

STUDI KARAKTERISTIK KEKUATAN TARIK DAN HARGA IMPAK MATERIAL *POLYMERIC FOAM SANDWICH PANELS* KOMPOSIT DENGAN VARIASI ARAH SERAT TANDAN KOSONG SAWIT, TEKanan VARI, DAN KETEBALAN *FOAM*

Erik Johannes Sitio¹, Muftil Badri²

Laboratorium Gambar Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau,
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

[1erikjsitio@gmail.com](mailto:erikjsitio@gmail.com), [2muftilbadri@yahoo.com](mailto:muftilbadri@yahoo.com)

ABSTRACT

This study refers to the study of tensile strength and impact properties of polymeric foam sandwich panels composite material with variations in the direction of empty fruit bunch fiber, VARI pressure, and foam thickness. The results of composite specimen analysis in the study were evaluated and compared with each other. From the test result, it was found that the highest tensile strength was the composite specimen with the direction of the vertical fiber ie the specimen with the third vertical fiber direction, the pressure vari 6 cmHg, and the thickness of foam 1.5 mm with tensile strength is 22.5041 N/mm², the highest impact price is the specimen with vertical fiber direction ie specimen with three vertical panels fiber direction, pressure vari 6 cm Hg, and thickness foam 1,5 mm with impact price 0,1646 J/mm². the direction of the vertical fiber is 53% higher than the direction of consecutive, vertical, horizontal and vertical combined fibers in absorbing impact loads, also 83% higher than the combined vertical, 45^o, and horizontal joint directions in absorbing impact load , also has a tensile strength of 10% higher than the direction of vertical, horizontal and vertical combined fibers, also has a tensile strength of 15% higher than the combined vertical, 45^o, and horizontal combined directions.

Keywords : Polymeric Foam, sandwich panels, empty fruit bunch.

1. Pendahuluan

Usaha Interior semakin banyak ditemukan sekarang ini, terutama pada jendela dan pintu rumah, bagian ini merupakan bagian yang sering mengalami beban tarik dan impact, terutama pada saat mobilisasi produk.

Semakin langkahnya kayu juga mahalnya biaya pembuatan dan terlalu beratnya kayu yang digunakan pada pembuatan interior ini, dicarilah alternatif yang dapat mengimbangi material pembuat interior ini.

Riau merupakan provinsi dengan perkebunan kelapa sawit terbesar di Indonesia dengan luas lahan perkebunan kelapa sawit sekitar 2,3 Juta Ha [1]. Selain menghasilkan buah kelapa sawit sebagai produk utama perkebunan kelapa sawit, juga dihasilkan limbah tandan kosong dan cangkang sawit yang melimpah juga. Diperkirakan kebun kelapa sawit di Riau menghasilkan 1099,3 ton limbah padat (serat dan cangkang) per hari [2]. Pemanfaatan limbah pada kelapa sawit pada umumnya berupa pupuk kompos, papan partikel, arang, karbon aktif, dan juga bahan bakar boiler pada pabrik kelapa sawit (PKS) [1]. Tandan kosong sawit

(TKS) berpotensi dimanfaatkan sebagai penguat alam pada matriks komposit. Komposit TKS terdiri atas serat tandan kosong kelapa sawit dan matriks.

Susunan *sandwich* material berongga (*foam*) mampu meningkatkan penyerapan energi impact struktur. Struktur dan desain material berongga memiliki potensi sebagai peredam beban impact [3]. Desain struktur papan berlapis menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap penyerapan energi impact [4]. Desain struktur material berongga sangat berpengaruh untuk menyerap energi impact.

Polymeric foam efektif mampu menyerap energi impact [5]. Desain produk material *polymeric foam* memiliki kestabilan struktur jika dikenai beban impact. Perbedaan massa jenis material *foam* pada struktur berlapis, hasilnya menunjukkan bahwa material *foam* dengan massa jenis yang lebih rendah mampu menyerap energi lebih baik [6].

2. Bahan Dan Metode

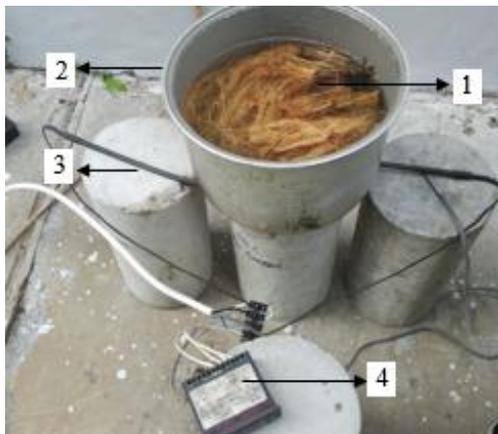
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pembuatan pelat dan spesimen dilakukan di Laboratorium Gambar Teknik dan Pengujian spesimen dilakukan di Laboratorium Pengujian

Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau dan dilakukan pengolahan data yang diperoleh dari hasil pengujian secara matematis. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Serat TKS sebagai penguat komposit.
2. Resin Polyester tipe 2250 sebagai maktriks.
3. *Polymeric Foam* sebagai penguat komposit.
4. Air dengan temperatur 50°C sebagai media perebusan serat TKS.
5. *Heater* sebagai alat yang digunakan untuk memanaskan air sampai temperatur yang diinginkan.
6. Vakum sebagai alat untuk menarik resin pada metode VARI (*Vacuum Asssited Resin Infusion*)
7. Gerinda Tangan sebgai alat untuk memotong plat komposit.
8. *Impak Testing Machine* sebagai uji menentukan harga impak.
9. *Hidraulic Testing Machine* sebagai alat uji menentukan kekuatan tarik.

Pelat Komposit yang dibuat menggunakan perlakuan serat dengan perebusan serat TKS di dalam air pada temperatur 50°C

Adapun perebusan serat TKS dapat dilihat pada gambar Gambar 1.



Gambar 1. Perebusan Serat TKS

Keterangan :

1. Serat TKS
2. Wadah Perebusan
3. *Heater*
4. *Termostat*

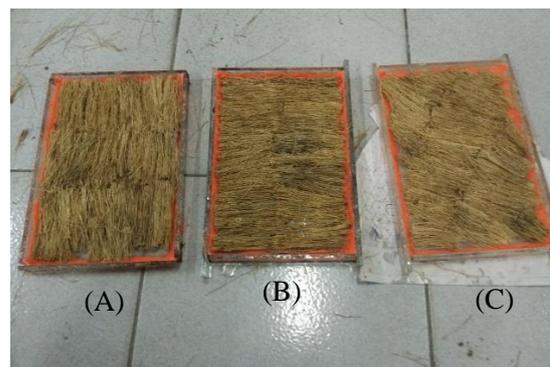
Lalu serat dikeringkan dengan cara dijemur pada sinar matahari hingga persentase air pada serat

kurang dari 13%. Setelah serat dijemur dapat dilihat pada Gambar 2, dan didapatkan serat yang kering, selanjutnya untuk mengetahui kadar air serat TKS, serat diuji kadar air di Laboratorium Teknik Reaksi Kimia Jurusan Teknik Kima Universitas Riau.



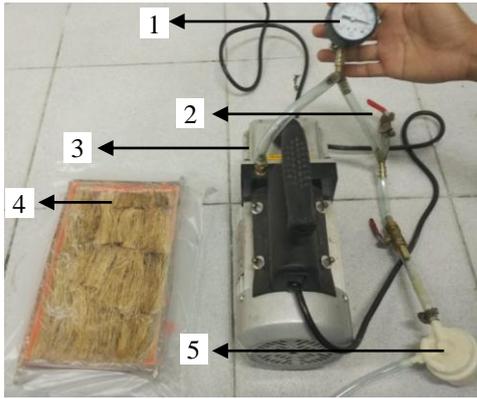
Gambar 2. Penjemuran Serat TKS

Serat yang sudah kering kemudian ditimbang untuk mendapatkan persentasi volume serat, begitu juga dengan resin. Susunan serat divariasikan menjadi tiga, yaitu vertikal, horizontal dan 45° dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Arah Serat (A) Verikal, (B) Horizontal, dan (C) 45°

Serat TKS yang sudah tersusun pada cetakan kemudian dibungkus dengan plastik dan diisolasi. Selang dipasang pada bagian sudut cetakan sebagai aliran resin pada saat pemvakuman dengan metode VARI yang dilakukan. Hal yang dilakuakn selanjutnya adalah menghidupkan pompa vakum, menyesuaikan tekanan dengan cara menutup inlet, kemudian mengatur bukaan katup kontrol untuk menyesuaikan tekanan, perhatikan jarum penunjuk pada manometer sampai bergerak menuju angka skala tekanan yang digunakan, adapun tekanan yang digunakan untuk tiap spesimen berbeda yaitu 2, 4, dan 6 cmHg, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Pempvakuman Komposit

Keterangan :

1. Manometer
2. Katup Kontrol
3. Pompa Vakum
4. Serat TKS
5. Resin Trap

Proses pempvakuman dilakukan sampai dirasa tidak ada lagi udara yang terperangkap di antara resin dan serat TKS yang terdapat pada cetakan, setelah dirasa tidak ada lagi udara, kemudian pompa dimatikan dan komposit dibiarkan kering dalam keadaan vakum. Setelah resin sudah mengering kemudian cetakan dibongkar dan papan komposit dibersihkan dan dirapikan permukaannya dengan menggunakan gerinda dan juga kertas pasir. Papan komposit dibentuk menjadi spesimen uji sesuai dengan standard yang ditentukan, uji tarik ASTM D 638-02 dan uji impak ASTM D 256-02. Proses pembentukan spesimen uji menggunakan gerinda tangan Seperti Pada Gambar 5.



Gambar 5. Bentuk Spesimen Uji

Setelah dibentuk menggunakan gerinda dan dirapikan dengan kertas pasir, kemudian spesimen tersebut ditempel dengan dilapisi *polymeric foam* dengan ketebalan bervariasi 0,5mm, 1mm, dan 1,5

mm. Spesimen dilapisi *foam* sebanyak 2 lapis sehingga membentuk spesimen yang terdiri dari 3 panels atau papan komposit dan 2 lapis *polymeric foam*, kemudian dilakukan proses finishing dengan membersihkan pinggiran dari spesimen dengan kertas pasir sehingga didapatkan hasil seperti Gambar 6.



Gambar 6. Spesimen Uji Tarik

Spesimen berjumlah 54 buah , yang terdiri dari 24 spesimen uji tarik dan 24 spesimen uji ijmpak. Spesimen diberi identitas spesimen, huruf awal pada identitas merupakan arah serat, angka kedua merupakan tekanan vakum dan yang terakhir merupakan ketebalan foam ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengkodean Identitas Spesimen

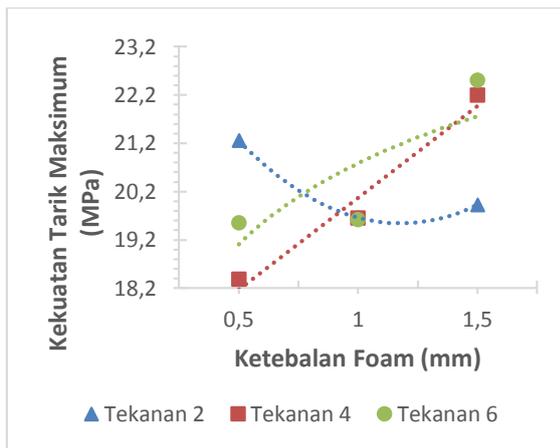
Kode	Arti
A	Spesimen dengan arah serat vertikal
B	Spesimen dengan arah serat horizontal
C	Spesimen dengan arah serat 45 °
2	Spesimen dengan tekanan pompa vakum 2cmHg
4	Spesimen dengan tekanan pompa vakum 4cmHg
6	Spesimen dengan tekanan pompa vakum 6cmHg
T0,5	Spesimen dengan ketebalan foam 0,5mm
T1	Spesimen dengan ketebalan foam 1mm
T1,5	Spesimen dengan ketebalan foam 1,5 mm

Spesimen kemudian diuji tarik dan uji impak untuk mengetahui besar kekuatan tarik dan besarnya energi impak yang diserap dari material komposit serat TKS. Pengujian dilakukan dengan *Universal Hydraulic Testing Machine* dan Mesin Uji Impak di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau.

3. Hasil Dan Pembahasan

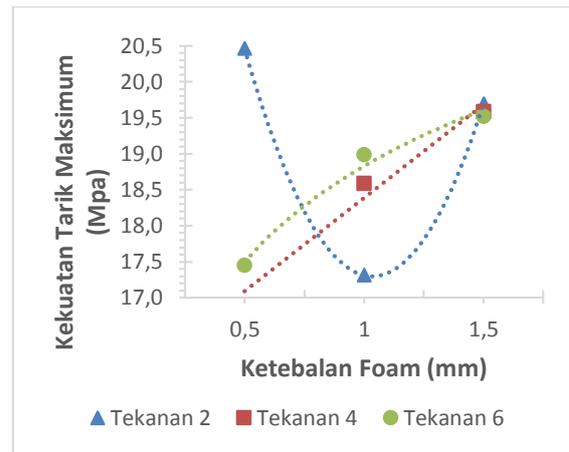
Dari hasil pengujian yang didapatkan, data diubah ke dalam bentuk grafik. Grafik yang merupakan data hasil pengujian.

Dapat dilihat Pada Gambar 7 data kekuatan tarik komposit serat TKS dengan arah serat A atau vertikal, data pengujian tertinggi terdapat pada spesimen dengan tekanan VARI 6 cmHg yaitu sebesar 22,5041 Mpa. Pada tekanan 4 cmHg dan 6cmH terlihat mengalami peningkatan pada kekuatan tarik maksimum nya seiring dengan penambahan ketebalan *foam*, sedangkan pada tekanan 2 cmHg sempat mengalami penurunan walaupun dilakukan penambahan ketebalan *foam*. Hal ini dikarenakan tidak berpengaruhnya ketebalan foam terhadap penarikan. Dimana kekuatan tarik maksimum dari arah serat A tidak terlalu berbeda jauh untuk masing-masing variasi tekanan dan ketebalan *foam*.



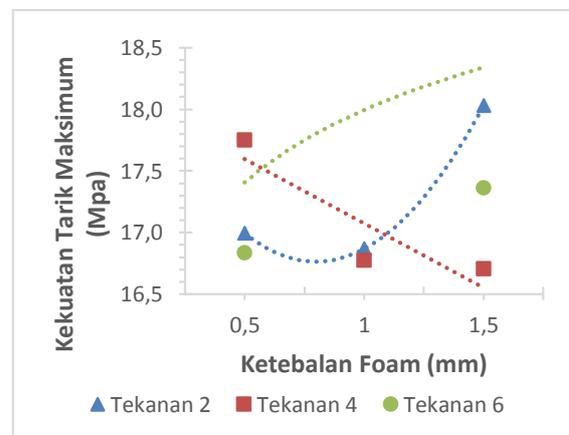
Gambar 7. Pengaruh Variasi Tekanan VARI, Ketebalan Foam dari Arah Serat A Terhadap Kekuatan Tarik

Pada Gambar 8 dapat dilihat data kekuatan tarik komposit serat TKS dengan arah serat B, data pengujian tertinggi terdapat pada spesimen dengan tekanan VARI 2 cmHg yaitu sebesar 20,4583 Mpa. Pada tekanan 4 cmHg dan 6cmH terlihat mengalami peningkatan pada kekuatan tarik maksimum nya seiring dengan penambahan ketebalan *foam*, sedangkan pada tekanan 2 cmHg sempat mengalami penurunan walaupun dilakukan penambahan ketebalan *foam*. Hal ini dikarenakan tidak berpengaruhnya ketebalan foam terhadap penarikan. Dimana kekuatan tarik maksimum dari arah serat B tidak terlalu berbeda jauh untuk masing-masing variasi tekanan dan ketebalan *foam*.



Gambar 8. Pengaruh Variasi Tekanan VARI, Ketebalan Foam dari Arah Serat B Terhadap Kekuatan Tarik

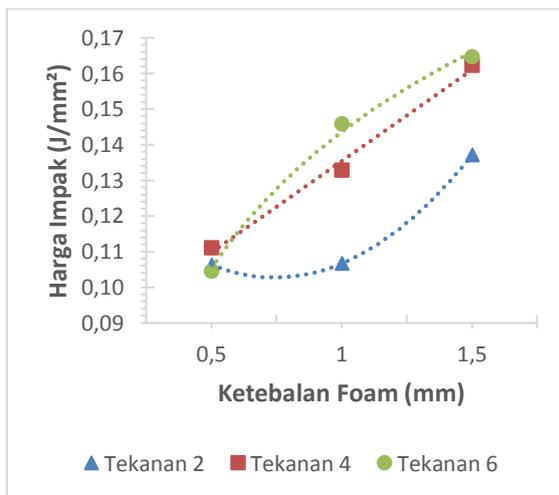
Pada Gambar 9 dapat dilihat data kekuatan tarik komposit serat TKS dengan arah serat C, data pengujian tertinggi terdapat pada spesimen dengan tekanan VARI 6 cmHg yaitu sebesar 19,5453 Mpa. Pada tekanan 4 cmHg terjadi penurunan seiring dengan penambahan ketebalan *foam* dan pada tekanan 2cmH terlihat mengalami peningkatan pada kekuatan tarik maksimum nya seiring dengan penambahan ketebalan *foam*, sedangkan pada tekanan 6 cmHg mengalami penurunan dan penaikan kekuatan tarik maksimum yang acak. Hal ini dikarenakan tidak berpengaruhnya ketebalan foam terhadap penarikan. Dimana kekuatan tarik maksimum dari arah serat A tidak terlalu berbeda jauh untuk masing-masing variasi tekanan dan ketebalan *foam*.



Gambar 9. Pengaruh Variasi Tekanan VARI, Ketebalan Foam dari Arah Serat C Terhadap Kekuatan Tarik

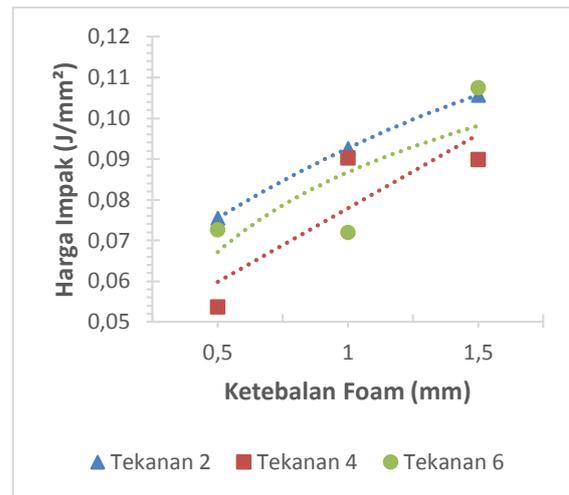
Kekuatan tarik tertinggi adalah komposit TKS dengan arah serat A, adapun arah serat A merupakan 3 lapis panels dengan masing masing *panels* dicetak dengan arah serat vertikal. Kekuatan tarik dari arah serat A tinggi karena arah serat komposit serat TKS searah dengan arah beban yang diberikan sehingga beban dapat ditahan oleh ikatan antar serat matrik, serat yang panjang akan membuat ikatan antar matrik semakin kuat karena beban yang diterima akan didistribusikan kepada serat yang diterima oleh matrik, semakin panjang serat maka beban yang didistribusikan akan semakin panjang juga.

Pada Gambar 10 dapat dilihat data harga impact komposit serat TKS dengan arah serat A atau vertikal, data pengujian tertinggi terdapat pada spesimen dengan tekanan VARI 6 cmHg yaitu sebesar 0,1646 J/mm². Pada tekanan 4 cmHg dan 6cmH terlihat mengalami peningkatan pada harga impactnya seiring dengan penambahan ketebalan *foam*. Hal ini dikarenakan berpengaruhnya ketebalan *foam* dalam menahan beban impact.



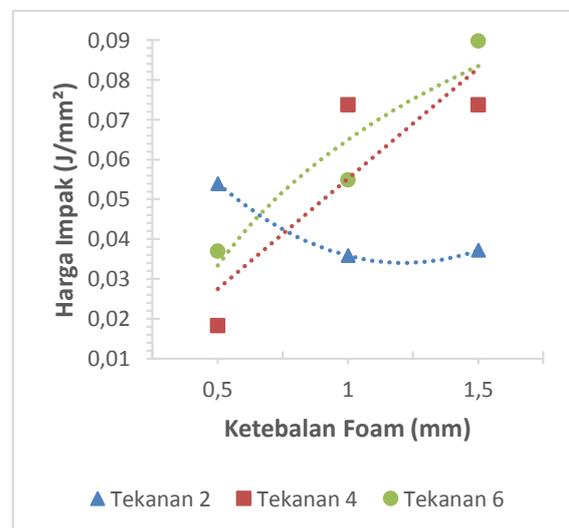
Gambar 10. Pengaruh Variasi Tekanan VARI, Ketebalan Foam dari Arah Serat A Terhadap Harga Impact

Pada Gambar 11 dapat dilihat data harga impact komposit serat TKS dengan arah serat B, data pengujian tertinggi terdapat pada spesimen dengan tekanan VARI 6 cmHg yaitu sebesar 0,1075 J/mm². Pada tekanan 4 cmHg dan 6 cmH terlihat mengalami peningkatan pada harga impactnya seiring dengan penambahan ketebalan *foam*. Hal ini dikarenakan berpengaruhnya ketebalan *foam* dalam menahan beban impact.



Gambar 11. Pengaruh Variasi Tekanan VARI, Ketebalan Foam dari Arah Serat B Terhadap Harga Impact

Pada Gambar 12 dapat dilihat data harga impact komposit serat TKS dengan arah serat C, data pengujian tertinggi terdapat pada spesimen dengan tekanan VARI 6 cmHg yaitu sebesar 0,0898 J/mm². Pada tekanan 4 cmHg harga impact pada ketebalan foam 1 mm dan 1,5 mm hampir sama dan pada tekanan 6 cmH terlihat mengalami peningkatan pada harga impactnya seiring dengan penambahan ketebalan *foam*. Hal ini dikarenakan berpengaruhnya ketebalan *foam* dalam menahan beban impact.



Gambar 12. Pengaruh Variasi Tekanan VARI, Ketebalan Foam dari Arah Serat C Terhadap Harga Impact

Seperti terlihat pada Gambar 10, 11, 12 rata-rata, harga impact yang tertinggi adalah komposit serat TKS dengan arah serat A, sebesar 0,1301 J/mm², kemudian komposit serat TKS dengan arah serat B,

sebesar $0,0844 \text{ J/mm}^2$, dan yang terakhir adalah komposit serat TKS dengan arah serat C, sebesar $0,0527 \text{ J/mm}^2$. Harga impact tertinggi pada komposit serat TKS dengan arah serat A dikarenakan terdiri dari tiga panels dengan arah serat vertikal.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisa terhadap hasil pengujian tarik dan impact komposit serat TKS maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu, Kekuatan tarik tertinggi adalah spesimen komposit dengan arah serat vertikal yaitu spesimen dengan arah serat ketiga *panels* vertikal, tekanan vari 6 cmHg, dan ketebalan foam 1,5 mm dengan kekuatan tarik ialah $22,5041 \text{ N/mm}^2$, sedangkan harga impact tertinggi merupakan spesimen dengan arah serat vertikal yaitu spesimen dengan arah serat ketiga *panels* vertikal, tekanan vari 6 cm Hg, dan ketebalan foam 1,5 mm dengan harga impact $0,1646 \text{ J/mm}^2$. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa arah serat vertikal lebih tinggi 53% dibandingkan arah serat gabungan berturut-turut vertikal, horizontal, dan vertikal dalam menyerap beban impact, juga lebih tinggi 83% dibandingkan arah serat gabungan vertikal, 45° , dan horizontal dalam menyerap beban impact, juga memiliki kekuatan tarik 10% lebih tinggi dibandingkan arah serat gabungan vertikal, horizontal, dan vertikal, juga memiliki kekuatan tarik lebih tinggi 15% dibandingkan arah serat gabungan vertikal, 45° , dan horizontal.

5. Daftar Pustaka

- [1] Anonim. 2015. *Statistik Pekebunan Indonesia Kelapa Sawit*. Edisi 1. Direktorat Jendral Perkebunan Republik Indonesia. Jakarta.
- [2] Moenif, E. M. 2012. *Potensi, Pengembangan dan Target Implementasi Energi Terbarukan di Propinsi Riau*.
- [3] Vaziri, A. Xue, Z. dan J.W. Hutchinson. 2006. Metal Sandwich Plates with Polymer Foam Filled Cores. *Journal of Mechanics of Material and Structures* 1(1): 95-125.
- [4] Qiao, P., and Bibienda, W. K. 2008. "Impact mechanics of composite materials for aerospace application." *J. Aerosp. Eng.*, 21(3), 117–118.
- [5] Badri, M. Syam, B. Rizal, S. Dan K.S. Buana. 2010. Respon Polymeric Foam yang diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Akibat Beban Tekan Stastik dan Impact (Simulasi Numerik). *Jurnal Dinamis* 1(7): 45-60.
- [6] Ramakrishnan, K.R. Shankar, K. Viot, P. Dan S. Guerard. 2012. A Comparative Study of The Impact Properties of Sandwich Material with Different Cores. *Journal of Web of Conferences* 26(1031): 1-6.