

ANALISA KEKUATAN MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT *POLYMERIC FOAM* DIPERKUAT SERAT AMPAS TEBU AKIBAT BEBAN STATIK

Zainal Arif^{1,*}, Nasruddin¹, Taufan Arif Adlie¹, Samsul Bahri¹

¹ Teknik Mesin Universitas Samudra

*E-mail: Zainalarif@unsam.ac.id

ABSTRAK

Penyelidikan terhadap Kekuatan Mekanik Material Komposit Polymeric Foam Diperkuat Serat Limbah Ampas Tebu Akibat Beban Statik dikerjakan secara eksperimental dengan menggunakan uji Tarik Servopulser. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan kekuatan tarik merujuk kepada standard ASTM D-638. Variasi komposisi bahan penyusun digunakan dan peubah yang diukur berdasarkan perbandingan komposisi volume berat jenis resin dengan serat dan komposisi material pendukung lainnya tetap yaitu polyurethane dengan komposisi: (83%, 2%, 15%); (80%, 5%, 15%); dan (75%, 10%, 15%), serta penambahan katalis untuk mempercepat reaksi. Spesimen uji yang digunakan untuk tiap komposisi adalah 6, sehingga seluruh sampel uji sebanyak 18 sample. Teknik pembuatan spesimen dalam penelitian ini menggunakan metode penuangan kedalam cetakan dan dibiarkan beberapa hari untuk terjadinya pengeringan secara keseluruhan. Dari data hasil pengujian dapat disimpulkan kekuatan maksimum (yield strength) material komposit diperkuat serta ampas tebu adalah 13,58MPa, pada komposisi adalah Resin = 80%, Serat = 5%, dengan Polyurethane = 15%.

Kata Kunci: Kekuatan mekanik, Komposit polimeric foam, ampas tebu, beban statik

PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit. (Hartono Yudo, 2008). Komposit adalah suatu bahan hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya, baik sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (M. Budi Nur, 2011). Artinya penggabungan sifat-sifat unggul dari pembentuk masih terlihat nyata.

Perkembangan teknologi komposit yang semakin maju menyebabkan kebutuhan material komposit semakin meningkat dibidang perindustrian, seperti industri penerbangan, perkapalan, otomotif, peralatan militer, alat olah raga, kedokteran, sampai pada peralatan rumah tangga (Zulfikar, 2012).

Penggunaan serat pada material komposit merupakan suatu inovasi dalam merekayasa bahan untuk menghasilkan material komposit yang memiliki kekuatan dan ketangguhan yang lebih baik. Serat yang digunakan dapat berasal dari bahan sintesis maupun serat alami. Serat alami merupakan serat organik seperti serat yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, dll. Penggunaan serat alami selain mudah diperoleh, murah, dan mudah direkayasa, juga merupakan upaya untuk memanfaatkan limbah yang terbuang sia-sia (zainal arif, 2012).

Tanaman tebu atau dengan nama latinya *Saccharum Officinarum* adalah termasuk golongan rumput-rumputan yang hidup didaerah beriklim tropis. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun.

Produksi tebu seluruh Indonesia menurut data statistik pada tahun 2013 adalah 2.517.374 ton. Untuk pulau sumatra menghasilkan 876.133 ton (Direktorat Jendral Perkebunan). Pada proses pembuatan gula, batang tebu yang sudah dipanen diperas dengan mesin pemeras (mesin *press*). Dari proses pembuatan tebu tersebut akan menghasilkan gula 5%, limbah ampas tebu 90% dan sisanya berupa tetes (*molasse*) dan air. Dari proses tersebut akan menghasilkan banyak sekali limbah ampas tebu yang pada saat ini masih banyak dijadikan sebagai pupuk organik atau dibuang begitu saja atau dibakar. Sehingga untuk meningkatkan nilai ekonomis yang tinggi, limbah ampas tebu ini masih terbuka kemungkinan untuk direkayasa menghasilkan produk material yang baru, sehingga diperlukan penelitian proses pengembangan lebih lanjut.

Limbah ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharum officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya akan menghasilkan sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai limbah ampas tebu (*bagasse*). Limbah ampas tebu yang selama ini digunakan sebagai bahan bakar, dijadikan pupuk, atau dibuang begitu saja sehingga dapat mencemari lingkungan. Untuk itu perlu dikaji kemungkinan limbah ampas tebu ini untuk dapat dijadikan produk baru yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Tentunya limbah ampas tebu ini dapat diolah menjadi serat yang selanjutnya dikombinasikan dengan resin untuk menghasilkan produk komposit yang mempunyai daya saing, murah dan mudah diproduksi.

Komposisi material komposit *polymeric foam* diambil berdasarkan fraksi berat material penyusun dari masing-masing material pendukung dengan variasi terhadap resin, *blowing agent*, serat limbah ampas tebu dan katalis. Variasi tersebut untuk membentuk material komposit *polymeric foam* yang mempunyai kekuatan

yang lebih baik serta dapat mengurangi berat akhir dari produk material yang dihasilkan.

Untuk mengetahui kekuatan mekanik dari material tersebut, tentunya perlu diadakan pengujian lebih lanjut. Metode yang akan digunakan adalah metode uji tarik. Metode ini digunakan untuk mendapatkan kekuatan tarik maksimum dan modulus elastisitas maksimum dari material komposit yang dibentuk dengan variasi material pendukungnya.

Limbah ampas tebu diolah menjadi serat, lalu dicampurkan dengan resin termoset dan blowing agent, menghasilkan material bahan komposit *polymeric foam* yang memiliki berat yang relatif lebih ringan.

Beberapa penelitian terdahulu telah meneliti pemanfaatan limbah serat limbah ampas tebu diantaranya adalah Allita Yosephine, Cs., 2012, meneliti tentang Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serta Limbah ampas tebu (*Baggase*) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak. Hartono Yudo, CS., 2008, meneliti tentang Pemanfaatan Limbah ampas tebu Dan Kulit Pisang Dalam Pembuatan Kertas Serat Campuran, studi pengaruh bentuk silica dari abu limbah ampas tebu, dll. Dari beberapa penelitian tersebut belum ada penelitian yang berkenaan dengan penelitian kekuatan mekanik material komposit *polymeric foam* diperkuat serat limbah ampas tebu akibat beban statik.

Dari uraian latar belakang diatas, maka tujuan penelitian adalah mendapatkan kekuatan maksimum material komposit *polymeric foam* diperkuat serat limbah ampas tebu akibat beban tarik statik.

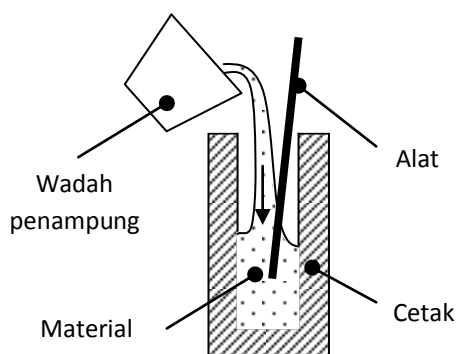
METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Skema Proses Penelitian

Metodologi penelitian dimulai dengan persiapan alat dan bahan, langkah selanjutnya adalah proses pembuatan serat dan pembuatan spesimen uji, yang dilanjutkan dengan pengujian untuk mendapatkan nilai kekuatan maksimum. Hal ini dijelaskan pada gambar 1.

Komposisi material komposit *polymeric foam* diambil berdasarkan fraksi berat material penyusun dari masing-masing material pendukung dengan variasi terhadap resin, serat limbah ampas tebu, *blowing agent*, dan katalis. Variasi tersebut untuk membentuk material komposit *polymeric foam* yang mempunyai kekuatan yang lebih baik serta dapat mengurangi berat akhir dari produk material yang dihasilkan.



Gambar 2. metode penuangan komposit

Teknik pembuatan material komposit *polymeric foam* pada penelitian ini menggunakan metode penuangan/cor kedalam cetakan setelah diaduk rata dengan menggunakan pengaduk dalam wadah pencampuran. Proses pengecoran ini dilakukan untuk menghasilkan struktur komposit berongga (*foam*) dengan arah serat acak/random dan tidak kontinu seperti pada gambar 2, sehingga tidak dapat dilakukan secara *hand lay up*, dimana metode ini dipakai pada serat yang panjang dan kontinu.

Serat yang digunakan diperoleh dari limbah limbah ampas tebu, yang sangat mudah diperoleh dengan proses perlakuan yang sederhana. Untuk mendapatkan

material komposit yang kuat, serat limbah ampas tebu dicampur dengan resin termoset dengan material penyusun seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. material-material penelitian

No.	Nama Material	Jenis Material	Keterangan
1.	Polyester resin tak jenuh.	BQTN 157-EX	
2.	Serat Limbah ampas tebu		berbentuk serat
3.	Material pembuat gelembung (<i>Blowing Agent, BA</i>)	Polyurethane	
4.	Katalis	MEKPO	
5.	Pembersih serat	NaOH, 1M	1%
6.	Pelumas khusus	WAX	Pelumasan Cetakan

Adapun peubah yang diukur adalah perbandingan komposisi volume berat jenis resin dengan serat dan komposisi material pendukung lainnya tetap. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik maka diperlukan beberapa sampel uji dengan komposisi yang berbeda-beda seperti diperlihatkan pada tabel 2. Adapun jumlah spesimen yang akan di uji untuk setiap komposisi adalah 6 spesimen uji.

Tabel 2. komposisi bahan spesimen uji

Bahan	Komposisi (% Berat Jenis)		
	1	2	3
Resin 157 BTQN-Ex seies	83	80	75
Serat	2	5	10
Polyurethane	15	15	15
Jlh	100	100	100
Katalis	5%		

Bentuk spesimen uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan cetakan spesimen uji statik tarik yang dibuat berdasarkan standar uji ASTM D-638. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik (tensile strength) dan perubahan panjang (elongation). Data tersebut selanjutnya akan diubah menjadi data grafik tegangan dan regangan. Adapun alat uji tarik dapat ditunjukkan pada gambar 3.



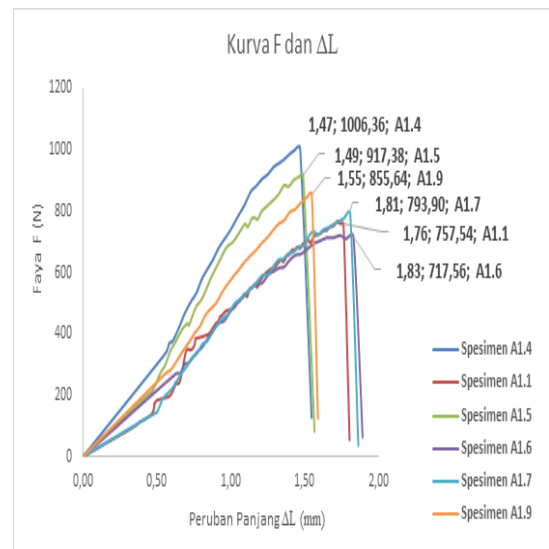
Gambar 3 alat uji statik tarik servopulser

HASIL DAN PEMBAHASAN

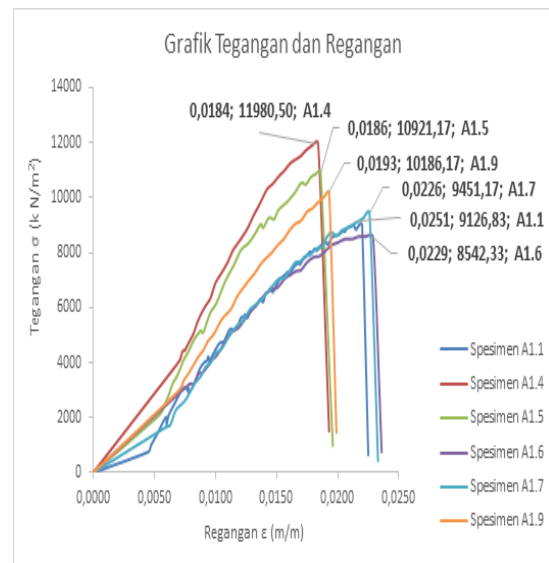
Hasil pengujian tarik yang dilakukan dari beberapa sample pengujian dapat dijelaskan dalam sebuah grafik seperti pada gambar 4. Nilai gaya tarik tertinggi diperoleh dari hasil pengujian pada spesimen A1.4 adalah 1006,36 N dengan perubahan panjang 1,47 mm. Nilai gaya tarik terendah diperoleh dari hasil pengujian pada spesimen A1.6 adalah 717,56 N dengan perubahan panjang 1,83 mm. Tegangan maksimum terjadi pada spesimen uji A1.4 adalah 11980,50 kPa dengan regangan yang terjadi sebesar 0,0184 m/m

Dan Tegangan minimum terjadi pada spesimen uji A1.6 adalah 8542,33 kPa dengan regangan yang terjadi sebesar 0,0229 m/m. Tegangan dan regangan ini dapat dijelaskan pada gambar 5. Gambar 6 merupakan grafik gaya dan tegangan maksimum rata-rata spesimen uji untuk

komposisi A1 adalah 841,40 N dan 10,017 MPa.

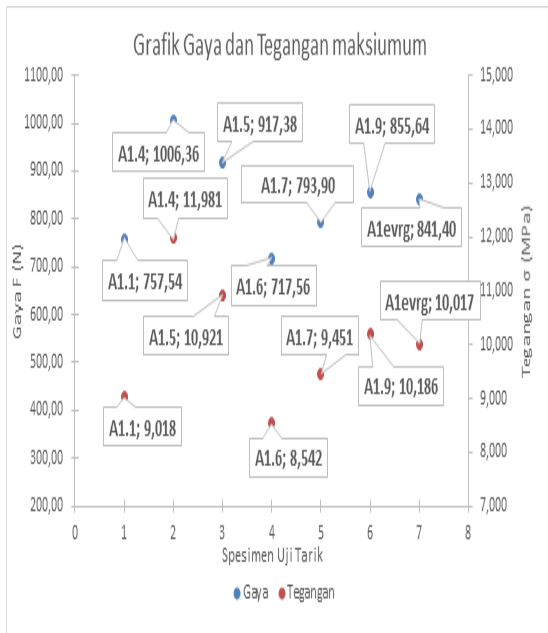


Gambar 4. Grafik Uji tarik spesimen A1

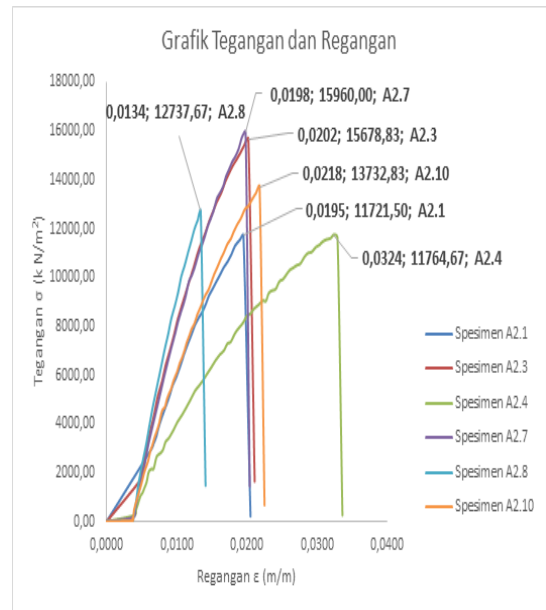


Gambar 5. Grafik Tegangan dan Regangan Spesimen A1

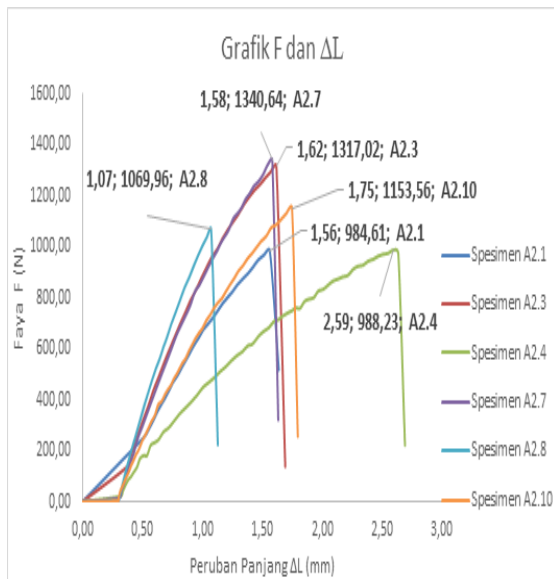
Pengujian tarik dilakukan untuk spesimen uji dengan komposisi kedua dengan label A2 diperoleh hasil gaya tarik tertinggi diperoleh dari hasil pengujian pada spesimen A2.7 adalah 1340,64 N dengan perubahan panjang 1,58 mm. dan gaya tarik terendah diperoleh dari hasil pengujian pada spesimen A2.1 adalah 984,4 N dengan perubahan panjang 1,56 mm, seperti yang digambarkan pada gambar 7.



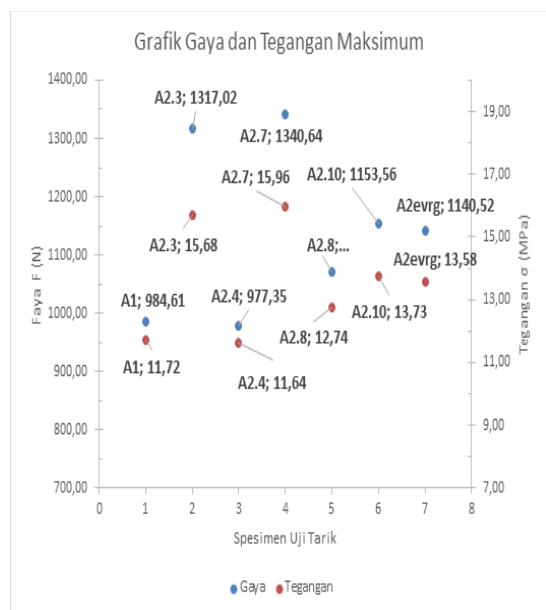
Gambar 6. Gaya dan tegangan maksimum A1



Gambar 8. Grafik Tegangan dan Regangan Spesimen A2



Gambar 7. Grafik uji spesimen A2



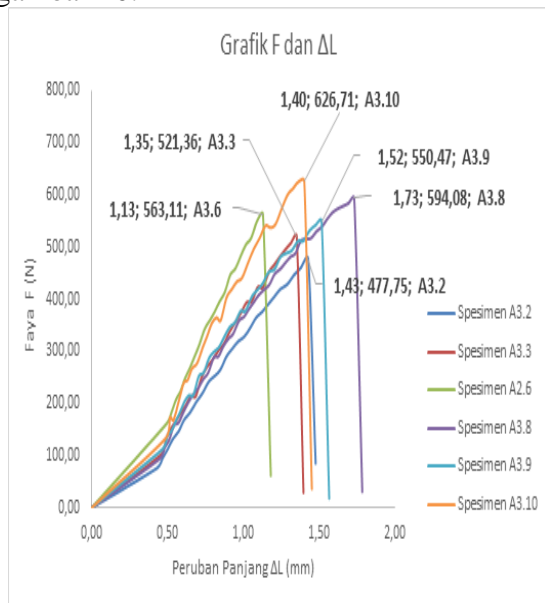
Gambar 9. Gaya dan tegangan maksimum A2
 Pengujian tarik diterapkan pada spesimen serat ampas tebu dengan komposisi sampel label A3.

Gambar 8 menerangkan tegangan maksimum terjadi pada spesimen uji A2.7. adalah 15960 kPa dengan regangan yang terjadi sebesar 0,0198 m/m. Dan Tegangan minimum terjadi pada spesimen uji A2.1 adalah 11721,50 kPa dengan regangan yang terjadi sebesar 0,0195

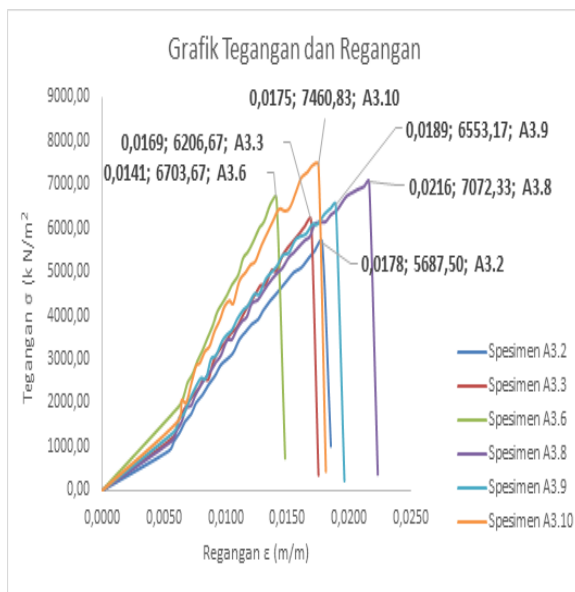
Gambar 9 merupakan grafik gaya dan tegangan maksimum rata-rata spesimen uji untuk komposisi A2 adalah 1140,52 N dan 13,58 MPa

Gaya tarik tertinggi diperoleh dari hasil pengujian pada spesimen A3.10 adalah 626,71 N dengan perubahan panjang 1,40 mm. Nilai gaya tarik terendah diperoleh dari hasil pengujian pada spesimen A3.2 adalah 477,75 N dengan perubahan panjang 1,43 mm. untuk rincian

gaya dan specimen uji dapat dilihat pada gambar 10.



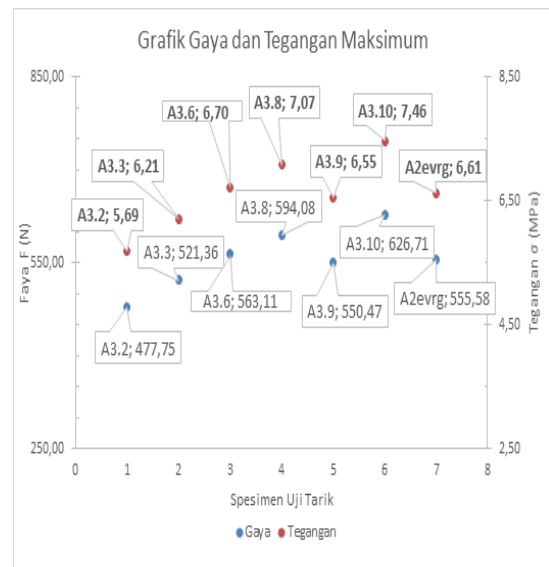
Gambar 10. Gambar grafik uji tarik A3.



Gambar 11. Grafik Tegangan dan Regangan Spesimen A3.

Tegangan maksimum terjadi pada specimen uji A3.10 adalah 7460,83 kPa, dengan regangan 0,0175 m/m. Dan Tegangan minimum terjadi pada specimen uji A3.2 adalah 5687,50 kPa dengan regangan yang terjadi sebesar 0,0178 m/m. Rincian nilai tegangan dan regangan ini dijelaskan pada gambar 11. Gambar 12 merupakan grafik gaya dan tegangan maksimum rata-rata

specimen uji untuk komposisi A3 adalah 555,58 N dan 6,61 MPa



Gambar 12. Gaya dan Tegangan Maksimum A3

KESIMPULAN

Dari data hasil pengujian dapat disimpulkan kekuatan tarik (yield strength) material komposit diperkuat serta ampas tebu yang terbaik adalah 13,58MPa, dengan komposisi bahan komposit adalah Resin = 80%, Serat = 5%, dengan Polyurethane = 15%. (specimen komposisi A2)

UCAPAN TERIMA KASIH DAN PENGHARGAAN

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dikti yang telah mendana kegiatan penelitian melalui DIPA No. 042.06-0/2016, dan juga Tim Assessor Dikti yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan karya penelitian dalam hibah dosen pemula tahun ini. Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada Pihak LPPM-PM Unsam selaku perpanjangan tangan Rektor Unsam yang telah mengurus administrasi hibah ini. Tak lupa ucapan Terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium *Impact Fracture Research Center (IFRC)* Departemen Teknik Mesin USU atas fasilitas pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Allita Yosephine, Cs., 2012, Pemanfaatan Ampas Tebu dan Kulit Pisang Dalam Pembuatan Kertas Serat Campuran, Jurnal Teknik Kimia Indonesia, Vol. 11, No. 2, Hal. 94-100.
- [2]. Direktorat Jendral Perkebunan, Statistik Perkebunan Indonesia, Jakarta, Desember 2014
- [3]. Hartono Yudo, CS., 2008. Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (bagase) Di tinjau Dari Kekuatan Tarik dan Impak. Universitas Dipoengoro, Jurnal KAPAL, Vol.5, No. 2, Hal. 95-101.
- [4]. M. Budi Nur Rahman, CS., 2011, Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat-Sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu Dengan Matrik Poliester, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 14, No. 2. Hal. 133-138.
- [5]. Peryanto E, Cs., 2009, Mechanical Properties Of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber, Journal of Solid Mechanical And Materials Engineering, Vol.3 No.7.
- [6]. Pertus Nugro Rahardjo, 2009, Studi Banding Teknologi Penggunaan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit, Jurnal J. Tek. Ling, Vol.10. No. 1, Hal. 09-18.
- [7]. Y.D.S. Rajapakse, CS., 2004, Marine Composites, Composite Engineering-B, Vol. 35, Nos. 6-8, pp 447-450.
- [8]. Zainal Arif, 2012, Respon *Parking Bumper* Bahan Komposit *Polymeric Foam* Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Akibat Beban Tekan Statik dan Dinamik (Simulasi Numerik), Sekolah Tinggi Teknik Sinar Rusni, Jurnal MEKINTEK. Vol.3 No.1, Hal 1-8
- [9]. Zulfikar, 2012, Analisa Kekuatan Statik Tarik Meterial Komposit Polimer Serat Buah Pinang Dengan Perlakuan Rendaman Larutan NaOH 1M%, Sekolah Tinggi Teknik Sinar Rusni, Jurnal MEKINTEK. Vol.3 No.2, Hal 224-227