

Justifikasi Karakteristik Mekanik Material *Bio-Composite* Serat Rami *Epoxy* dan Deteksi Kerusakannya

C. Bintoro, Vicky Wuwung, Teguh Wibowo, Faishal Farras, Sutiana

Program Studi Teknik Aeronautika, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Bandung, Jl. Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga
Phone: (022) 2013 789 , e-mail: polban@

Abstract

Paper ini membahas masalah kinerja material *bio-composite* untuk dapat ditingkatkan menjadi material struktural. Untuk hal tersebut maka paper ini di beri judul “Justifikasi Karakteristik Mekanik Material *Bio-Composite* Serat Rami *Epoxy* dan Deteksi Kerusakannya”. Material *bio-composite* merupakan material yang memanfaatkan kondisi alam ataupun partikel alam yang bahkan telah menjadi sampah. Dengan demikian perkembangannya akan mendongkrak masyarakat untuk lebih berinovasi. Dari penelitian ini diketahui bahwa kekuatan tarik serat rami mencapai lebih dari 120 MPa, sehingga cukup baik untuk dijadikan bahan kajian pada struktural. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serat rami dan resin *epoxy* memiliki sifat yang lebih baik dalam uji tarik dibandingkan dengan *bio-composite* lainnya. Ada pengurangan kekuatan yang signifikan ketika serat hibrida menggantikan fiber karbon dan fiber glass atau yang lainnya. Oleh karena itu sifat tarik komposit hibrida telah diselidiki ini masih menuntut riset lebih lanjut dengan peralatan yang lebih maju.

Keywords: Bio-Composite, rami, epoxy

I. INTRODUCTION

Bio-composite bermatriks polimer telah menemukan berbagai aplikasi dalam kehidupan manusia sehari-hari dan terus meningkat [1]. *Bio-composite* umumnya terdiri dari ribuan serat hibrida yang secara individual memiliki sifat-sifatnya yang spesifik dan diikat dengan resin kimia ataupun hibrida [2]. Resin kimia dalam hal ini berasal dari minyak bumi, sedangkan matriks bio berasal dari getah tanaman. Dalam hal ini masih akan digunakan resin *epoxy* yang karatannya lebih unggul. Penelitian ini menjus-tifikasi kekuatan *bio-composite* serat rami dan *epoxy*.

Rami merupakan salah satu contoh serat alam yang telah ditemukan dan memiliki kekuatan tarik tinggi, biaya rendah dan modulus spesifik yang tinggi dan juga dapat digunakan kembali dan didaur ulang [2]. Oleh karena banyaknya sifat yang menarik maka pemanfaatannya dilakukan secara maksimal dalam berbagai aplikasi menjadi tuntutannya [3].

Material komposit yang diperkuat serat ringan, kaku, dan kuat, maka akan memiliki ketahanan lelah dan benturan yang baik. Sifat terarah dan keseluruhannya dapat disesuaikan

untuk memenuhi kebutuhan spesifik penggunaan akhir yang berbeda. Hal tersebut dilakukan dengan mengubah jenis bahan penyusun dan parameter fabrikasi seperti fraksi volume serat dan arsitektur serat [4].

Berdasarkan definisinya rasio volume serat, atau fraksi volume serat, merupakan persentase volume serat di seluruh volume bahan komposit yang diperkuat serat. Saat membuat komposit polimer, serat diresapi dengan resin. Dalam setiap kasus pembebanan, fraksi volume serat rami dapat berubah sehingga dihasilkan komposit yang ideal [5]. Nilai fraksi volume tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut [6].

Kekuatan komposit hibrida/*bio-composite* yang diperkuat serat alami tergantung pada stabilitas kimia, kekuatan serat, ikatan antara matriks dan bahan yang diperkuat untuk memungkinkan transfer tegangan, kekuatan serat. Serat alam memiliki beberapa keterbatasan seperti memiliki sifat mekanik yang rendah dibandingkan komposit serat sintetis, kurang tahan terhadap penyerapan air [7]. Untuk selanjut-nya, serat alam dengan

matriks polimer memberikan sifat mekanik yang memadai.

Kekuatan *bio-composite* yang diperkuat serat alam, tergantung pada stabilitas kimia, kekuatan serat, kekuatan ikatan antar matriks dan serat untuk memungkinkan transfer tegangan sebagaimana dituliskan pada *Table 1*. Untuk selanjutnya, serat alam dengan matriks polimer memberikan sifat mekanik yang memadai [7]. Penelitian ini dilakukan untuk menjustifikasi kekuatan serat rami yang telah mendapat perlakuan kimia dengan resin *epoxy*.

Table 1 Sifat mekanik natural fiber,

Mechanical properties	E-glass	Flax	Hemp	Jute	Ramie	Sisal
Density (g/cm ³)	2.55	1.4	1.48	1.46	1.5	1.33
Young's modulus (Gpa)	73	60-80	70	10-30	44	38
Tensile strength (Mpa)	2400	800-1500	550-900	400-800	500	600-700
Elongation at failure (%)	3.0	1.2-1.6	1.6	1.8	2.0	2.0-3.0

2. METODOLOGHI

Material *bio-composite* merupakan material baru yang diperoleh dari dua atau lebih material yang homogen, heterogen, tidak beraturan melalui proses komposit tertentu berdasarkan definisi-nya. Hal tersebut tidak hanya mempertahankan karakteristik utama dari komponen asli, tetapi juga memperoleh komponen baru dengan efek sinergis untuk menghasilkan kinerja yang sangat baik. [8].

Serat alam mampu menggantikan serat sintetis yang memiliki keunggulan seperti masa jenis rendah, biaya produksi kecil, ketersediaannya yang melimpah, kemudahan pembuatan. Material *epoxy* yang lentur diperoleh dengan mengkombinasikan *epoxy* yang keras dengan 20% fraksi volume yang lentur. *Epoxy* keras yang digunakan memiliki P/N dan yang lunak dengan P/N. Untuk pengeras *epoxy* maka digunakan *hardener* yang bekerja sebagai katalis bila dikombinasikan dengan resin. Resin tersebut bekerja dengan mengeraskan material karena evolusi panas oleh reaksi eksotermik. Pencampuran *epoxy* dengan pengeras memberikan karakteristik yang baik untuk lingkungan.

Para peneliti berusaha mencari bahan bio yang ramah lingkungan, sehingga limbah produk tidak berbahaya bagi bumi dan manusia. Serat alam dikategorikan berdasarkan asalnya yaitu tumbuhan, hewan, atau mineral. Semua serat

tumbuhan mengandung selulosa sebagai komponen struktural utama mereka, sedangkan serat hewani terutama terdiri dari protein [3]. Oleh karena itu perlakuan kimiawi diperlukan untuk meningkatkan ikatan antar fiber dan resin,

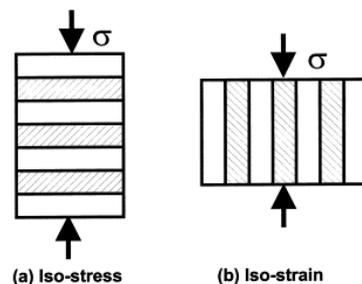
Kekuatan tarik serat *bio-composite* dapat diperoleh dari kekuatan tarik arah memanjang (serat). Hal tersebut dapat dirumuskan sebagai kekuatan tarik bahan serat dan direpresentasikan sebagaimana dituliskan pada Pers. (1 dan 2).

$$\sigma_c = v_f \cdot \sigma_f + v_m \sigma_m \quad (1)$$

$$E_c = v_f E_f + v_m E_m \quad (2)$$

Kuat tarik serat besarnya (Kekuatan memanjang komposit-Kekuatan tarik matriks*(1-Volume fraksi serat))/Volume fraksi serat) [9].

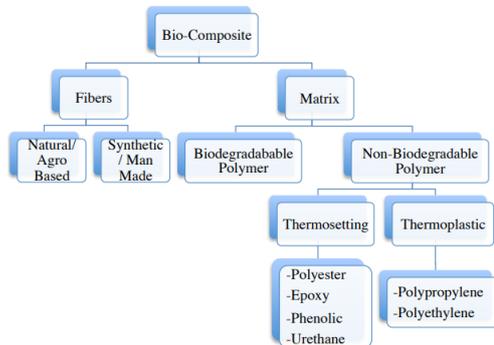
Rumus pada pers (1 dan 2) tersebut dapat diturunkan dengan menggunakan mekanika sederhana. Pembebanan yang terjadi pada komposit dapat terjadi dalam 2 arah berbeda, sebagaimana dijelaskan pada. Gambar 1. Pers (1, 2) pada penelitian yang dilakukan adalah iso-strain.



Gambar 1 Gambar pembebanan komposit.

Bio-composite merupakan bahan komposit yang terbuat dari serat alam dan polimer non-biodegradable turunan minyak bumi seperti polipropilen (PP), polietilen (PE) dan *epoxy* [10]. *Bio-composite* juga dapat diturunkan dari biopolimer dan serat sintetis seperti kaca dan karbon, yang sebagian *bio-composite* ramah lingkungan [10]. Komposit ramah lingkungan atau green komposit yang berasal dari serat alam dan tanaman atau plastik bioderived seperti biopolimer. Jadi, secara umum *bio-composite* merupakan bahan komposit yang

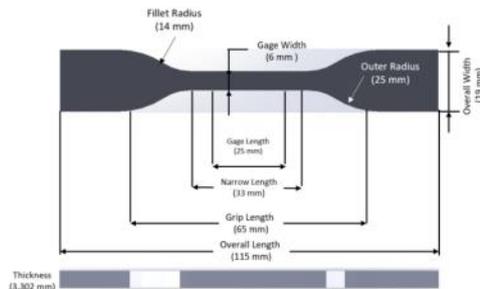
mengkompromikan satu atau lebih fase yang berasal dari asal biologis dan komposisinya ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 2 Komposisi bio-composite

Specimen material uji yang berukuran 250 x 140 x 2.5mm ± 0.1 di persiapkan untuk uji tensile. Mode; specimen tersebut sesuai dengan ASTM D3039 dan diperlihatkan pada Gambar 3. Modulus elastisitas ditentukan berdasarkan kurva hasil pengujian tarik. Atau secara material teknik dapat ditentukan berdasarkan pers.(3)

$$E_c = \frac{\sigma_y}{\epsilon_y} \dots\dots\dots (3)$$



Gambar 3 Model specimen D638 type IV test spesimen

Mesin uji tarik merupakan UTS yang telah lama di gunakan oleh mahasiswa.



Gambar 4 Mesin uji tarik penelitian.

3. RESULT AND DISCUSSION

Batas iso-strain mewakili batas atas teoritis untuk modulus komposit dan dicapai ketika komposit berperilaku seolah-olah konstituennya tersusun secara paralel sehingga menghasilkan regangan yang sama [11]. Kondisi ini akan membuat perhitungannya menjadi lebih sederhana. Tetapi bagaimana pun pengujian dilakukan dan kemudian besaran yang diinginkan dihasilkan.

Spesimen bio-composite dibuat dan diberi beban hingga patah. Dari pengujian tersebut dapat diperoleh besaran yang hendak didapatkan. Besaran hasil pengujian dari peneliti lain dapat ditampilkan dalam bentuk tabel sebagaimana diperlihatkan pada Table 2.

Table 2 Sifat mekanik dari serat alami

Mechanical properties	E-glass	Flax	Hemp	Jute	Ramie	Sisal
Density (g/cm ³)	2.55	1.4	1.48	1.46	1.5	1.33
Young's modulus (Gpa)	73	60-80	70	10-30	44	38
Tensile strength (Mpa)	2400	800-1500	550-900	400-800	500	600-700
Elongation at failure (%)	3.0	1.2-1.6	1.6	1.8	2.0	2.0-3.0

Pengujian tarik ASTM D3039 digunakan untuk mengukur gaya yang diperlukan untuk mematahkan spesimen komposit polimer dan sejauh mana spesimen meregang atau memanjang ke titik putus tersebut. Uji tarik menghasilkan diagram tegangan-regangan, yang digunakan untuk menentukan modulus tarik dan karakteristik lainnya.

Salah satu sifat material yang banyak digunakan dan diakui yaitu kekuatan suatu material. Tapi apa arti kata "kekuatan"? "Kekuatan" bisa memiliki banyak arti, jadi haruslah lihat lebih dekat apa yang dimaksud dengan kekuatan suatu bahan. Untuk itu perlu

melihat eksperimen dengan demikian menjadi mudah memberikan banyak informasi tentang kekuatan atau perilaku mekanis suatu material, yang disebut uji tarik.

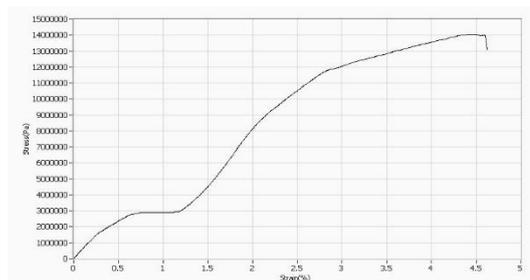
4. CONCLUSION

Uji tarik berdasarkan definisinya berkaitan dengan besarnya gaya maksimum tegangan yang ditopang oleh material sebelum patah. Spesimen dipotong sesuai dengan standard pengujian dilakukan pada Kejian Instrumet universal testing mesin uji. Melalui pengujian ini ditentukan kekuatan tarik *ultimate*, nilai modulus elastisitas dan regangan elastik. Spesimen ditahan dan ditarik oleh *grip* dan beban yang diberikan sampai keruntuhan direkam oleh program komputer. Data tersebut dapat ditampilkan pada Gambar 5.

Table 3 Data hasil pengujian.

No.	MaterialNo.	Force @ Peak	Young's modulus	Tensile Strength	Strength @ break	elongation percentage @ break
		(N)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(%)
1	Ramin	4897.141	973770513	128872130	128872130	14.951

Dari hasil pengujian di peroleh data bahwa spesimen kayu ramin membutuhkan gaya sebesar 4897,141 N untuk memutuskannya. Gaya tersebut menghasilkan modulus elastis sebesar 9.737.770.513 Pa atau sebesar 9.7 GPa. Kekuatas putus komposit adalah 128.872.130 Pa atau sekitar 128,8 MPa yang putus dengan elongasi 14,951%.



Gambar 5 Gambar stress – strain specimen composite

Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa serat ramin perlu dikuatkan tidak benar lagi untuk dapat menjadi komponen struktural. Hal tersebut untuk dapat menjadi komponen struktural harus memiliki tegangan tarik 350

MPa dan *repetitive*. Hal akan diteruskan lagi sampai diperoleh tegangan yang besar.

5. REFERENCES

1. K.G Prakash, et al., Characterization of Tensile and Impact Properties of Polymer Hybrid Composites, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 5 Issue 06, June-2016, ISSN: 2278-0181, <http://www.ijert.org>
2. Michael Elkington, et.al., Real time defect detection during composite layup via Tactile Shape Sensing, Science Engineering Composite Mater 2021; 28:1–10
3. Ahmad Hamdan, Investigation of Mechanical testing on Hybrid Composite Materials, January 2019, DOI: 101016/B978-0-08-102293-1.00007-3, <https://www. Researchgate.net/publication /330046881>
4. Nesrin Sahbaz Karaduman, Textile Reinforced Structural Composites for Advanced Applications, IntechOpen, 2017
5. Bindusara T S, et. al., A Study on Mechanical Properties of Symmetrical and Asymmetrical Woven Jute Fiber Composite Polymer, Materials Science and Engineering 376 (2018) 012070 doi:10.1088/1757-899X/376/ 1/012070
6. Magdi El Messiry, Theoretical analysis of natural fiber volume fraction of reinforced composites, Alexandria Engineering Journal, Volume 52, Issue 3, September 2013, Pages 301-306, <https://www.sciencedirect.com /science/article/pii/S1110016813000136? via%3Dihub>
7. Amber Jaiswal, et. al., DEVELOPMENT & MECHANICAL TESTING OF NATURAL HYBRID COMPOSITE MATERIALS, International Journal of Technical Research and Applications e-ISSN: 2320-8163, www.ijtra.com Volume 9, Issue 1 (JANUARY-FEBRUARY 2021), PP. 01-07
8. Jinsheng Ma, et. al., Application of Composite Materials in Engine, (2017); 1(1): 1–9.
9. Ery Diniardi, et.al., Analysis of the Tensile Strength of Composite Material from Fiber Bags, Journal of Applied Science and Advanced Technology, 17 November 2019, : <https://jurnal.umj. ac.id /index.php/JASAT>

10. AZFAR BIN JASNI, Study on Effect of 5 wt. % of Coconut Fiber Reinforcement on Tensile and Flexural Properties of *Epoxy* Based Composites, Dissertation Universiti Teknologi PETRONAS Bandar Seri Iskandar 31750 Tronoh Perak Darul Ridzuan, MAY 2012.
11. Ian SEETOH, et.al, Effect of Reinforcement Bending on the Elastic Properties of Interpenetrating Phase Composites, *Mech. Mater.* 136, 103071 (2019). DOI: 10.1016/j.mechmat.2019.103071