembuatan beton serat dengan abu kerak boiler memiliki nilai ekonomis, karena bahan-bahan pembuat beton diperoleh

dengan mudah. Akan tetapi pada tahapan pengerjaan serat memiliki beberapa kendala, disebabkan karena peralatan yang digunakan dan proses pengerjaannya yang masih sederhana.

#### 3.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna secara umum dalam ilmu tentang bahan bangunan dan khususnya teknologi beton serta dapat diterapkan secara praktis di lapangan. Diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan oleh peneliti-peneliti berikutnya. Untuk maksud tersebut disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlu dicoba dengan metode *mix design* lain sebagai bahan perbandingan data yang dihasilkan oleh masing-masing *mix design*.
2. Perlu dicoba dengan variasi komposisi substitusi lainnya guna untuk mendapatkan kuat tekan beton yang lebih dari apa yang sudah penulis lakukan.

#### PUSTAKA

- Asroni, Ali. (2010). *Balok Dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta. Edisi Pertama Graha Ilmu.
- Astanto, Triono Budi. (2001). *Konstruksi Beton bertulang*. Yogyakarta. Edisi Pertama Kanisius,
- Badan Standarisasi Nasional SNI 2491 (2014). *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*
- Badan Standarisasi Nasional, SNI-2847. (2013). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 15-2049 (2004), *Semen Portland Pozolan*.
- Badan Standarisasi Nasional SNI 03-2461 (2002). *Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural*.
- Departemen Pekerjaan Umum SNI 03-1929 (2002). *Tata Cara Rencana Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*.
- Dhana, R. R., Rizha, N. Z. Y., & Hartantyo, S. D. (2018). ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH KAIN JEANS SEBAGAI SERAT TERHADAP KUAT LENTUR BETON. *SAINS DAN TEKNOLOGI*, 1(1), 193-198.
- Direktor Jendral Pekebunan. (2017). *Luas Areal Dan Produksi Kelapa Sawit, Statistik Perkebunan Indonesia*,

- Fauzi R. (2011). Uji Berat Jenis Serat, *Jurnal Tekstil* Volume 5 Halaman 1-20, Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil Bandung.
- Hartantyo, S. D., & Kartikasari, D. (2018). THE USE OF SUGARCANE BAGASSE ASH AS AN ALTERNATIVE TO CEMENT COMPOSITE IN CONTRAST TO K-175 QUALITY CONCRETE. In *PROCEEDING International Conference Technopreneur and Education 2018* (Vol. 1, No. 1, pp. 397-402).
- Hepiyanto, Rasio, and Dwi Kartikasari. "PENGARUH CAMPURAN AIR LIMBAH (AIR SELOKAN) TERHADAP KUAT TEKAN BETON  $f_c$  14.5 Mpa (K-175)." *UKaRsT 2*, no. 2 (2018): 19-25.
- Mulyono T. (2005), *Teknologi Beton*, Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Nuria Guning. (2013). Pembuatan Beton Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Magister Ilmu Fisika* Volume 3 Halaman 1-17. Medan : Universitas USU
- Opirina L, Sari DP. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Terhadap Kuat Tarik belah Beton Normal, *Jurnal Portal*, Vol.11, No.2/Oktober 2019, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Salain, Dalam Yaya. (2010). Perencanaan Serat Bagu Terhadap kuat Tarik Dan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil : Politeknik UNAND*
- 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.
- Soroushian, L., and Bayasi, Z.. (1987). Concept Of Fiber Reinforced Concrete. *Proceeding of the international semimar on fiber reinforced concrete*, Michigan State University, USA.
- 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.
- TjokrodinuljoK. (2007). *Teknologi Beton*, Yogyakarta. Penerbit Nafiri.
- Wuryati, S. dan Candra, R. (2001). *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Kansius.
- Yusra A. (2014). *Pengaruh Variasi Zat Tambahan Terhadap Sifat Mekanis Beton Mutu Tinggi*, Universitas Syiah Kuala.