

Kekuatan tarik komposit lamina berbasis anyaman serat karung plastik bekas (*woven bag*)

Heri Yudiono¹, Rusiyanto², dan Kiswadi³

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

³Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
kiswadi630@yahoo.co.id

Abstrak : Material logam pada berbagai komponen produk otomotif semakin berkurang, ini karena komponen yang terbuat dari material logam lebih berat dibanding dengan material yang lainnya, proses pembentukannya yang relatif sulit, serta dapat mengalami korosi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh orientasi anyaman serat karung plastik bekas terhadap kekuatan tarik. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen. Pengujian tarik spesimen berdasarkan standar ASTM D 638. Dalam penelitian ini menggunakan desain penelitian *pre-experimental design* dengan tipe *static-group comparisons*, terdapat dua kelompok pada penelitian yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif. Hasil penelitian pengujian tarik menunjukkan terjadi peningkatan kekuatan komposit dengan penambahan serat karung plastik bekas sebagai penguat. Berdasarkan pengujian tarik diperoleh nilai tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen dengan orientasi serat 0°/0°/0°/0° sebesar 30 N/mm², nilai tegangan luluh tertinggi terdapat pada spesimen dengan orientasi serat 0°/0°/0°/0° sebesar 20 N/mm², nilai regangan terbaik terdapat pada spesimen dengan orientasi serat 0°/+30°/0°/+30° sebesar 36,61%, serta nilai modulus elastisitas paling baik terdapat pada orientasi serat 0°/0°/0°/0° sebesar 1,317 N/mm². Hasil tersebut menunjukkan orientasi sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanik komposit. Orientasi serat 0°/0°/0°/0° terdapat banyak serat yang searah dengan sumbu tarik sehingga beban yang diberikan saat pengujian tarik mampu ditahan oleh serat yang searah.

Kata Kunci: serat karung, poliester, kekuatan tarik

1. Pendahuluan

Sampah plastik sangat potensial mencemari lingkungan. Plastik merupakan bahan yang sulit terdegradasi atau sulit terurai, penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya yang kuat dan dan tidak mudah rusak oleh pelapukan (Firman L. Sahwan, *et al.*, 2005: 311). Plastik karung beras adalah salah satu sampah plastik yang cukup ideal untuk dijadikan bahan alternatif. Mengingat kebutuhan beras tahunan Indonesia yang cukup tinggi mengakibatkan kebutuhan karung beras yang tidak sedikit pula. Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian (2015), menyebutkan kebutuhan beras nasional Indonesia pada tahun 2014 mencapai 39,824 juta ton, Hal tersebut mengakibatkan masalah baru yakni

bertambahnya volume sampah plastik yang ditimbulkan akibat pemakaian karung plastik untuk mengemas beras.

Sehubungan dengan masalah tersebut maka untuk mengurangi limbah plastik bekas khususnya jenis karung plastik perlu adanya penanganan khusus, salah satunya adalah dengan dijadikan *filler* atau bahan penguat material komposit. Komposit merupakan bahan yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis (Gibson R.F., 1994: 1). Penggunaan material logam pada berbagai komponen produk otomotif semakin berkurang, ini dikarenakan komponen yang terbuat dari material logam lebih berat dibanding dengan material lainnya, proses pembentukannya

yang relatif sulit, dapat mengalami korosi, dan biaya pada saat produksi yang relatif mahal (Ojahan R. Tumpal, 2015: 64). Kemampuan material komposit yang mudah dibentuk sesuai kebutuhan, baik dari segi kekuatan maupun segi sifat-sifat yang lain, mendorong material komposit digunakan sebagai bahan alternatif atau bahan pengganti material logam.

2. Metode Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *pre-experimental design* dengan tipe *static-group comparisons*. Pada desain penelitian ini terdapat dua kelompok yang digunakan untuk penelitian, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen pada penelitian ini adalah kelompok yang mengalami perlakuan atau spesimen dengan orientasi serat $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$, $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}$, $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}$, $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}$, dan $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}$. Kelompok kontrol pada penelitian ini adalah spesimen yang tidak mengalami perlakuan sama sekali.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Karung plastik bekas, Resin poliester sebagai matriks, katalis, serat, dan wax. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin uji tarik jenis *universal testing machine* model *torontech*, cetakan komposit, mesin gerinda yang digunakan untuk memotong dan membentuk spesimen, serta gelas ukur untuk mengukur resin dengan katalis. Proses penelitian dimulai dari tahap persiapan yaitu memilih karung plastik bekas yang masih bagus dan dibersihkan dari kotoran yang masih menempel, setelah itu ukur dan potong sesuai cetakan komposit, persiapkan pula resin poliester dan katalis. Tahap selanjutnya pencetakan komposit yaitu lapiasi bagian dasar cetakan dengan lilin/wax kemudian tuangkan campuran resin poliester dan katalis kedalam cetakan sedikit demi sedikit hingga merata, setelah itu masukkan serat anyaman karung plastik bekas dan

ratakan agar tidak terdapat udara yang terjebak di dalam cetakan, tuangkan campuran resin poliester dan katalis kembali dan ratakan, masukkan kembali serat anyaman karung plastik bekas dan ratakan, ulangi sampai lapisan ke dua puluh enam, setelah itu *press* cetakan sampai menyentuh *stopper* agar sesuai dengan ketebalan benda kerja yang akan dibuat.

Data penelitian diambil dari masing-masing spesimen yang sudah diuji yang kemudian dianalisa. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan analisis statistik deskriptif. Data diperoleh dari pengujian tarik dari masing-masing spesimen dan dihitung rata-ratanya, data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

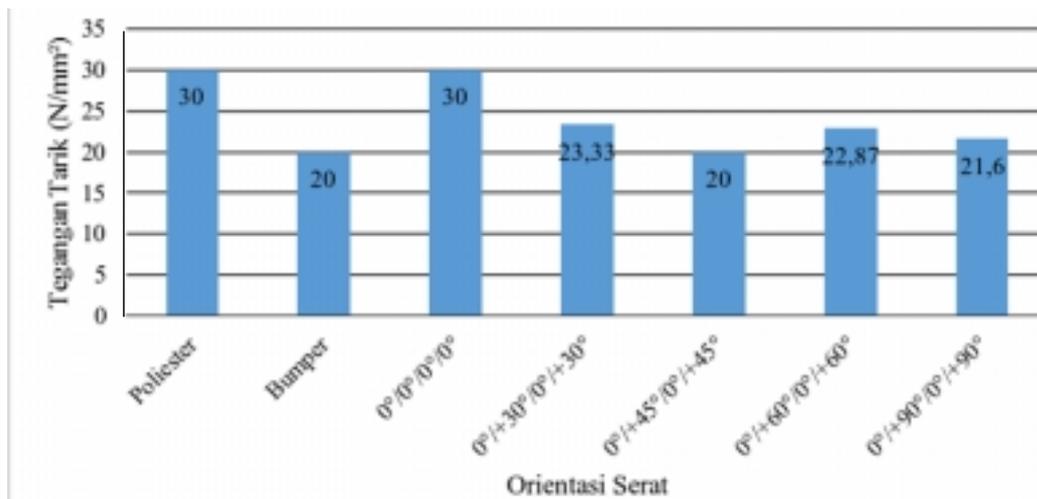
Data diperoleh dari tujuh kelompok pengujian masing-masing kelompok menggunakan tiga spesimen pengujian yaitu spesimen *raw materials* (poliester), spesimen *bumper* mobil, variasi serat $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$, variasi serat $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}$, variasi serat $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}$, variasi serat $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}$, dan variasi serat $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}$ sehingga total keseluruhan spesimen yang digunakan adalah dua puluh satu spesimen. Hasil pengujian tarik komposit lamina dengan matrik resin poliester dan penguat anyaman serat karung plastik bekas ditunjukkan dalam Tabel 1.

Hasil pengamatan pengujian tarik menunjukkan bahwa komposit bermatrik resin poliester dengan penguat anyaman serat karung plastik bekas diperoleh tegangan tarik, regangan tarik, beban maksimum dan modulus elastisitas mengalami peningkatan kekuatan dibanding dengan *raw materials* poliester dan *raw materials bumper* mobil.

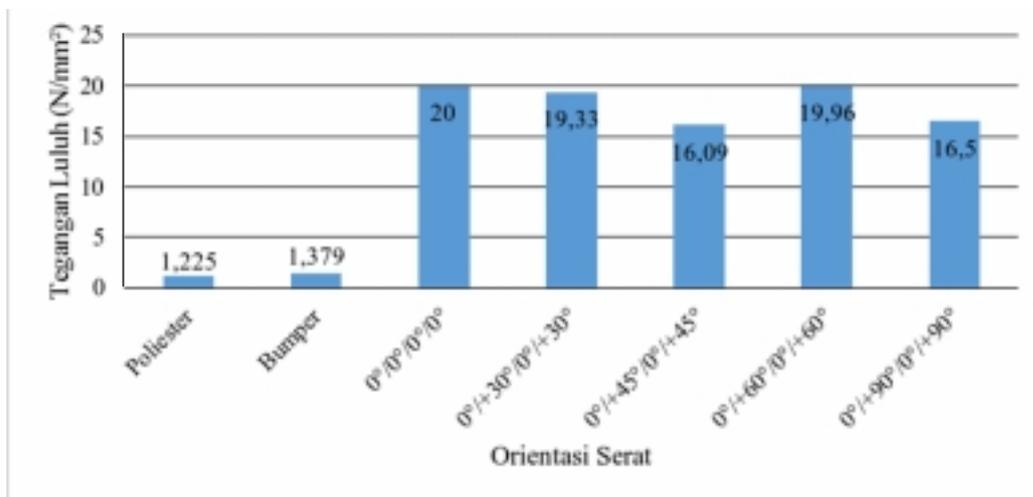
Tabel 1. Hasil pengujian tarik

Kode Spesimen	Hasil Pengujian Tarik					Penampang Patah
	σ_u (N/mm ²)	σ_y (N/mm ²)	ΔL (mm)	E (N/mm ²)	ϵ (%)	
0°/0°/0°/0°	30	20	12,99	1,137	22,79	Fiber pull out
0°/+30°/0°/+30°	23,33	19,33	20,87	0,633	36,61	Fiber pull out
0°/+45°/0°/+45°	20	16,09	19,14	0,553	33,56	Fiber pull out
0°/+60°/0°/+60°	20	19,96	15,54	0,571	27,26	Fiber pull out
0°/+90°/0°/+90°	21,6	16,5	16,54	0,763	29,02	Fiber pull out
Raw poliester	30	1,36	9,08	1,941	15,93	
Raw Bummper	20	2,52	14,96	0,766	26,24	

Sumber : Heri Yudiono, 2016



Gambar 1. Grafik nilai rata-rata tegangan tarik maksimal



Gambar 2. Grafik nilai rata-rata tegangan luluh

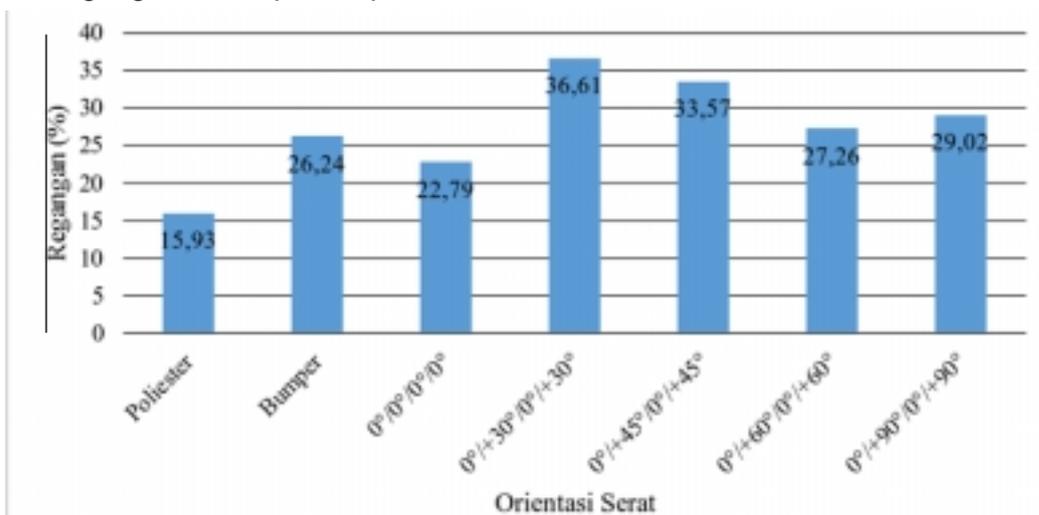
Berdasarkan pengujian tarik yang telah dilakukan menggunakan alat uji tarik Servo Toron Tech TT-HW2-600S dengan mengacu standar ASTM D 638, diperoleh nilai kekuatan tarik paling rendah yaitu 20 N/mm² pada material *bumper (raw materials)* dan pada serat dengan orientasi 0°/+45°/0°/+45°, sedangkan nilai tegangan tarik paling tinggi yaitu 30 N/mm² pada material poliester (*raw materials*) dan serat dengan orientasi 0°/0°/0°/0°.

Grafik pada Gambar 2 menunjukkan nilai tegangan luluh paling rendah yaitu 1,225 N/mm² pada *raw materials* poliester, dan nilai tegangan luluh paling tinggi yaitu 20 N/mm² terdapat pada serat dengan orientasi 0°/0°/0°/0°. Terjadi peningkatan kekuatan tegangan luluh pada spesimen

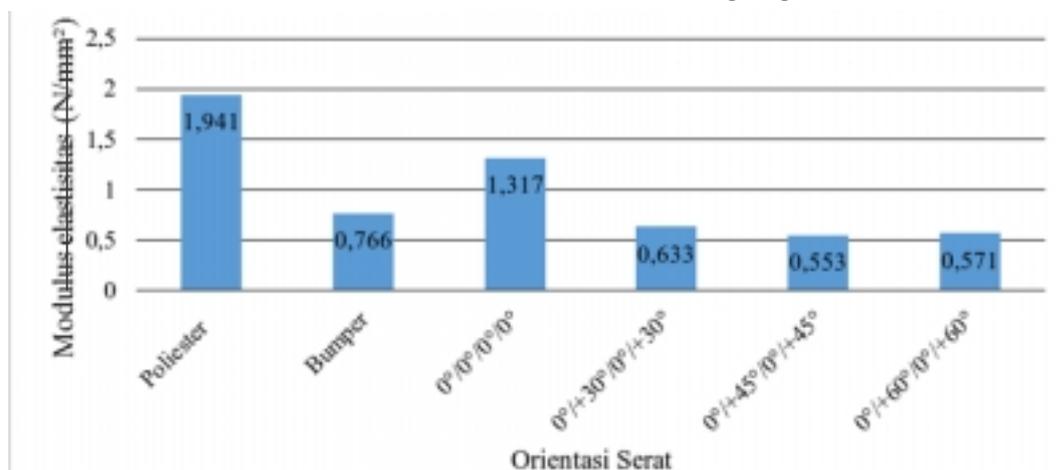
setelah mengalami penambahan anyaman serat karung beras bekas. Kuat luluh digunakan untuk menentukan beban minimum yang diperlukan agar bahan dapat terdeformasi secara plastis.

Nilai regangan paling rendah yaitu 15,93% pada spesimen *raw materials* resin poliester, dan nilai regangan paling tinggi yaitu 36,61 yang terdapat pada serat dengan orientasi 0°/+30°/0°/+30°. Regangan merupakan ukuran mengenai seberapa jauh batang atau material tersebut berubah bentuk.

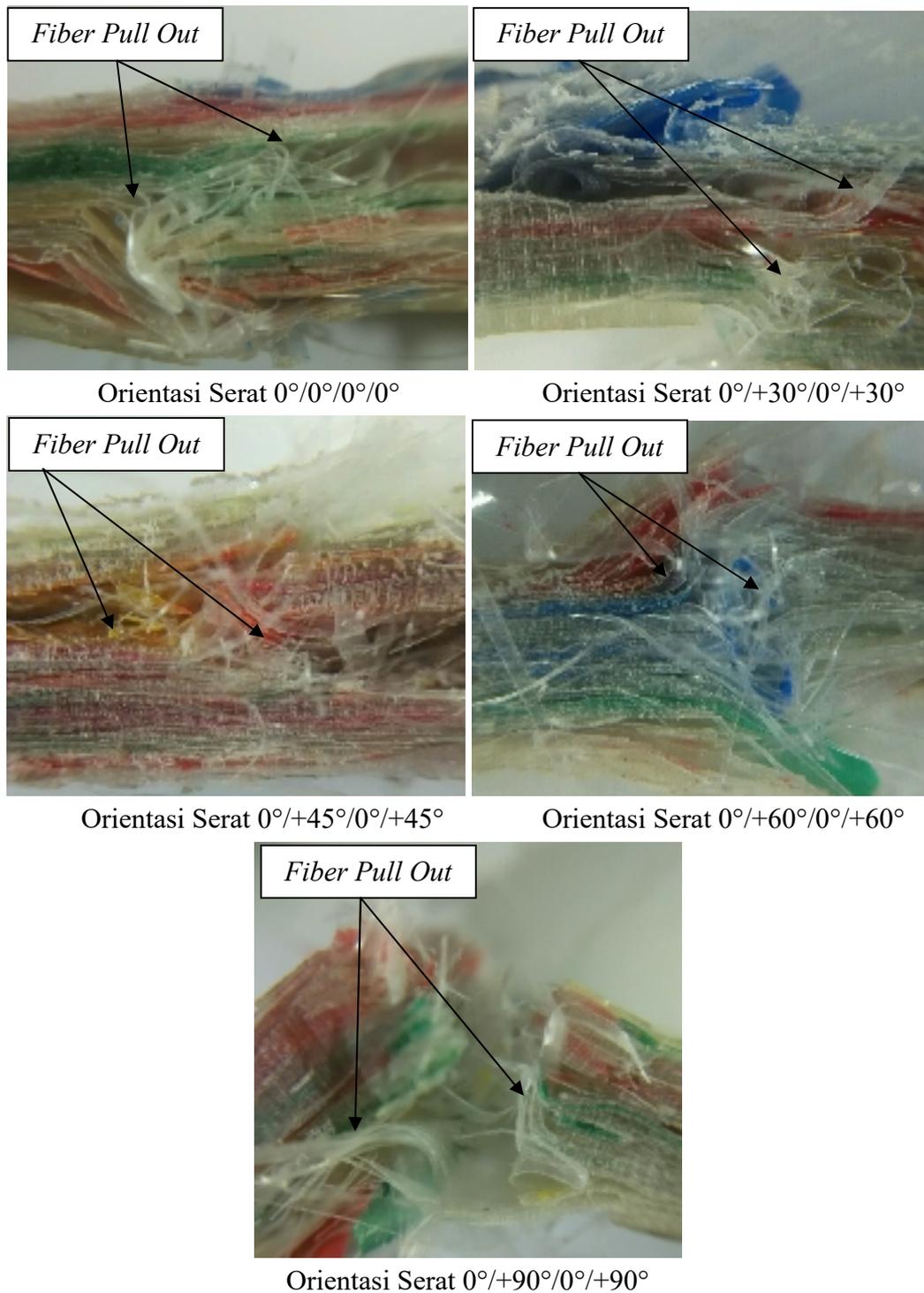
Nilai modulus elastisitas paling baik terdapat pada orientasi serat 0°/0°/0°/0° sebesar 1,317 N/mm², Semakin kecil nilai modulus elastisitas maka semakin baik pula komposit tersebut.



Gambar 3. Grafik nilai rata-rata regangan



Gambar 4. Grafik nilai rata-rata modulus elastisitas



Gambar 5. Penampang patah komposit

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen dengan orientasi serat $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ$ sebesar

30 N/mm², nilai tegangan luluh tertinggi terdapat pada spesimen dengan orientasi serat $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ$ sebesar 20 N/mm², nilai regangan terbaik terdapat pada spesimen dengan orientasi serat $0^\circ/+30^\circ/0^\circ/+30^\circ$

sebesar 36,61%, serta nilai modulus elastisitas paling tinggi terdapat pada spesimen dengan orientasi serat $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ sebesar 1,317 N/mm². Kadir A. et al. (2014: 8) dalam penelitiannya menyebutkan pola anyaman berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Anyaman serat mampu meningkatkan kekuatan komposit, ikatan serat anyaman lebih baik dibanding serat yang tidak dianyam.

Orientasi serat pada komposit mampu mempengaruhi kekuatan dari komposit, terlihat tegangan tarik tertinggi terdapat diorientasi serat $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ sebesar 30 N/mm², dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matriks yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut (Fahmi H. et al., 2011: 48). Arah serat sangat mempengaruhi kekuatan komposit lamina, hal ini sejalan dengan pernyataan Rashnal Hosain, et al. (2013: 787), yang menyimpulkan bahwa dalam arah memanjang, kekuatan tarik dan kekakuan dari sudut 0° - 0° komposit laminasi ditemukan lebih tinggi dibandingkan dengan sudut 0° - 45° atau sudut 0° - 90° komposit laminasi

Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada orientasi serat $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ yaitu sebesar 1,317 N/mm², dari hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan tarik suatu material maka semakin tinggi pula modulus elastisitasnya, serta semakin tinggi tegangan tarik maka semakin getas atau kaku suatu material. Nilai regangan terbaik terdapat pada spesimen dengan orientasi serat $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}$ sebesar 36,61%. Regangan yang terjadi pada suatu benda berbanding lurus dengan tegangannya dan berbanding terbalik terhadap modulus elastisitasnya. Bila nilai modulus elastisitasnya semakin kecil, maka semakin mudah bagi bahan untuk mengalami perpanjangan. Semakin besar regangan yang terjadi semakin kecil nilai modulus elastisitasnya.

Pengujian tarik adalah salah satu jenis pengujian yang merusak untuk

mendapatkan data, dimana spesimen ditarik hingga rusak bahkan putus. Terdapat banyak jenis penampang patah pada pengujian tarik. Pada penelitian saat ini jenis penampang patah yang terjadi adalah jenis *fiber pull out*, bentuk spesimen mengalami kerusakan pada sebagian serat karena pecahnya matriks yang mengikat serat, sehingga sebagian serat tercabut dari matriksnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit lamina dengan matrik resin poliester dan penguat serat karung plastik bekas sangat dipengaruhi oleh orientasi serat. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian K. He, et al. dalam Heri Yudiono (2016), yang spesifik mengungkapkan bahwa kekuatan komposit lamina sangat dipengaruhi oleh jenis serat, orientasi arah serat, dan matrik penguatnya. Selain itu, penambahan orientasi serat karung plastik beras bekas pada material komposit cenderung membuat material menjadi lebih tangguh.

4. Penutup

Berdasarkan pengamatan, penjelasan dan analisis data penelitian yang dilakukan tentang kekuatan tarik komposit lamina berbasis anyaman serat karung plastik beras bekas dapat disimpulkan pengujian tarik didapatkan nilai kekuatan tarik maksimal terdapat pada spesimen dengan orientasi serat $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ sebesar 30 N/mm², nilai kekuatan luluh terbaik terdapat pada spesimen dengan orientasi serat $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ sebesar 20 N/mm², nilai regangan maksimal terdapat pada spesimen dengan orientasi serat $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}$ sebesar 36,61%, serta nilai modulus elastisitas paling baik terdapat pada spesimen dengan orientasi serat $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}$ sebesar 0,571 N/mm². Terdapat pengaruh penambahan anyaman serat karung plastik beras bekas terhadap kekuatan tarik komposit yaitu peningkatan kekuatan material menjadi lebih kuat dan ulet berbeda jauh dibanding matrik dan *bumper* mobil.

Berdasarkan proses pencetakan dan penelitian ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya :

- 1) Pada proses pencetakan komposit hendaknya serat disusun secara merata agar tidak terjadi rongga udara (void) pada komposit yang akan dibuat sehingga akan menaikkan kekuatan komposit.
- 2) Untuk mengurangi cacat fiber pull out perlu adanya tambahan variasi bahan yang lain untuk memperkuat ikatan antar serat, sehingga kekuatan material dapat ditingkatkan.
- 3) Perhatikan dan amati perubahan spesimen uji pada saat diuji agar mengetahui perubahan yang terjadi dan catatlah perubahannya.

5. Daftar Pustaka

Badan Ketahanan Pangan. 2015. Data Statistik Ketahanan Pangan Tahun 2014. Jakarta : Kementerian Pertanian.

Fahmi H., dan Hermansyah H., 2011. Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. Jurnal Teknik Mesin, 1 (1) : 46-52.

Firman L. Sahwan, et al., 2005. Sistem pengelolaan limbah plastik di Indonesia. Jurnal teknologi lingkungan, 6 (1) : 311-318.

Gibson, Ronald F. 1994. *Principles of Composites Material Mechanics*. New York : Mc Graw Hill, Inc

Heri Yudiono. 2016. Pemanfaatan Karung Plastik Bekas Untuk Panel Komposit Lamina Sebagai Material Alternatif Kuat Dan Tangguh. Laporan Akhir Penelitian Pusat Kajian. Tidak Dipublikasikan. Semarang : FT Universitas Negeri Semarang

Kadir A., Aminur. Marzan. 2014. Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 6 (1) : 1-9.

Ojahan R. Tumpal., Aditia M.S. Hansen. 2015. Analisis Fraksi Volume Serat Pelelah Batang Pisang Bermatriks Unsaturated Resin Polyester (UPR) Terhadap Kekuatan Tarik dan SEM. Jurnal Mechanical, 6 (1) : 43-48

Rashnal Hosain, et al. 2013. *Tensile Behavior Of Environment Friendly Jute Epoxy Laminated Composite*. Procedia Engineering, 56 : 782-788.