



INFOMATEK

Volume 19 Nomor 2 Desember 2017

## ANALISIS PERBANDINGAN KEKUATAN TARIK ORIENTASI UNIDIRECTIONAL 0° DAN 90° PADA STRUKTUR KOMPOSIT SERAT MENDONG DENGAN MENGGUNAKAN EPOKSI BAKELITE EPR 174

Lies Banowati<sup>\*)</sup>, Wisnu Adi Prasetyo, Devi M Gunara

Jurusan Teknik Penerbangan  
Universitas Nurtanio Bandung

**Abstrak:** Mendong merupakan tanaman budidaya yang memiliki potensi ekonomis yang cukup baik tidak hanya sebagai produk tradisional dalam bentuk kerajinan, namun dapat dijadikan bahan baku komposit serat alam. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik mekanik komposit Mendong/Epoksi BAKELITE EPR 174, yaitu komposit dengan penguat serat mendong yang sudah dilakukan treatment alkali dan matriks Epoksi BAKELITE EPR 174. Metode manufaktur komposit menggunakan hand lay up. Pengujian kekuatan tarik spesimen komposit menggunakan ASTM D 3039/D 3039M dengan arah orientasi serat Unidirectional 0° dan 90°. Selanjutnya data hasil uji dianalisis menggunakan Distribusi Weibull untuk mengetahui keandalan komposit. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa nilai keandalan komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 Unidirectional 00 pada 90% dan 50% masing-masing sebesar 20,7 MPa dan 26,8 MPa , sedangkan pada Unidirectional 900 sebesar 0,11 MPa dan 0,36 MPa.

**Kata kunci:** serat mendong, Epoksi BAKELITE EPR 174, kekuatan tarik, Distribusi Weibull

### I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan sumber daya alam. Dari berbagai sumber daya alam tersebut, beraneka ragam serat alam dapat digunakan sebagai material penyusun struktur komposit. Salah satu contohnya merupakan serat mendong.

Serat mendong merupakan tanaman budidaya yang memiliki potensi ekonomi yang baik, namun selama ini pemanfaatan serat mendong itu sendiri hanya sebagai tikar, tali,

serta produk kerajinan tangan. Dikarenakan potensi dari serat mendong tersebut begitu besar di Indonesia, maka peneliti berupaya meningkatkan peran mendong tidak hanya sebagai produk tradisional, akan tetapi dapat berperan aktif sebagai bahan baku komposit serat alam yang lebih ramah lingkungan.

Material komposit dapat didefinisikan sebagai kombinasi dari dua komponen atau lebih yang digabung secara makroskopis. Kata kunci pada komposit adalah makroskopis yang membedakan komposit dengan paduan atau

---

<sup>\*)</sup> liesbano@gmail.com

*alloy* dimana campuran bahan dilakukan pada level mikroskopis.

Pada komposit, sifat-sifat bahan pembentuknya masih terlihat jelas. Bahan komposit pada umumnya dibentuk dari dua unsur utama yaitu serat (*fiber*) sebagai penguat dan matriks sebagai pengikat serat-serat tersebut. Serat inilah yang menentukan sebagian besar sifat karakteristik komposit seperti kekuatan dan kekakuan. Sedangkan matriks berfungsi sebagai pelindung, pengikat dan penyalur tegangan antar serat. (Hadi [1]).

Komposit mempunyai keunggulan tersendiri dibandingkan dengan bahan teknik alternatif lain seperti kuat, kaku, ringan, tahan korosi, dan ekonomis. Penggunaan dan pemanfaatan material komposit sekarang ini semakin berkembang, seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan tersebut yang semakin meluas mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri baik industri skala kecil maupun industri skala besar.

Serat mendong yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Tasikmalaya Jawa Barat yang dihasilkan dari batang tumbuhan mendong. Serat tersebut mudah ditemukan dalam dan ketersediaannya melimpah sehingga berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan baku komposit.

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi karakteristik dari komposit adalah perbandingan fraksi volume serat ( $V_f$ ) yang akan menentukan kekuatan, kekakuan dan keuletan material komposit. Fraksi volume serat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Berthelot [2]) :

$$V_f = \frac{V_f}{V_c} \times 100\% \quad (1)$$

$$V_c = V_f + V_m = \frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} \quad (2)$$

Dengan mensubstitusikan kedua persamaan diatas (1) dan (2), maka akan didapatkan persamaan fraksi volume sebagai berikut:

$$V_f = \frac{V_f}{\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m}} \times 100\% \quad (3)$$

$$V_f = \frac{\frac{m_f}{\rho_f}}{\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m}} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan,

$V_f$  = Fraksi volume *fiber* (g)

$V_m$  = Fraksi volume *matrik* (g)

$V_c$  = Fraksi volume *composite* (g)

$m_f$  = massa *fiber* (g)

$m_m$  = massa matrik (g)

$\rho_f$  = massa jenis *fiber* (g/cm<sup>2</sup>)

$\rho_m$  = massa jenis matrik (g/cm<sup>2</sup>)

Dalam penelitian ini, fraksi volume serat yang digunakan adalah 50%. Pertimbangan ini didasarkan pada modus kegagalan yang terjadi pada komposit lamina rami epoksi meliputi brittle failure (getas) untuk fraksi volume serat 10-30%, debonding dan

delaminasi pada fraksi volume serat 40-50% (Soemardi [3]).

## II. METODE PENELITIAN

Serat mendong yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan *treatment* terlebih dahulu untuk meningkatkan ikatan antar muka serat dan matriks dengan direndam dalam larutan alkali 5% (NaOH) selama 2 jam, selanjutnya dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 6 jam.

Bahan matriks yang digunakan dalam penelitian adalah resin Epoksi BAKELITE EPR 174, dan campuran *Hardener* yang dipakai adalah V-140 dengan perbandingan resin dan *hardener* adalah 2 : 1, sedangkan pembuatan sampel uji menggunakan metode *hand lay up*.

Uji tarik komposit mengacu pada ASTM D 3039 (ASTM [4]) dengan jumlah masing-masing sampel uji sebanyak 5 buah dan arah serat spesimen uji divariasikan menjadi dua yaitu *unidirectional* 0° dan *unidirectional* 90°, namun terdapat kegagalan uji tarik pada spesimen ke 5 untuk *unidirectional* 0°.

Dalam penelitian ini metode analisis data hasil uji tarik menggunakan metode *weibull distribution*, merupakan metode statistik untuk menentukan nilai dari kekuatan material terhadap keandalannya. Keandalan merupakan ukuran dari sebuah material dalam

menerima suatu beban, berikut ini persamaan fungsi keandalan yang digunakan dalam menganalisa penelitian (Ghosh [5]):

$$R(x; b, c) = \exp\left(-\left(\frac{x}{b}\right)^c\right) \quad (5)$$

Metode regresi linear mengubah persamaan distribusi weibull dua parameter ke dalam persamaan linear berbentuk  $y=mx+r$  dengan cara melakukan operasi logaritma pada persamaan tersebut.

$$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(x;b,c)}\right)\right) = c \ln x - c \ln b \quad (6)$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1. dan 2. masing-masing menunjukkan spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *unidirectional* 0° dan 90°



**Gambar 1**

Spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0°



**Gambar 2**

Spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE  
EPR 174 *Unidirectional* 90°

Pada Gambar 3. menunjukkan pengujian tarik spesimen komposit Mendong/Epoksi BAKELITE EPR 174 dengan diberi beban tarik yang seragam kearah vertikal (searah dengan orientasi serat *Unidirectional* 0°).



**Gambar 3**

Uji tarik spesimen komposit Mendong/Epoksi  
BAKELITE EPR 174

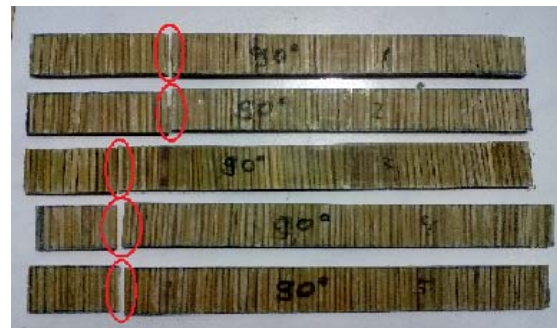
Pengujian *tarik* dilakukan di Laboratorium teknik produksi Institut Teknologi Bandung menggunakan alat uji Tensilon RTF-1310.

Modus kegagalan spesimen hasil uji tarik komposit ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5.



**Gambar 4.**

Modus kegagalan spesimen komposit Mendong/  
Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0°



**Gambar 5**

Modus kegagalan spesimen komposit Mendong/  
Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 90°

Pada Gambar 4. menunjukkan bahwa modus kegagalan pada spesimen komposit *Unidirectional* 0° adalah *debonding*, yaitu matriks tidak mampu menahan konsentrasi

tegangan geser yang timbul diujung serat yang patah, serat dapat terlepas dari matriks pada *interface* antara serat dan matriks.

Sedangkan pada Gambar 5. menunjukkan modus kegagalan pada spesimen komposit *Unidirectional* 90° adalah *matriks breaking*, yaitu patah pada matriks. Matriks mampu menahan gaya geser yang diterima namun tidak dapat diteruskannya ke serat sekitarnya karena arah orientasi serat *Unidirectional* 90° berlawanan dengan arah beban uji tarik.

Pada Tabel 1. dan 2. masing-masing menunjukkan hasil uji tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0° dan 90°.

**Tabel 1**

Hasil pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0°

Spesi- men	Dimensi			Beban Maksi- mum	Keku- atan Tarik
	Pan- jang	Lebar	Tebal		
0°	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)
1	250	25	4,1	2358,14	23,01
2	250	25	4,1	3227,73	31,49
3	250	25	4	2577,72	25,77
4	250	25	4	2614,45	26,14
<b>Rata- rata</b>				<b>2694,51</b>	<b>26,60</b>
<b>STD. DEV.</b>					<b>3,54</b>

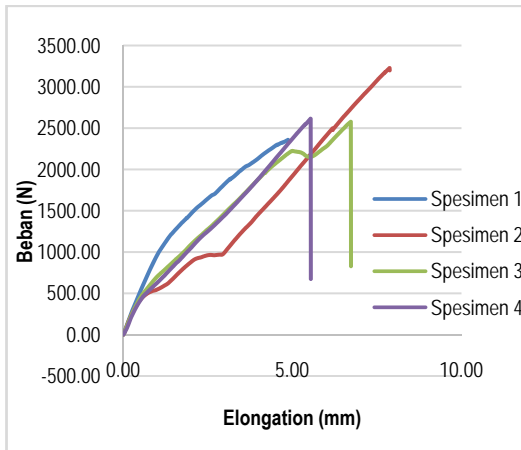
**Tabel 2**

Hasil pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 90°

Spesi- men	Dimensi			Beban Maksi- mum	Keku- atan Tarik ( $\sigma$ )
	Pan- jang	Lebar	Tebal		
90°	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)
1	250	25	4,1	33,27	0,32
2	250	25	4	61,55	0,61
3	250	25	4	15,29	0,15
4	250	25	4	21,02	0,21
5	250	25	4,1	64,64	0,63
<b>Rata- rata</b>				<b>39,15</b>	<b>0,38</b>
<b>STD. DEV.</b>					<b>0,22</b>

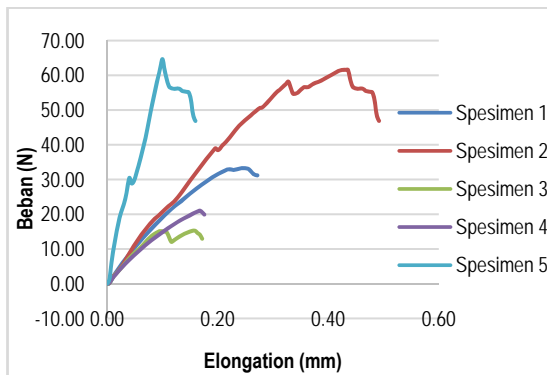
Pada Tabel 1. menunjukkan bahwa besarnya kekuatan tarik rata-rata pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0° sebesar 26,6 MPa, kekuatan tarik minimum sebesar 23 MPa dan maksimum adalah 31,49 MPa. Sedangkan pada Tabel 2. menunjukkan bahwa besarnya kekuatan tarik rata-rata pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 90° sebesar 0,38 MPa, kekuatan tarik minimum sebesar 0,15 MPa dan maksimum adalah 0,63 MPa.

Sedangkan pada Gambar 6. dan 7. masing-masing menunjukkan grafik hasil pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0° dan 90°.



**Gambar 6**

Grafik hasil pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional 0°*



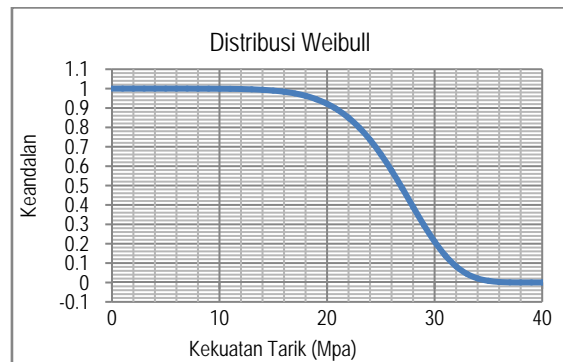
**Gambar 7**

Grafik hasil pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional 90°*

Pada grafik hasil pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional 0°* memiliki *elongation range* yang lebih lebar dibandingkan *Unidirectional 90°*. Hal tersebut menunjukkan bahwa komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE

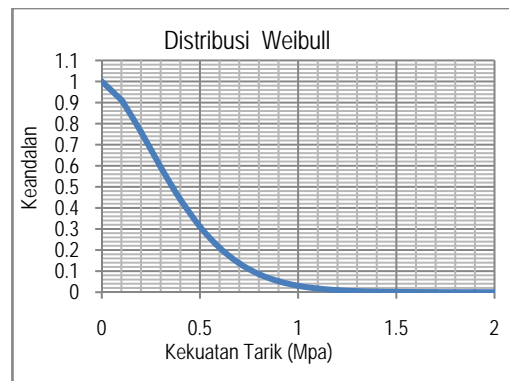
EPR 174 *Unidirectional 0°* memiliki sifat *ductile* yang lebih baik dibandingkan *Unidirectional 90°*.

Pada Gambar 8. dan 9. masing-masing menunjukkan grafik Distribusi Weibull hasil pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional 0°* dan *90°*.



**Gambar 8**

Grafik Distribusi Weibull pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional 0°*



**Gambar 9**

Grafik Distribusi Weibull pengujian tarik spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional 90°*

Pada grafik Distribusi Weibull menunjukkan bahwa nilai keandalan spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0° pada 90% dan 50% masing-masing sebesar 20,7 MPa dan 26,8 MPa , sedangkan pada *Unidirectional* 90° sebesar 0,11 MPa dan 0,36 MPa. Hal tersebut menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit Mendong/Epoksi BAKELITE EPR 174 dengan arah orientasi *Unidirectional* 0° lebih besar dibandingkan, karena beban uji tarik spesimen arah vertikal akan diterima langsung oleh resin dan selanjutnya didistribusikan keseluruhan permukaan searah dengan orientasi serat *Unidirectional* 0° (vertikal). Sedangkan untuk komposit dengan arah orientasi *Unidirectional* 90° (horizontal) beban uji tarik spesimen arah vertikal hanya akan diterima oleh resinnya saja.

Berdasarkan hasil analisis distribusi weibull maka dapat menentukan nilai keandalan kekuatan material untuk kebutuhan mendisain struktur, dalam arti bila struktur dihitung dengan menggunakan keandalan 50% saja sudah aman apalagi bila menggunakan keandalan 90% struktur akan sangat aman.

Perbandingan hasil uji kekuatan tarik Komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0° dan *Unidirectional* 90° dengan komposit resin polimer/serat alam lainnya ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3**

Perbandingan kekuatan tarik komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174, Bambu Gigantochia Apus/Polimer dan Serabut Kelapa/Yukallac

Spesimen	$\sigma$ (MPa)
Komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 <i>Unidirectional</i> 0°	26,8
Komposit Bambu Gigantochia Apus/Polimer <i>Unidirectional</i> 0° (Sofyan Djamil, dkk. [5])	1,96
Komposit Serabut Kelapa/Yukallac <i>Unidirectional</i> 0° (Felicitas Noi, F.R. [7])	23,81
Komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 <i>Unidirectional</i> 90°	0,36
Komposit Bambu Gigantochia Apus/Polimer <i>Unidirectional</i> 90° [6]	2,25

Pada Tabel 3. menunjukkan bahwa Komposit dengan orientasi *Unidirectional* 0° serat Mendong/Epoksi BAKELITE EPR 174 memiliki kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan Komposit serat Serabut Kelapa/Yukallac dan serat Bambu Gigantochia Apus/Polimer. Sedangkan untuk orientasi *Unidirectional* 90° komposit Mendong/Epoksi BAKELITE EPR 174 memiliki kekuatan tarik yang lebih kecil dibandingkan komposit bambu Gigantochia Apus/Polimer, namun untuk arah orientasi *Unidirectional* 90° dengan pembebanan yang berlawanan dengan arah orientasinya tidak efektif bila digunakan untuk mendisain struktur komposit.

Berdasarkan kekuatan tarik komposit dengan orientasi *Unidirectional* 0° serat Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174, maka komposit

tersebut dapat dijadikan material alternatif pengganti kayu, plastik dan logam.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

- Komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0° memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 26.6 MPa, minimum sebesar 23 MPa dan maksimum sebesar 31.49 MPa.
- Komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 90° memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 0.38 MPa, minimum sebesar 0.15 MPa dan maksimum sebesar 0.63 MPa.
- Nilai keandalan spesimen komposit Mendong/ Epoksi BAKELITE EPR 174 *Unidirectional* 0° pada 90% dan 50% masing-masing sebesar 20,7 MPa dan 26,8 MPa , sedangkan pada *Unidirectional* 90° sebesar sebesar 0,11 MPa dan 0,36 MPa

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadi, B. K., 2000. "Diktat Kuliah PN-336 Mekanika Struktur Komposit". Bandung : Penerbit ITB.
- [2] Berthelot, J.M., 1999. Composite Materials: Mechanical Behavior and Structural Analysis. Imprint New York : Springer. Series: Mechanical

engineering (Berlin, Germany). ISBN-13: 978-0387984261. ISBN-10: 0387984267, pp. 11.

- [3] Soemardi, T.P., 2009. Serat Rami Bisa Jadi Bahan Baku Tabung Gas. Tambang Mines & Energy News Updating, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- [4] ASTM D 3039/3039 M, 2002. Standart Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials. Annual Book of ASTM Standards. United States: ASTM International.
- [5] Ghosh, A., 1999. A FORTRAN Program for Fitting Weibull Distribution an Generating samples. Computer and Geoscience, 25, 729-735.
- [6] Sofyan Djamil, Sobron Y Lubis, Hartono, 2014. Kekuatan Tarik Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam Bambu Gigantochloa Jenis Anyaman Diamond Braid dan Plain Weave, Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.7. No.1., Universitas Tarumanagara, Jakarta.
- [7] Felicitas Noi, F.R., 2016. Karakteristik Kekuatan Komposit Serabut Kelapa Dengan Variasi Arah Serat, Skripsi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.