

Pengaruh Beban Impak Jatuh Bebas Pada Produk Inovasi Parking Bumper Dari Bahan Polymeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Syurkarni Ali^{*)}

^{*)} Dosen Teknik Mesin FT-Universitas Teuku Umar - Meulaboh

E-mail : charnie_ali@yahoo.com

Abstract

The use of waste oil palm empty Fruit bunches (OPEFB) is rapidly increasing. OPEFB Fiber are potential to be made engineering product especially innovative products. The innovative products can be used for technical component cases, especially products which have lifespan, durability, easily designed, recyclable, corrosion resistant, and heat absorbent as well as economical. The aims of this research was the effect of impact loads for innovative products manufacturing Parking Bumper polymeric foam material. The impact was tested by using free fall Impact testing device and Impact Test Specimens were done by using ASTM D1621-00. The result parking bumper design in simulation showed the stress value of 0.13 MPa. For trapezium type. which Force is provided for 4425 N, the dimension of the parking bumper 250 x 200 x 130 (mm). Simulations performed using Ansys workbench 12.1., the result of mechanical properties showed the second composition with the variation of the fall height was not close enough. This indicate that the second composition (Blowing Agent 15%, 70% Resin, Fiber 10%, Catalyst 5%) for parking bumper product would become more accurate and perfect.

Keywords: waste (OPEFB), innovative products, parking bumper, free fall impact testing device

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Industri kelapa sawit semakin pesat, limbah industri sawit pun terus bertambah, salah satu hasil industri sawit yang sering menjadi limbah yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS) selain itu juga pelepah sawit, bungkil sawit, lumpur sawit (*sludge*) dan serabut sawit yang setiap tahunnya menghasilkan perhektar sebanyak ±23,3 ton limbah sawit [1].

Pemanfaatan TKKS secara umum diolah dengan cara tradisional yaitu dijadikan pupuk kompos untuk perkebunan kelapa sawit tersebut. Namun dewasa ini TKKS terus dikembangkan menjadi produk-produk inovatif, bahkan telah menjadi produk potensial. Banyak penelitian-penelitian ilmiah tentang limbah TKKS, seperti untuk pembuatan papan partikel dengan perekat *fenol formaldehyde* [2], bahan baku kertas [3].

Indonesia merupakan Negara agraris dengan jumlah perkebunan sawit sebesar 7.51 ha. pada tahun 2009 dengan akumulasi peningkatan luas areal perkebunan rata-rata 11,12% pertahun [2], dan limbah hasil pengolahan TKKS pertahun 1,9 juta ton berat kering atau setara 4 juta ton berat basah pertahun [4].

Perkembangan industri pemanfaatan hasil produk limbah semakin dilirik untuk diteliti seperti pembuatan *parking bumper*. *Parking bumper* ini sebelumnya diproduksi dari bahan karet, beton, asphalt dan komposit beton dan plastik [5,6,7]. Seperti terlihat pada gambar 1. Bahan komposit beton sebagai bahan material *parking bumper*.



Gambar 1. *Parking bumper* dari komposit beton.

Pemakaian Produk *parking bumper* diparkiran seperti terlihat pada gambar 2. pada proses pemakaiannya



Gambar 2. Pemakaian *parking bumper* diparkiran.

Parking bumper adalah sebuah alat yang digunakan sebagai penahan roda kendaraan pada saat parkir. *Parking bumper* sering dijumpai pada lokasi perpustakaan gedung perkantoran, pusat perbelanjaan atau *supermarket*, seperti diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar.3. Lokasi parkir pada salah satu pusat perbelanjaan

Penelitian ini mengembangkan kembali produk inovatif berupa *parking bumper* dari bahan *polymeric foam* diperkuat serat TKKS. Dengan pengujian mekanik impact jatuh bebas. Analisa kekuatan bahan *polimeryc foam* ini dengan pengujian impact jatuh bebas dapat diketahui beban impact yang mampu diterima oleh produk inovatif sehingga komposisi material dapat diatur untuk memperoleh hasil yang optimal. Pada proses pembuatan material dilakukan dengan metode penuangan langsung. spesimen uji impact yang digunakan sesuai dengan ASTM D1621-00 standar pengujian material plastik.

Material Komposit

Material komposit adalah material yang terdiri dari: matriks dan penguat (*reinforcement*) yang menghasilkan sebuah material yang baru dengan sifat-sifat ataupun karakteristiknya yang masih didominasi oleh sifat-sifat material pembentuknya [8]. Pada material komposit terbentuk oleh adanya dua jenis fasa, yaitu fasa matriks dan fasa penguat. Fasa matriks adalah material fasa kontinu yang selalu tidak kaku dan lemah. Sedangkan

fasa penguat selalu lebih kaku dan kuat, akan tetapi fasa penguat ini lebih rapuh. penggabungan kedua fasa tersebut menghasilkan material yang dapat mendistribusikan beban yang diterima disepanjang penguat. Sehingga material menjadi lebih tahan terhadap pengaruh beban tersebut. Penguat umumnya berbentuk serat, rajutan, serpihan dan partikel yang dibenamkan kedalam fasa matriks. Penguat merupakan fasa diskontinyu yang selalu lebih kuat dan kaku daripada matriks dan merupakan kemampuan utama material komposit dalam menahan beban.

Matriks ini tergolong jenis polimer *thermoset* yang memiliki sifat dapat mengeras pada suhu kamar dengan penambahan katalis tanpa pemberian tekanan ketika proses pembentukannya [2]. Struktur material yang dihasilkan berbentuk *crosslink* dengan keunggulan daya tahan yang lebih baik terhadap jenis pembebanan dinamik. Struktur molekul menghasilkan efek peredaman yang cukup baik terhadap beban yang diberikan data karakteristik mekanik material *polyester* seperti terlihat pada tabel 1.[9].

Table 1. Karakteristik mekanik polyester resin tak jenuh

SIFAT MEKANIK	SATUAN	BESARAN
Berat Jenis (ρ)	Mg.m ⁻³	1,2 s/d 1,5
Modulus Young (E)	GPa.	2 s/d 4,5
Kekuatan Tarik (σ_T)	(MPa)	40 s/d 90

Blowing Agent adalah material yang digunakan untuk menghasilkan struktur berongga pada komposit yang dibentuk. [10]. Jenis *blowing agent* yang digunakan adalah *Polymeric Foam*, banyak ditemukan sebagai busa kaku dan fleksibel yang digunakan sebagai pelapis atau perekat material.

Berdasarkan sifat mekaniknya [11]. Material ini memiliki 4 (empat) sifat penting diantaranya:

1. Sifat Elastik

Sifat ini berhubungan dengan sifat kekakuan material yang terdiri dari bentuk dan mikrostrukturnya.

2. Sifat Viskoelastik

Sifat peredaman solid material, sifat ini merupakan efek dari bentuk material tersebut.

3. Sifat Akustik.

Sifat ini berhubungan dengan sifat media yang dilewati oleh perambatan suara akibat bentuk struktur yang berongga akan memudahkan gelombang udara masuk kedalam material dan terserap atau terperangkap sebagian besar kedalam struktur tersebut. Dengan demikian suara yang keluar dan atau dipantulkan oleh material *Polymeric Foam* akan mengalami Pelemahan.

4. Sifat Viskoakustik.

Sifat ini berhubungan dengan peredaman fluida yang dihubungkan dengan bentuk mikrostrukturnya yang sama dengan sifat elastiknya [11].

Katalis *MEKPO* merupakan material kimia yang digunakan untuk mempercepat proses reaksi polimerisasi struktur komposit pada kondisi suhu kamar dan tekanan atmosfer. Pemberian katalis dapat berfungsi untuk mengatur waktu pembentukan gelembung *blowing agent*, [7].

Serat TKKS secara fisik mengandung bahan-bahan serat seperti lignin (16,19 %), selulosa (44,14%) dan hemi selulosa (19,28%) [4]. Parameter tipikal serat TKKS seperti ditunjukkan pada table 2 berikut:

Tabel. 2. Parameter tipikal TKKS per kg [12].

No	Bahan-Bahan Kandungan	Komposisi (%)
1.	Uap air	5.40
2.	Protein	3.00
3	Serat	35.00
4.	Minyak	3.00
5.	Kelarutan air	16.20
6.	Kelarutan unsur alkali 1 %	29.30
7.	Debu	5.00
8.	K	1.71
9.	Ca	0.14
10.	Mg	0.12
11	P	0.06
12.	Mn, Zn, Cu, Fe	1.07
TOTAL		100,00

Serat hasil pencacahan TKKS yang telah dihaluskan. yang digunakan untuk pembuatan material *parking bumper*, seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Serat TKKS

Karakteristik mekanik pada pengujian dinamik

Pengujian dinamik dilakukan dengan menggunakan impak jatuh bebas. Pengujian impak jatuh bebas didefinisikan adalah sebuah benda jatuh bebas dari keadaan mula berhenti mengalami pertambahan kecepatan selama benda tersebut jatuh, jika benda jatuh ke bumi dari ketinggian tertentu relatif kecil dibandingkan jari-jari bumi, maka benda mengalami pertambahan kecepatan ke bawah dengan harga yang sama setiap detik, hal ini berarti bahwa percepatan benda berkurang dengan harga yang sama jika sebuah benda ditembakkan ke atas kecepatannya berkurang dengan harga yang sama setiap detik dan perlambatan keatasnya seragam.

Pada sebuah garis lurus terjadi percepatan seragam[13]. Jika tahanan udara diabaikan gerakan benda jatuh bebas dapat dihitung ketika melintas sebuah garis lurus, asalkan percepatan diganti dengan percepatan gravitasi (g) yaitu:

1. Untuk gerakan ke bawah $a = + g$
2. Untuk gerakan keatas $a = - g$

$$v = \sqrt{2gH} \quad (1)$$

Percepatan benda jatuh bebas tergantung pada jarak atau tinggi benda jatuh dari pusat bumi, ketika sebuah benda padat jatuh dengan kecepatan sedang, dapat dianggap benda mengalami percepatan gravitasi seragam, untuk pengertian umum para ilmuwan mengambil harga percepatan gravitasi $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

2. METODOLOGI

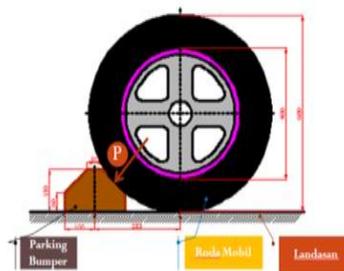
Desain *Parking Bumper*

Desain dilakukan dengan menggunakan software Ansys 12.1. workbench. Dengan bentuk polygon (trapesium). Sementara dilapangan sering dijumpai *parking bumper* berbentuk balok terbuat dari bahan komposit beton seperti diperlihatkan pada gambar 5, dengan ukuran yang tidak memiliki standar khusus.

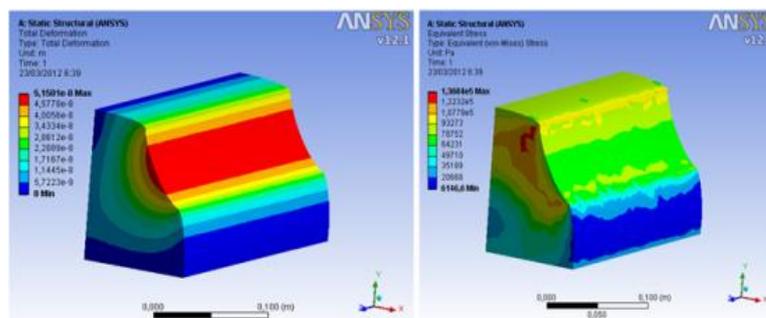


Gambar 5 *Parking bumper* dari bahan komposit beton

Parking bumper didesain dengan memperhatikan kekuatan mekaniknya. Hal ini bertujuan untuk dapat memperkirakan kemampuan *parking bumper* dalam menahan beban impact yang terjadi tiba-tiba. Karena *parking bumper* ini digunakan untuk menahan roda kendaraan roda empat atau lebih (mobil). Desain ini mengasumsikan berat sebuah mobil berkisar 1700 kg [14] dan ditambah berat badan pengendara mobil 70 kg, sehingga total berat mobil tersebut 1770 kg. Pada proses pemakaian *parking bumper* tersebut akan bersentuhan langsung dengan roda mobil (tergantung posisi parkir) pada posisi roda depan ataupun belakang. Sementara satu roda mobil akan menyentuh satu *parking bumper*. Seperti terlihat pada gambar 6. dengan asumsi berat keseluruhan mobil dibagi dengan empat bagian pada mobil tersebut yaitu letak pembebanan pada roda mobil maka akan diperoleh beban sebesar 4425 N.



Gambar 6. Ilustrasi pembebanan



Gambar 7. Pemodelan

Desain dibuat dengan ukuran geometri yaitu: 250 x 200 x 130 mm, dan diteliti lebih khusus agar diperoleh hasil produk bersifat, praktis, ekonomis dan dinamis. seperti diperlihatkan pada gambar 7. dan cetakan parking bumper terlihat pada gambar 8 yang terbuat dari tripleks dilapisi kaca pada bagian dalam cetakan tersebut.



Gambar 8. Cetakan *Parking Bumper*;

Pembuatan Material Komposit *Polymeric Foam*

Pembuatan material komposit *polymeric foam* dilakukan dengan menggunakan bahan – bahan seperti: serat TKKS, *polyester* resin tak jenuh, katalis, pembersih serat, *Blowing Agent*, pelumas untuk cetakan (*Wax*).

Alat Uji

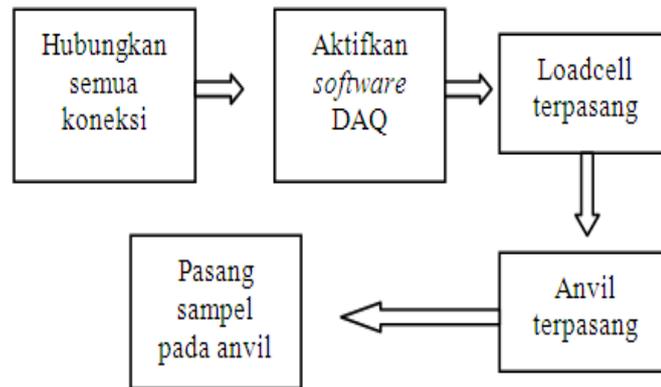
Alat uji yang digunakan adalah alat uji impact jatuh bebas yang dilengkapi dengan software DAQ for Helmet Impact testing. yang bertujuan untuk mengetahui respon tegangan pada material akibat efek rambatan gelombang regangan dengan laju rambatan gelombang yang tinggi. Pengujian dilakukan dengan ketinggian jatuh impaktor adalah: 0.5 m dan 1 m, untuk masing-masing komposisi, dan berat test rig sebesar 5 kg. gambar alat uji impact seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Alat uji impact

Set-up Pengujian Impact

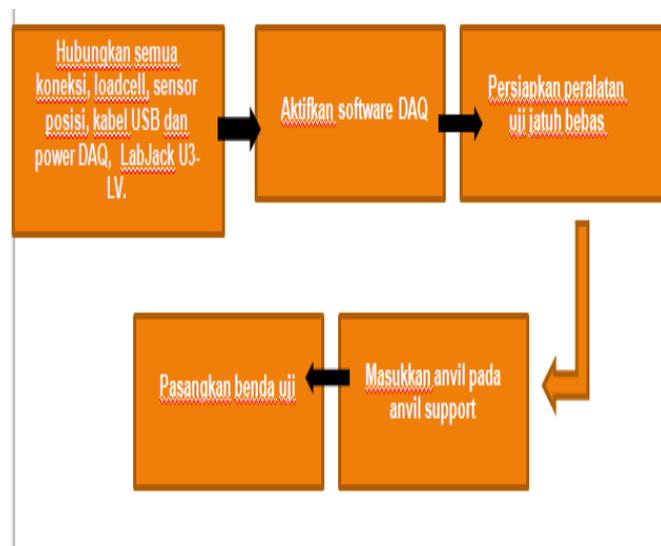
Set-up pengujian impact dimulai dengan menghubungkan seluruh koneksi selanjutnya mengaktifkan software dan loadcell selanjutnya sampel terpasang, secara terperinci terlihat pada gambar 10. Berikut.



Gambar 10. Set-up alat uji

Prosedur pengujian impact:

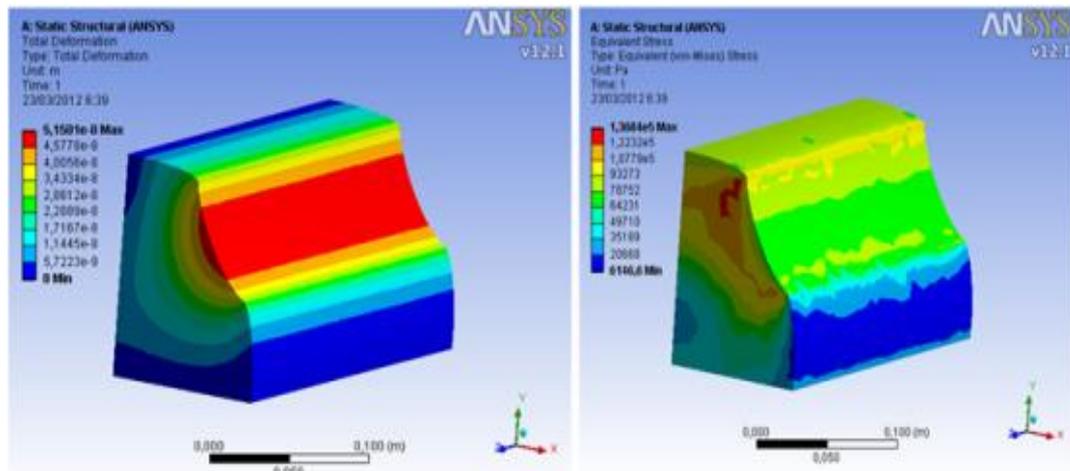
Prosedur pengujian impact terlihat pada gambar 11 berikut.



Gambar 11. Prosedur pengujian impact

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa kekuatan mekanik untuk material produk parking bumper sesuai hasil desain bentuk parking bumper dengan menggunakan software Ansys workbench 12.1, fokus utama adalah desain struktur *parking bumper* dengan bentuk trapesium, seperti pada gambar 12, dari hasil simulasi Ansys workbench 12.1. Pada simulasi F (gaya) yang diberikan adalah sebesar 4425 N.



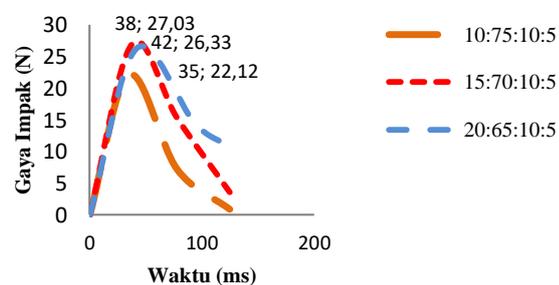
Gambar 12. Bentuk trapesium

Pengujian Impak

Pengujian impak dilakukan dengan metode impak jatuh bebas, dan sampel diambil dengan variasi ketinggian diantaranya: ketinggian 0,5 meter dan ketinggian 1 meter, hal ini dilakukan untuk mendapatkan tegangan yang bekerja pada produk *parking bumper* tersebut sesuai dengan kemampuan yang dibutuhkan oleh *produk inovatif*. Sehingga pada pemakaian *parking bumper* dapat bekerja secara maksimal.

Pengujian dengan ketinggian 0,5 meter, terlihat pada grafik seperti pada gambar 13. Dan ketinggian 1 meter grafik seperti terlihat pada gambar 14. serta hasil gaya impak maksimum dan minimum seperti terlihat di gambar 15. dimana hasil grafik ketiga komposisi terlihat bahwa spesimen komposisi kedua memiliki perbedaan yang signifikan dari pada komposisi satu ataupun tiga sehingga karakteristik mekanik untuk produk diperoleh komposisi yang tepat.

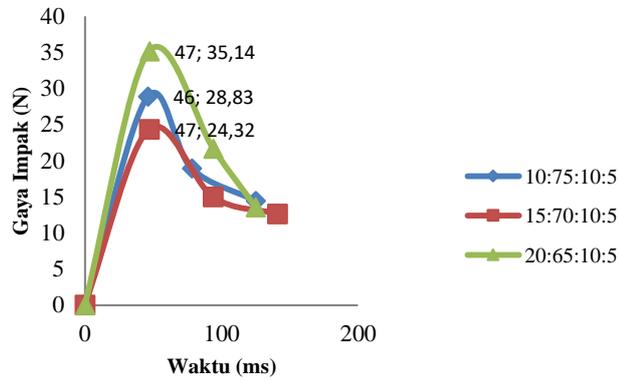
Grafik Gaya Impak vs Waktu
h = 0,5 m



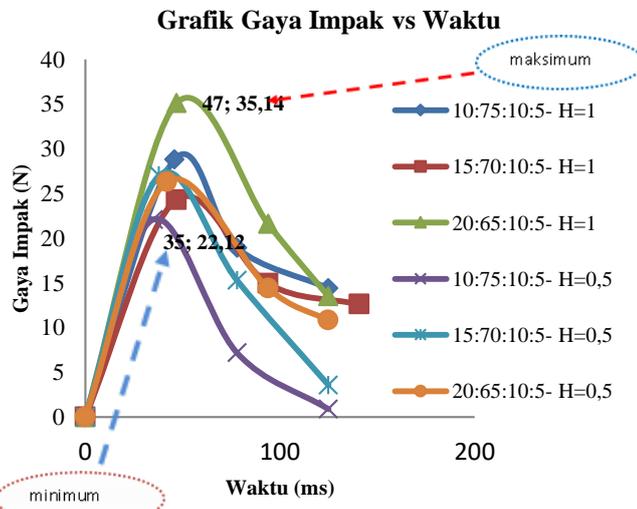
Gambar 13. Grafik gaya impak h= 0,5m

untuk kategori ketinggian 0,5 meter rata-rata diperoleh gaya impak sebesar 27,03 N.

Grafik Gaya Impak vs Waktu
 h = 1 m



Gambar 14. Grafik gaya impact h=1 m



Gambar 15. Grafik maksimum dan minimum gaya impact.

Pada daerah pembebanan, luas daerah pembebanan adalah 0,01225 m² yang merupakan luas penampang, hasil dari perbandingan antara gaya impact dengan luas penampang maka akan dihasilkan tegangan. Sedangkan energi diperoleh dari hasil kali gaya impact dengan ketinggian. Hasil yang diperoleh seperti terlihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3 hasil uji impak

No	Komposisi	Ketinggian (meter)	Gaya Maksimum. (N)	Energi (J)	Tegangan (MPa)
1	K1(10:75:10:5)	0,5	27,03	13,515	2,2065
	K2(15:70:10:5)	0,5	26,33	13,165	2,1493
	K3(20:65:10:5)	0,5	17,12	8,56	1,397
2	K1(10:75:10:5)	1	35,14	35,14	2,868
	K2(15:70:10:5)	1	28,83	28,83	2,353
	K3(20:65:10:5)	1	24,32	24,32	1,985

Hasil pengujian impak jatuh bebas diperoleh:

- a. Pada ketinggian 0,5 m untuk; Komposisi satu (10:75:10:5): F max. = 27,03 N, Energi = 13,515 J dan Tegangan = 2,2065 MPa. Komposisi dua (15:70:10:5): hasil F max. = 26,33 N, Energi = 13,165 J dan Tegangan = 2,1493 MPa. Komposisi tiga (20:65:10:5): hasil F max. = 17,12 N, Energi = 8,56 J dan Tegangan = 1,397 MPa.
- b. Pada ketinggian 1 meter: Komposisi satu (10:75:10:5): F max. = 35,14 N, Energi = 35,14 J dan Tegangan = 2,868 MPa. Komposisi dua (15:70:10:5), F max. = 28,83 N, Energi = 28,83 J dan Tegangan = 2,353 MPa. Komposisi Tiga (20:65:10:5): F max. = 24,32 N, Energi = 24,32 J dan Tegangan = 1,985 MPa. Hasil pada pengujian impak jatuh bebas terlihat bahwa ada perbedaan untuk komposisi dua, dimana selisih masing-masing ketinggian tidak terlalu jauh, hal ini menandakan bahwa pada komposisi dua tepat untuk produk *parking bumper*.

4. KESIMPULAN

Dengan desain produk *parking bumper* berbentuk trapezium untuk produk inovatif ini mampu menerima tegangan 0,13 MPa yaitu tegangan yang terkecil. Hasil yang diperoleh pada pengujian impak jatuh bebas diperoleh dengan hasil yang terbaik pada komposisi dua dimana, hasil terlihat tidak begitu jauh walaupun selisih ketinggian berbeda. Hal ini mengisyaratkan bahwa pada komposisi tersebut (*BA 15%, Resin 70%, Serat 10%, Katalis 5%*) adalah sangat tepat sebagai komposisi produk inovatif untuk *parking bumper*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Umar, S. Potensi Limbah Kelapa Sawit Dan Pengembangan Peternakan Sapi Berkelanjutan Di Kawasan Perkebunan Kelapa Sawit. Jurnal Wawasan, 2008, Vol 13., No.3
- [2] Subiyanto, Bambang, dkk. *Utilization of Empty Fruit Bunch Waste from Oil Palm Industry for Particleboard Using Phenol Formaldehyde Adhesive*. Warta PPKS 1-4.
- [3] Isroi, Pengolahan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit), (online) (<http://www.isroiwordpress.com>, diakses tanggal 14 April 2014, pukul 21.00 WIB.).
- [4] Nuryanto, E. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Kimia. Warta PPKS : 137-144. 2004.
- [5] Cariton E. L., *Resilien Bumper Block*, United States Patent Office, 3,113,642., Tanggal 10 Desember 1962.

- [6] Theodore M., *Injection-Molded Plastic Nestable Shell For Concrete Parking Bumpers.*, United States Patent Application Publication no US 2009/0195002 A1, Tanggal 6 Agustus 2009.
- [7] Cast-Crete product, www.castcrete.com
- [8] Chawla, K.K. *Composite Material*, 1st edition. Berlin: springer-verlag New York Inc., 1987.
- [9] Hashim, J. *Pemrosesan Bahan*, edisi pertama, Johor Bahru: Cetak Ratu Sdn. Bhd., 2003.
- [10] Gunawan, F.E., dkk, *Mechanical Properties of Oil palm Empty Fruit Bunch Fiber*, *Journal of Solid Mechanics & Materials Engineering*, 2009, Vol. 3., No. 7.
- [11] Sivertsen, K, *Polymeric Foam.*, (online) (http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/3-063-polymer-physics-spring-007/assignments/polymer_foams.pdf)
- [12] Pearce, J.M And Kemp, C, *Acoustic Dumping Using Polyurethane/Polymer Composites*, (online), (<http://www.appropedia.org/>, diakses tanggal 18 Mei2014)
- [13] Khurmi R.S. AN ISO 9001 : 2000 Company., *A Text Book of Mechanical Engineering*, S. Chand & Company Ltd., Ram –Nagar, New Delhi – 110055
- [14] http://id.wikipedia.org/wiki/Toyota_Kijang (diakses tgl 29 Mei 2014).