

## **PENGARUH ONE DIRECTION PRE-TENSION PADA REINFORCEMENT FIBRE TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPACT FIBRE-POWDER REINFORCEMENT HYBRID COMPOSITE**

Gilang Gumilar, Tjuk Oerbandono, Bayu Satria Wardhana  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
E-mail :gilanggumilar.ub@gmail.com

### **Abstract**

*Nowadays, industrial manufacturing needs environmentally and friendly material and has special properties which are difficult to obtain from the metal material. Composite is one of the alternative materials that can be used to meet those needs. A structural composite material consisting of a combination of two or more elements bonded material at the macroscopic level. This study was conducted to determine the effect of pre-tension one direction on a hybrid composite reinforcement against tensile strength and impact strength. Composite materials prepared by C-Glass fiber types woven rovings, coconut shell powder and vinyl ester resin. manufacturing composite using hand lay-up methods. The variation of the tension given 0N, 50N, 100N, 150N, and 200N. A tensile test based on the reference standard ASTM D 3039 while testing the impact based on ASTM D 6110-04. The results were obtained giving tension to the hybrid composite reinforcement increases tensile strength and impact strength of the material. The lowest tensile strength of the composite obtained in 0N treatment (without treatment) ranged 71,58N / mm<sup>2</sup>, and the greatest tensile strength is obtained in the pre-tension 200N, ranging from 106.05 N / mm<sup>2</sup>. As for the lowest impact on specimens obtained without treatment ranges 1,34J / mm<sup>2</sup> and provision of pre-tension 200N biggest impact strength values obtained, ranging 15,09J / mm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *composite, pre-tension, coconut shell, vinyl ester, tensile strength, impact strength*

### **PENDAHULUAN**

Dalam industri manufaktur dibutuhkan material yang memiliki sifat-sifat istimewa yang sulit didapat dari logam. Komposit merupakan material alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Namun, penggunaan serat sintetik dalam pembuatan komposit saat ini banyak menimbulkan masalah yang cukup serius bagi lingkungan sehingga industri mulai beralih menggunakan serat alam (*natural fiber*) karena sifatnya yang lebih ramah lingkungan, disamping ketersediaan serat alam yang sangat melimpah dan pemanfaatannya sampai saat ini masih belum optimal [1].

Tuntutan kebutuhan bahan teknik dewasa ini semakin tinggi baik bahan logam maupun non logam. Pengetahuan ilmu bahan memegang peranan yang sangat penting dalam dunia industri, terutama industri yang bergerak dalam bidang manufaktur. Dimana lebih dari 60% harga pokok penjualan atau biaya produksi berasal dari komponen material. Perkembangan teknologi material

telah melahirkan suatu material jenis baru yang dibangun secara bertumpuk dari beberapa lapisan. Material inilah yang disebut material komposit [2].

Agus Hariyanto (2008) meneliti karakteristik komposit tempurung kelapa bermatrik epoxy ditinjau dari aspek kekuatan tarik dan impak untuk mengetahui sifat mekanik komposit terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume dan diameter partikel serbuk kelapa menurunkan kekuatan tarik. Namun meningkatkan kekuatan *impact* [3].

Prais (2014) meneliti pengaruh penarikan mula satu arah pada *reinforcement fiber panel* terhadap kekuatan tarik. Dari penelitian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa penambahan nilai tarikan satu arah (*one direction tension*) pada *reinforcement fiber* berpengaruh positif terhadap nilai kekuatan tarik komposit. Tension yang diberikan adalah 0N, 5N, 10N, 15N dan 20 N. Dimana semakin besar beban *pre-tension* pada komposit maka kekuatan tariknya cenderung meningkat [4].

Pada penelitian ini peneliti ingin meneliti pengaruh pemberian *one direction pre-tension* pada *reinforcement hybrid composite* dan diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tarik dan kekuatan *impact* material. Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya dengan bahan penguat serat *c-glass* dan serbuk tempurung kelapa dengan besar partikel 80 mesh serta resin vinylester sebagai matriksnya.

Serat gelas yang digunakan pada penelitian ini berjenis anyaman (*woven roving*) seperti pada Gambar 1. Serat jenis ini mempunyai bentuk seperti anyaman tikar yang dibuat saling bertindih secara selang seling sehingga dapat menyalurkan beban secara lebih merata ke arah vertikal dan horisontal ( $0^\circ$  dan  $90^\circ$ ).



Gambar 1. Serat gelas anyaman

Serat gelas (*glass fiber*) adalah bahan yang tidak mudah terbakar. Serat jenis ini biasanya digunakan sebagai penguat matriks jenis polimer. Komposisi kimia serat gelas sebagian besar adalah  $\text{SiO}$  dan sisanya adalah oksida-oksida *aluminium (Al)*, *kalsium (Ca)*, *magnesium (Mg)*, *natrium (Na)*, dan unsur-unsur lainnya<sup>[8]</sup>. Berdasarkan bentuknya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain.

Tempurung kelapa terletak dibagian didalam buah kelapa setelah sabut. Tempurung ini merupakan lapisan yang keras dengan ketebalan antara 3-5mm. sifat kerasnya disebabkan oleh kandungan silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang terdapat pada tempurung tersebut. Prosentase tempurung kelapa berkisar antara 15% - 19% dari total berat buah kelapa [5]. Pada penelitian ini tempurung kelapa digiling dan disaring dengan saringan bercelah 80mesh sehingga berbentuk partikel seperti Gambar 2.



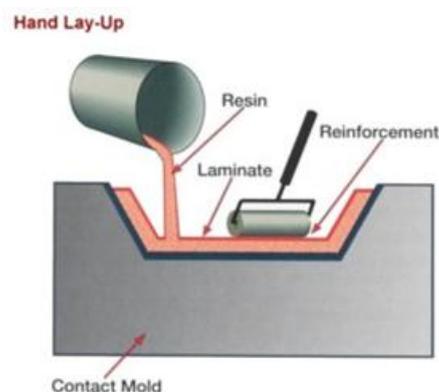
Gambar 2. Serbuk tempurung kelapa

Vinyl Ester, atau vinylester, adalah resin yang dihasilkan oleh esterifikasi suatu resin epoksi dengan asam monokarboksilat jenuh. Resin jenis ini memiliki *workability* yang baik seperti *polyester resin*, karakteristik kekuatan dan ketahanan kimia yang baik [6].

#### METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental nyata (*True Experimental Research*), yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh *one direction pre-tension* pada *reinforcement hybrid composite* terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *impact*.

Pembuatan spesimen dilakukan dengan metode *hand lay up* seperti pada Gambar 3. Metode ini merupakan cara yang paling sederhana karena dapat dilakukan menggunakan alat sederhana. Pada metode ini serat yang telah diletakkan pada cetakan kemudian dilapisi dengan resin/matriks yang dituang dan di ratakan menggunakan *roller* agar matriks memenuhi celah yang ada secara merata.



Gambar 3. Metode *hand lay up*

Setelah spesimen jadi kemudian dilakukan pengujian kekuatan tarik dan pengujian *impact* untuk memperoleh hasil kekuatan material.

Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing machine* menurut standar ASTM D 3039. Untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik dapat dicari dengan rumus :

$$\sigma_u = \frac{P_{max}}{A_u}$$

Dimana:

$\sigma_t$  = Kekuatan tarik *ultimate* ( N/mm<sup>2</sup>)

$P_{max}$  = Beban tarik maksimum (N)

$A_u$  = Luas penampang saat patah (mm<sup>2</sup>)

Untuk pengujian *impact* dilakukan dengan standar pengujian ASTM D6110-04. Perhitungan mencari kekuatan *impact* spesimen berdasarkan ASTM D6110-04 adalah sebagai berikut:

$$E = Pd [(cos\beta - cos\alpha) - (cos\alpha' - cos\alpha)(\alpha + \beta / \alpha + \alpha')]$$

Dimana:

E = energi yang diserap setelah tumbukan (J)

Pd = pendulum momen (Nm)

$\alpha$  = sudut akhir (°)

$\alpha'$  = sudut pendulum tanpa beban (°)

$\beta$  = sudut akhir aktual (°)

**VARIABEL PENELITIAN**

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah besarnya *pre-tension* sebesar 0N, 50N, 100N, 150N, dan 200N.

2. Variabel terikat

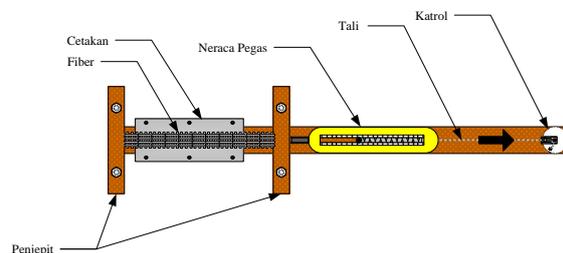
Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah kekuatan tarik dan *impact*.

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya dikonstantakan. Dalam hal ini yang menjadi variabel terkontrol adalah

- Prosentase Serbuk kelapa 20% dari volume material
- Prosentasi katalis 2.5% dari volume matrik.
- Jumlah serat *reinforcement fiber longitudinal* = 4
- Jumlah serat *reinforcement fiber transversal* = 62
- *Curing* menggunakan suhu ruang.

Pemberian *pre-tension* dilakukan secara satu arah secara longitudinal, diilustrasikan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Ilustrasi *pre-tension*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

• Pengujian Tarik

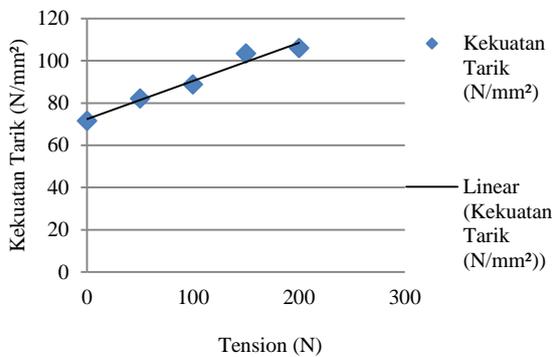
Dari hasil pengujian tarik diperoleh nilai kekuatan tarik spesimen pada Tabel1.

**Tabel 1.** Data hasil pengujian tarik

Pengu-langan	Tension (N)				
	F0 = 0	F1 = 50	F2 = 100	F3 = 150	F4 = 200
Kekuatan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )					
1	70.55	99.57	86.86	104.12	114.72
2	73.69	75.92	102.35	84.38	100.85
3	70.51	70.91	77.29	122.03	102.59
Jumlah	214.75	246.40	266.50	310.53	318.16
Rata-rata	71.58	82.13	88.83	103.51	106.05

Berdasarkan Tabel 1 ketika tidak diberikan perlakuan (*pre-tension*) nilai kekuatan tarik komposit berkisar 71,58N/mm<sup>2</sup>, dengan perlakuan *pre-tension* 50N nilai kekuatan tariknya menjadi berkisar 82,13N/mm<sup>2</sup>, pemberian *pre-tension* 100N nilai kekuatan tariknya berkisar 88,83N/mm<sup>2</sup>, pemberian *pre-tension* 150N nilai kekuatan tariknya berkisar 103,51N/mm<sup>2</sup>, dan pemberian *pre-tension* 200N nilai kekuatan tariknya berkisar 106,05

N/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan data hasil penelitian uji tarik pada tabel 1 dilakukan perbandingan terhadap *pre-tension*.



**Gambar 5.** Grafik pengaruh *pre-tension* terhadap kekuatan tarik

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa pemberian *pre-tension* pada pembentukan komposit berpengaruh terhadap kekuatan tariknya. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pemberian *pre-tension* satu arah pada serat dalam pembuatan komposit hibrid meningkatkan kekuatan tarik komposit. Hal tersebut terjadi dikarenakan ketika serat ditarik dengan gaya tertentu maka posisi serat akan cenderung linier mengikuti arah tarikan (searah dengan panjang serat) dan berdeformasi elastis. Sehingga saat resin mengering dan gaya tarik dilepas maka terdapat gaya balik dari serat yang mengikuti arah penyusutan resin sehingga memperkecil tegangan sisa pada komposit.

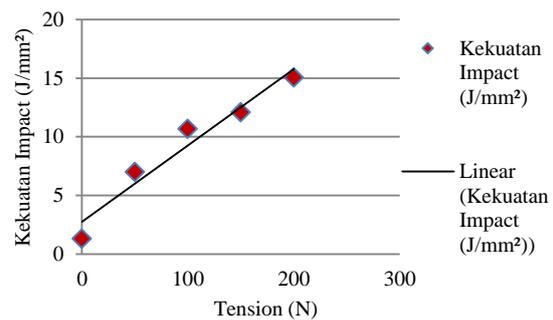
- Pengujian *Impact*

Dari hasil pengujian tarik diperoleh nilai kekuatan *impact* spesimen pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian *impact*

Pengu-langan	Tension (N)				
	F0 = 0	F1 = 50	F2 = 100	F3 = 150	F4 = 200
Kekuatan <i>Impact</i> (J/mm <sup>2</sup> )					
1	0.46	4.55	16.28	16.28	12.71
2	2.00	11.99	3.80	16.28	16.28
3	1.57	4.55	11.99	3.80	16.28
Jumlah	4.02	21.08	32.07	36.36	45.26
Rata-rata	1.34	7.03	10.69	12.12	15.09

Dari Gambar 6 dapat dilihat nilai kekuatan *impact* terendah diperoleh komposit tanpa diberikan *pre-tension* yaitu sebesar 1,34J/mm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan *impact* komposit cenderung meningkat ketika diberikan *pre-tension* dengan tarikan yang semakin besar pula dengan nilai kekuatan *impact* tertinggi dicapai oleh spesimen yang diberikan *pre-tension* 200 N yaitu sebesar 15,09J/mm<sup>2</sup>



**Gambar 6.** Grafik pengaruh *pre-tension* terhadap kekuatan *impact*

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat pengaruh *pre-tension* terhadap kekuatan tarik komposit meningkatkan kekuatan *impact*. Dari hasil pengamatan pada saat pengujian spesimen yang diberikan perlakuan *pre-tension* bahwa ketika diberikan *impact* pada pendulum spesimen mengalami kerusakan tetapi serat yang terdapat pada komposit tidak putus dan masih menyatu dengan spesimen. Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa serat masih menghubungkan specimen setelah diberi *impact*. Hal ini terjadi karena jika serat ditarik dengan gaya tarik yang semakin besar maka kondisi celah pada serat tersebut semakin mengecil sehingga resin akan sulit untuk membasahi serat bagian dalam, sehingga hanya bagian serat terluar yang menyatu dengan resin setelah resin mengering. Dengan kata lain kekuatan yang dihasilkan komposit lebih mendekati kekuatannya.



**Gambar 7.** Patahan spesimen *impact*

**KESIMPULAN**

Dari hasil pengujian dan analisis data dapat ditarik kesimpulan bahwa pemberian *one direction pre-tension* pada *reinforcement hybrid composite* dapat meningkatkan kekuatan tarik dan *impact* komposit. Kekuatan tarik dan *impact* komposit terendah didapat pada spesimen tanpa perlakuan *pre-tension* yaitu sebesar 71,58 N/mm<sup>2</sup> untuk kekuatan tarik dan 1,34J/mm<sup>2</sup> untuk kekuatan *impact*. Sedangkan nilai kekuatan tarik dan kekuatan *impact* diperoleh pada spesimen dengan perlakuan *pre-tension* 200N, yaitu sebesar 106,05 N/mm<sup>2</sup> untuk kekuatan tarik dan 15,09 J/mm<sup>2</sup>.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Autar. (2006). *Mechanics of Composite Material*. New York: Taylor and Francis Inc.
- [2] Mazumdar. (2002). *Composites Manufacturing*. New York: CRC Press LLC.
- [3] Haryanto, Agus. (2008). *Pengaruh Perlakuan Alkali pada Rekayasa Bahan Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Poliester terhadap Kekuatan Mekanis*
- [4] Kastanja, P. M. (2014). *Pengaruh Variasi Tarikan Satu Arah (One Direction Tension) pada Reinforcement Fiber Panel Komposit Datar Terhadap Kekuatan Tarik*.
- [5] Pangkulun, R. (1999). *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Bogor: Penebar Swadaya.
- [6] Showa Denko K.K. (n.d.). *Ripoxy Data Sheet*.