

## PENAMBAHAN SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DALAM RANGKA MEREDUKSI BERAT KOMPOSIT PAPAN SEMEN

Tarkono<sup>1</sup>, Hadi Ali<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik Universits Lampung

E-mail : [tarkono.1970@eng.unila.ac.id](mailto:tarkono.1970@eng.unila.ac.id)

### ABSTRACT

*Inventories of oil palm empty fruit bunches palm (EFBP) at oil palm factories are very abundant. This will be a problem if the handling is not serious. Utilization of EFBP fiber as a technical material is one effort that can be done in order to help reduce the problem of EFBP waste in palm oil mill. EFBP fibers as the substance of fibrous cement board aims to reduce to the weight of the material without lowering its strength. The method of making fibrous cement board by mixing EFBP fiber into dough with 12% marble powder ratio, 10% CaCO<sub>3</sub> powder and EFBP fiber volume and portland cement are varied. The addition of EFBP fibers as much as 16% of the total volume can decrease the weight by 15.2%. The results showed that the cement board based on EFBP fibers under optimum conditions has a tensile strength of 1.58 Mpa, density ( $\rho$ ) of 1519 kg / cm<sup>3</sup> and bending strength of 2.61 MPa. Thus, the addition of EFBP fiber to the production of cement board has the potential to be mass produced*

*Keywords : cement board , fibre, EFBP*

### PENDAHULUAN

Perkembangan produk semen berserat dewasa ini banyak diminati masyarakat. Papan semen berserat hadir untuk mengatasi kelemahan papan *gypsum* yang tidak tahan terhadap air, jamur, benturan keras, juga rayap dan api (terutama kertasnya), atau papan triplek yang tidak ramah lingkungan karena berhubungan langsung dengan kelestarian hutan. Papan semen berserat terbuat dari bahan dasar semen yang ditulangi oleh serat gelas (*fibre glass*) sehingga kuat dan tidak mudah pecah. Fenomena inilah yang akhirnya melahirkan material papan semen berserat gelas (*GRC board*). Material ini bersahabat dengan lingkungan, praktis, serta tidak mengganggu kesehatan manusia menjadi salah satu pilihan pengganti triplek dan papan *gypsum*. Meskipun memiliki banyak kelebihan namun serat gelas merupakan serat sintesis yang diproduksi oleh pabrik bahkan harus didatangkan dari negara lain, sehingga harganya cukup mahal. Untuk mengatasi kekurangan yang ada pada papan semen berserat gelas maka perlu dikembangkan jenis serat alam yang sangat melimpah di Indonesia. Salah satu pilihannya adalah serat yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang kaya akan serat, sebab penggunaan serat yang berasal dari kelapa sawit telah diaplikasikan pada beberapa produk.

Pengelolaan limbah produksi perkebunan dimana banyak limbah yang potensial mempunyai nilai komersial dan dapat dimanfaatkan

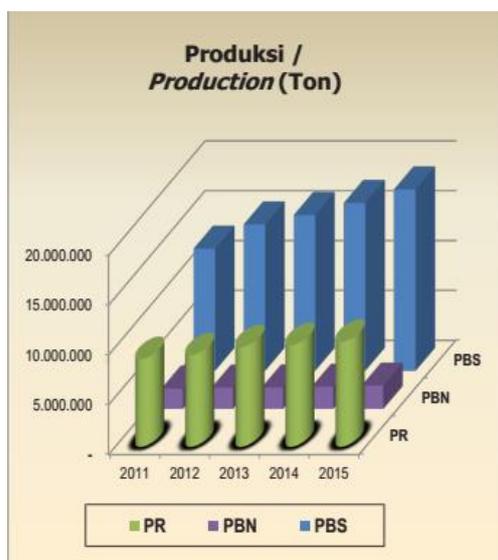
masyarakat, namun sampai saat ini limbah belum dapat ditangani dan diolah menjadi produk yang bernilai ekonomi tinggi. Dalam proses pengolahan kelapa sawit menjadi berbagai macam kebutuhan, maka sudah pasti akan meninggalkan sisa-sisa dan juga residu yang dikenal dengan nama limbah. Namun demikian, limbah hasil pengolahan dari kelapa sawit ini tidak terlalu berdampak buruk bagi lingkungan, karena merupakan salah satu bentuk limbah yang bersifat organik, tanpa mengandung bahan kimia yang dapat membahayakan lingkungan.

Jika melihat produksi kelapa sawit di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, jumlah produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang signifikan, pada tahun 2011 mencapai 23.096.541 ton, tahun 2012 mencapai 26.015.518 ton, tahun 2013 mencapai 27.782.004 ton, tahun 2014 mencapai 29.278.189 ton, tahun 2015 mencapai 31.070.015 ton, sementara tahun 2016 mencapai 33.229.381 ton dan estimasi tahun 2017 mencapai 35.359.384 ton [2]. Kemudian dari produksi kelapa sawit berdasarkan inti sawit pada tahun 2011 mencapai 4.619.308 ton, tahun 2012 mencapai 5.203.104 ton, tahun 2013 mencapai 5.203.401 ton, tahun 2014 mencapai 5.855.638 ton, tahun 2015 mencapai 6.214.003 ton, sementara tahun 2016 mencapai 6.645.876 ton dan estimasi tahun 2017 mencapai 7.071.877 ton [2]. Setiap produksi kelapa sawit menghasilkan limbah

berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) 23%, cangkang 8%, serat 12% dan limbah cair 66% [1]. Sehingga jika dihitung berdasarkan persentase diatas maka limbah TKKS pada tahun 2011 sebanyak 5.312.204,43 ton, tahun 2012 mencapai 5.983.569,14 ton, tahun 2013 mencapai 6.389.860,92 ton, tahun 2014 mencapai 6.733.983,47 ton, tahun 2015 mencapai 7.146.103,45 ton dan tahun 2016 dapat mencapai 7.642.757,63 ton. Ternyata seiring dengan peningkatan produksi kelapa sawit maka limbah TKKS juga mengalami peningkatan. Dengan meningkatnya limbah kelapa sawit tidak menutup kemungkinan akan terjadinya masalah lingkungan bagi mesyarakat sekitar pabrik kelapa sawit.



Gambar 1. Perkembangan luas areal perkebunan sawit [2]



Gambar 2. Perkembangan perkebunan kelapa sawit [2]

Sementara presentase limbah paling banyak dari kelompok limbah padat yang dihasilkan pabrik kelapa sawit berupa TKKS belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Jumlah TKKS cukup besar karena hampir sama dengan jumlah produksi minyak sawit mentah [10]. TKKS yang tidak tertangani dapat menyebabkan bau busuk dan tempat bersarangnya serangga lalat [10]. Untuk mengurangi dampak negatif dengan semakin banyaknya limbah dari pabrik kelapa sawit, maka dilakukan beberapa upaya untuk memanfaatkan TKKS. Pemanfaatan paling banyak dari TKKS adalah untuk pupuk organik, kemudian pemanfaatan yang lain sebagai bahan papan partikel karena TKKS memiliki potensi yang besar juga mengandung lignoselulosa.

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam rangka pembuatan papan semen berserat TKKS maka peralatan yang digunakan berupa peralatan tukang batu seperti sendok semen, ember, timbangan dan pengepres. Serat TKKS dibuat serat pendek (dicacah 3 - 5 cm) direndam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi larutan 5%.

Hasil rendaman dicuci kemudian dikeringkan sampai kelembaban tertentu. Bahan utama papan semen berserat TKKS berupa semen portland, serbuk CaCO<sub>3</sub>, limbah gergajian batu marmer berupa *powder*, dan serat TKKS. Semua bahan dicampur menjadi satu dengan ditambahkan air secukupnya sehingga berbentuk pasta dengan komposisi seperti pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Komposisi campuran papansemen berserat TKKS

No	Nama bahan	Persentase (%) volume (komposisi campuran)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Semen portland	50	45	40	35	30	25	20	15
2	Serbuk CaCO <sub>3</sub>	20	25	30	35	40	45	50	55
3	Serat TKKS	16	16	16	16	16	16	16	16
4	Serbuk marmer	12	12	12	12	12	12	12	12
5	Katalis	2	2	2	2	2	2	2	2
6	Air	secukupnya							

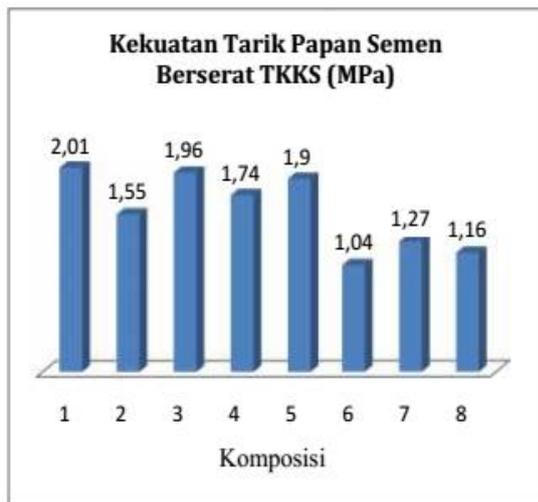
Proses pencetakan papan semen berserat TKKS dilakukan dengan cara menuangkan adonan ke dalam cetakan. Sebelum adonan dituangkan, cetakan dilumuri dengan oli bekas untuk menghindari kelengketan. Taburkan campuran semen dan batu kapur di atasnya secara tipis dan rata, kemudian dilakukan pengepresan. Setelah beberapa waktu dan mampu untuk diangkat maka

papan semen berserat TKKS dikeluarkan dari cetakan kemudian disiram dengan air untuk menghindari keretakan akibat pengeringan yang terlalu cepat. Untuk memastikan bahwa material tersebut dapat diaplikasikan sebagai bahan bangunan maka selanjutnya dilakukan uji sifat mekanik dan sifat fisik.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kekuatan Tarik**

Dengan komposisi 40% semen *portland* 30% CaCO<sub>3</sub> 16% serat TKKS 12% serbuk marmer dan 2% katalis (komposisi nomor 3) material tersebut dapat mencapai kekuatan 2,52 Mpa. Namun secara rata rata untuk komposisi nomor tiga hanya 1,96 Mpa. Perbandingan kekuatan tarik untuk beberapa komposisi maka secara umum rata ratanya sebesar 1,58 Mpa namun pada kondisi tertentu bahkan bisa mencapai 2,52 Mpa seperti yang terjadi pada komposisi 40% semen *portland* 30% CaCO<sub>3</sub> 16% serat TKKS 12% serbuk marmer dan 2% katalis. Menurut Tarkono (2015) [8] kekuatan tarik yang diperoleh sangat rendah sekali hanya mencapai 0,18 Mpa. Namun berdasarkan penelitian ini kekuatan tariknya bisa bertambah sebesar 2,34 Mpa sehingga menjadi 2,52 MPa. Hal ini merupakan kemajuan yang sangat positif dan menunjukkan perbaikan mutu papan semen berserat TKKS. Sehingga tidak menutup kemungkinan untuk bisa dimanfaatkan sebagai material alternatif.



Gambar 3. Grafik perbandingan kekuatan tarik papan semen berserat TKKS

**Keterangan :**

- Komposisi I : 16% serat, 12% serbuk marmer, 50% semen, 20% CaCO<sub>3</sub>
- Komposisi II : 16% serat, 12% serbuk marmer, 45% semen, 25% CaCO<sub>3</sub>
- Komposisi III : 16% serat, 12% serbuk marmer, 40% semen, 30% CaCO<sub>3</sub>

Komposisi IV : 16% serat, 12% serbuk marmer, 35% semen, 35% CaCO<sub>3</sub>

Komposisi V : 16% serat, 12% serbuk marmer, 30% semen, 40% CaCO<sub>3</sub>

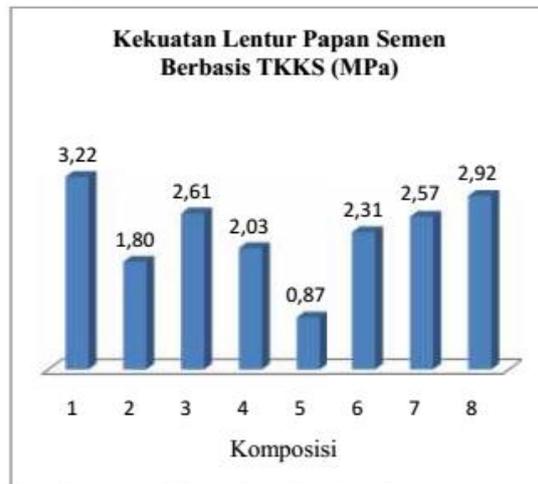
Komposisi VI : 16% serat, 12% serbuk marmer, 25% semen, 45% CaCO<sub>3</sub>

Komposisi VII : 16% serat, 12% serbuk marmer, 20% semen, 50% CaCO<sub>3</sub>

Komposisi VIII : 16% serat, 12% serbuk marmer, 15% semen, 55% CaCO<sub>3</sub>

**Ketegukan patah papan semen berserat TKKS**

Ketegukan patah (MOR) adalah nilai ukuran kekuatan lentur statis papan semen berserat TKKS yang menunjukkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh papan partikel per satuan luas hingga papan tersebut patah. Hasil uji lentur secara keseluruhan rata rata mencapai 2,29 Mpa dan bisa mencapai 4,02 Mpa 40% semen *portland* 30% CaCO<sub>3</sub> 16% .



Gambar 4. Grafik perbandingan ketegukan papan semen berserat TKKS

**Keterangan :**

- Komposisi 1 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 50% semen, 15%CaCO<sub>3</sub>
- Komposisi 2 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 45% semen, 20%CaCO<sub>3</sub>
- Komposisi 3 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 40% semen, 25%CaCO<sub>3</sub>
- Komposisi 4 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 35% semen, 30%CaCO<sub>3</sub>
- Komposisi 5 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 30% semen, 35%CaCO<sub>3</sub>
- Komposisi 6 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 25% semen, 40%CaCO<sub>3</sub>
- Komposisi 7 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 20% semen, 45%CaCO<sub>3</sub>
- Komposisi 8 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 15% semen, 50%CaCO<sub>3</sub>

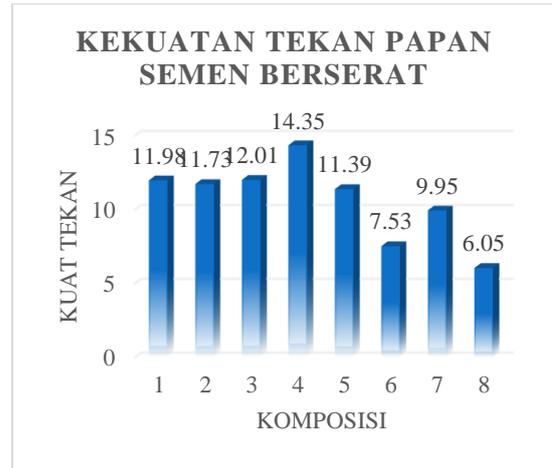
Sementara menurut Nuria Gurning (2013) [4], *Modulus of Rupture* (MOR) dari beton serat TKKS dengan variasi penambahan serat hingga 10 % volum adalah berkisar 2,12 – 2,95 MPa. Nilai tertinggi MOR beton serat adalah pada penambahan 6 % (volume) serat TKKS, yaitu sekitar 2,95 MPa. Nilai MOR memiliki kecenderungan menurun di atas penambahan volume serat > 6 – 10 % yang disebabkan reaksi antara campuran air-semen dengan serat yang kurang baik dan cenderung berongga sehingga menurunkan nilai MOR beton serat tersebut. Penggunaan serat bambu sebanyak 0,5 – 1,5 % (berat) dari total semen dan panjang serat yang digunakan 1 – 2 cm, menghasilkan nilai MOR sebesar 5 – 7 MPa [6].



Gambar 5. Pecahan Papan semen berserat TKKS

#### Kekuatan tekan papan semen berserat TKKS

Hasil uji tekan menunjukkan peningkatan yang luar biasa mencapai rata-rata 14,35 MPa pada komposisi 35% semen *portland* 35%  $\text{CaCO}_3$  16% serat TKKS 12% serbuk marmer dan 4% katalis semen *portland* 30%  $\text{CaCO}_3$  16% serat TKKS 12% serbuk marmer dan 4% katalis. Hasil yang positif jika dibandingkan dengan hasil penelitian McBride dan Shuka, 2002 [3] pada penambahan serat TKKS 10% hanya didapatkan kuat tekan sebesar 3-5 Mpa. Hasil uji tekan menunjukkan peningkatan yang luar biasa mencapai rata-rata 14,35 MPa pada komposisi 35% semen *portland* 35%  $\text{CaCO}_3$  16% serat TKKS 12% serbuk marmer dan 4% katalis semen *portland* 30%  $\text{CaCO}_3$  16% serat TKKS 12% serbuk marmer dan 4% katalis. Hal ini merupakan hasil yang positif jika dibandingkan dengan hasil penelitian McBride dan Shuka, 2002 [3] pada penambahan serat TKKS 10% hanya didapatkan kuat tekan sebesar 3-5 Mpa.



Gambar 6. Grafik perbandingan kekuatan tekan papan semen berserat TKKS

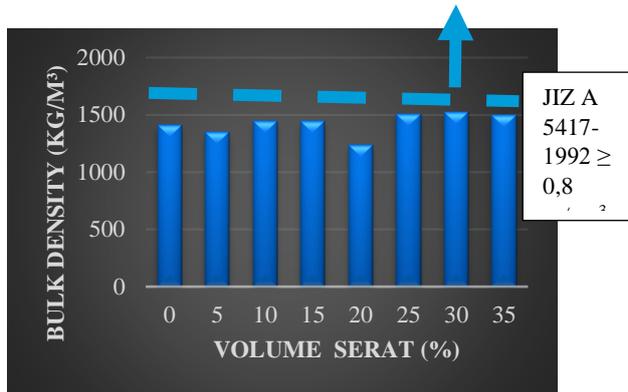
#### Keterangan :

- Komposisi 1 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 50% semen, 15%  $\text{CaCO}_3$
- Komposisi 2 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 45% semen, 20%  $\text{CaCO}_3$
- Komposisi 3 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 40% semen, 25%  $\text{CaCO}_3$
- Komposisi 4 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 35% semen, 30%  $\text{CaCO}_3$
- Komposisi 5 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 30% semen, 35%  $\text{CaCO}_3$
- Komposisi 6 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 25% semen, 40%  $\text{CaCO}_3$
- Komposisi 7 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 20% semen, 45%  $\text{CaCO}_3$
- Komposisi 8 : 16% serat, 12% serbuk marmer, 15% semen, 50%  $\text{CaCO}_3$

#### Kerapatan papan semen berserat TKKS

Kerapatan menunjukkan banyaknya massa per satuan volume. Sifat-sifat papan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kerapatan. Selain itu kerapatan juga menjadi dasar pertimbangan penggunaan suatu produk. Kerapatan papan semen berserat TKKS dengan 20% serat merupakan jenis campuran yang paling kecil kerapatannya yaitu  $1233,7 \text{ kg/m}^3$ , sedangkan dengan campuran 30% serat TKKS kerapatannya  $1519 \text{ kg/m}^3$ . Secara umum terlihat bahwa seiring dengan bertambahnya volume serat kerapatannya semakin besar yang berarti ikatan antara matrik dengan serat semakin baik [8]. Hal ini bertentangan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mujtahid (2010) [7] yang menyatakan bahwa ukuran partikel yang besar memiliki kerapatan yang rendah karena partikel dengan ukuran yang besar dapat mengakibatkan kontak yang lemah antara partikel dan semen sehingga menciptakan adanya rongga diantara partikel-partikel tersebut. Perbedaan ini dianggap wajar sebab kedua

penelitian menggunakan penguat yang berbeda yaitu serat TKKS dan serbuk batang aren.



Gambar 7. Grafik kerapatan papansemen berserat TKKS [9]

Kerapatan papan semen berserat TKKS menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan standar yang ada ( $\geq 0,8 \text{ g/cm}^3$ ). Artinya papan semen berserat TKKS yang dibuat menggunakan dalam konstruksi sebab telah memenuhi standar JIS A 5417-1992. [5]

**1. Berat papan semen berserat**

Papan semen berserat TKKS memiliki kelebihan dibandingkan dengan papan papan gipsum. Papan gipsum tidak tahan terhadap api, rayap, benturan keras, jamur, benturan keras, juga air. Oleh karena itu direkomendasi hanya untuk interior seperti partisi dan plafon, dan tidak untuk eksterior seperti *listplank* atau penutup dan dinding (*cladding*) dan dekorasinya. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, sekarang hadir papan jenis fibersemen sebagai pilihan, yang dapat digunakan untuk interior juga eksterior bahkan bisa untuk penutup lantai dan pagar. Papan jenis ini tahan benturan hingga 170 kg/cm tapi lebih ringan dan lentur.

Beton harus diberi tulangan baja, namun papan semen berserat yang terbuat dari campuran, semen, serbuk kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) memakai serat selulosa sebagai tulangnya. Serat selulosa yang digunakan adalah serat yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit. Namun papan semen berserat masih memiliki resiko melengkung kalau terkena panas sinar matahari secara langsung dalam jangka waktu tertentu. Hanya saja papam semen berserat lebih berat dari pada papan gipsum dengan ketebalan yang sama. Pemasangan sama dengan papan gipsum memakai bor listrik tapi juga gergaji mesin. Pada bangunan rumah aplikasi papan semen berserat juga masih terbatas untuk plafon.

Aplikasi papan semen berserat perlu diperluas, sehingga papan semen berserat yang memiliki kelebihan itu dapat bermanfaat lebih luas

di masyarakat. Mengingat sumber bahan baku yang berupa serat di Indonesia masih sangat melimpah. Kelemahan yang sangat mendasar pada papan semen berserat adalah masalah berat material. Namun dengan menambahkan serat sampai batas optimal masih dapat mengurangi berat total dalam konstruksi. Jika mengacu pada penggunaan beton sebagai atap rumah maka tidak menutup kemungkinan bahwa papan semen berseratpun dapat digunakan sebagai atap rumah. Berikut beberapa data yang menyajikan berat papan semen berdasarkan luasannya.

Tabel 2. Berat papan semen berdasarkan volume serat TKKS.

No	Nama bahan	Persentase (%) volume (komposisi campuran)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Serat TKKS (%)	0	4	8	12	16	20	24	28
2	Berat genteng/m <sup>2</sup>	50	50	50	50	50	50	50	50
3	Berat papan/m <sup>2</sup>	49,8	48,2	47,6	46,1	45	44,1	43,8	42,4

Sebagai pembanding digunakan papanukuran papan beton merk monier seperti pada gambar di bawah ini.



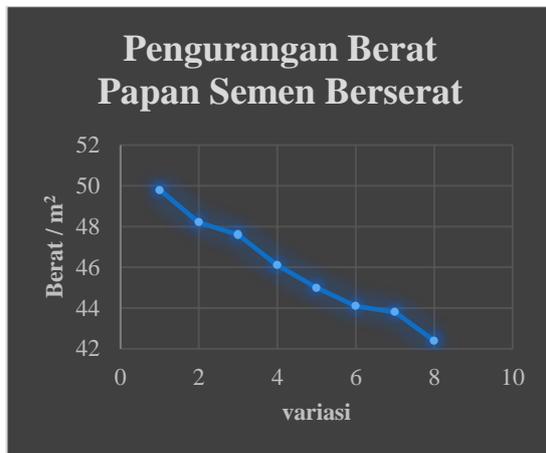
Gambar 8. Genteng monier [11]

Tabel 3. Spesifikasi PapanMonier

Ukuran	Jml/m <sup>2</sup>	Berat/buah	Berat/m <sup>2</sup>	Jarak tumpu
330 mmx420mm	9,7 buah/m <sup>2</sup>	5,2 kg/buah	50 kg/m <sup>2</sup>	331 mm

Sumber : [11]

Berdasarkan data dari tabel 2, maka selanjutnya dapat diperlihatkan berat papan berserat berdasarkan persentase volume serat TKKS yang digunakan secara jelas, seperti pada grafik berikut ini.



Gambar 9. Penurunan berat papan berserat

Dari grafik terlihat bahwa seiring dengan penambahan volume serat maka berat papan semen juga mengalami penurunan berat. Hal ini berarti sangat membantu dalam hal mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh suatu konstruksi. Penurunan berat berdasarkan luasan papan semen berserat tersebut dapat mencapai 15,2%. Perbandingan ini mengacu pada berat papanbeton dibandingkan dengan papan semen berserat TKKS dengan asumsi volume keduanya sama.

#### KESIMPULAN

Kerapatannya cukup bagus yaitu rata-rata lebih besar dari standar JIS A 5417-1992 [5] yang dipersyaratkan yaitu  $\geq 0,8 \text{ g/cm}^3$ . Sementara kekuatan tarik, kekuatan lentur dan kekuatan tekan ppaan semen berserat TKKS mencapai kondidi optimum pada komposisi 40% semen portland dan 30%  $\text{CaCO}_3$ . Kemudian secara umum dengan substitusi serat tandan kosong kelapa sawit dapat menurunkan berat mencapai 15,2%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriyati A.H. 2007. *Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Papan Serat Seme*. Jurnal Permukiman Volume 2 No. 3 Desember 2007.
- [2] Anonimous , 2016, Statistik Perkebunan Indonesia Komoditi Kelapa Sawit 2011-2017, Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan Direktorat Jendral Perkebunan Kementrian Pertanian. <http://ditjenbun.pertanian.go.id>.
- [3] D. C. L. Teo, et al, *Structural Concrete Using Oil Palm Shell (OPS) as Lightweight*

*Agregate*. University Malaysia Sabah, Civil Engineering Program, Sabah – Malaysia (2006).

- [4] [4] Gurning, N., A.P.Tetuko, dan P. Sebayang, 2013, *Pembuatan Beton Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit*, TELAAH Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Akreditasi LIPI Nomor :377/E/2013
- [5] Japanese Standarts Association (JSA), 1992, *Japanese Industrial Standarts JIS A 5417 : 1992, Cementboards Japan* : Japanese Standarts Association.
- [6] Mulyono, Tri. 2003, *Teknologi Beton*, Penerbit . Andi Offset, Yogyakarta
- [7] Mujtahid, 2010, *Pengaruh Ukuran Serbuk Aren Terhadap Kekuatan Bending Densitas dan Hambatan Panas Komposit Semen-Serbuk Aren*, *Skripsi*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [8] Tarkono, Hadi Ali, 2015, *Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dalam Produksi Eternit Yang Ramah Lingkungan*, Jurnal Sain Teknonogi dan Lingkungan (JSTL) Unram, Volume 1 / Nomor 1/ Tahun 2015.
- [9] Tarkono, Hadi Ali, 2016, *Pemanfaatan Limbah Pabrik Kelapa Sawit (PKS) sebagai bahan Teknik* , Jurnal Ilmiah Teknik Mesin “ROTOR” Universitas Jember , Volume 9 / Nomor 2/ Tahun 2016. P. 94-99
- [10] Wardani, D.I., 2012, *Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Alternatif Pupuk Organik*, Jurnal Lingkungan Hidup – Bumi - Lestari Bumi Bebas Polusi,
- [11] [https://sites.google.com/site/gentengmonierci\\_sangkan/](https://sites.google.com/site/gentengmonierci_sangkan/) diakses : 9 Oktober 2017 : 00.31 p.m.