

## PENGARUH VARIASI ANYAMAN MATERIAL KOMPOSIT EPOXY BERPENGUAT BILAHAN BAMBU TERHADAP KEKUATAN BENDING

Febri Dwi Utomo<sup>1</sup>, Rahmat Doni Widodo<sup>1</sup>, Heri Yudiono<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima 03 10 2019  
Disetujui 06 10 2019  
Dipublikasikan 10 10 2019

#### Keywords:

Komposit; resin epoxy uji bending; bambu; anyaman

### Abstrak

Penelitian ini dikaji karakteristik mekanik material komposit dari beberapa bahan organik yang mempunyai sifat ramah lingkungan dan banyak tersedia di wilayah Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi anyaman terhadap sifat *bending* komposit anyam dengan variasi *epoxy* 75% dan anyaman bambu yang sebesar 25%. spesimen uji *bending* sesuai standar ASTM D790. Metode penelitian merupakan cara penelitian untuk memperoleh data yang diinginkan, sehingga pelaksanaan dan hasilnya dapat dipertanggung jawabkan secara kajian ilmiah. Pada pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode eksperimen yakni mencari hubungan sebab akibat antara faktor-faktor lain yang sengaja ditimbulkan oleh penelitian. sehingga penelitian akan lebih terarah dalam proses pelaksanaannya dan hasilnya dapat dipertanggung jawabkan secara kajian ilmiah. Penelitian yang dilaksanakan ini menggunakan metode eksperimen. Hasil uji *bending* pun menunjukkan bahwa spesimen anyaman matrik resin *epoxy* dengan variasi anyaman *plain*, *twin*, dan *campuran* sebesar 86,7 N/mm<sup>2</sup>; 97,38 N/mm<sup>2</sup>; 86,08 N/mm<sup>2</sup>. dengan nilai modulus elastisitas *bending* sebesar 3,294 MPa; 1,049 MPa dan 1,282 MPa serta memiliki nilai momen *bending* sebesar 57,8 MPa; 64,925 MPa dan 57,387 MPa secara berturut-turut. Variasi anyaman *twin* memiliki kekuatan *bending* dan momen *bending* tertinggi diantara bentuk anyaman yang lain sebesar 97,38 N/mm<sup>2</sup> dan sebesar. 64,925 MPa. Sedangkan untuk anyaman *plain* memiliki modulus elastisitas tertinggi diantara bentuk anyaman yang lain yaitu sebesar 3,294 MPa.

### Abstract

This research examines the mechanical characteristics of composite materials from several organic materials which are environmentally friendly and widely available in Indonesia. This study aims to determine the effect of woven variations on the bending properties of woven composites with 75% epoxy variations and 25% woven bamboo. bending test specimen according to ASTM D790 standard. The research method is a way of research to obtain the desired data, so that the implementation and results can be accounted for scientifically. In carrying out this research using the experimental method that is looking for causal relationships between other factors that are deliberately caused by research. so that research will be more focused in the implementation process and the results can be accounted for scientifically. This research was carried out using an experimental method. The results of the bending test also showed that the epoxy resin matrix woven specimens with plain, twin and mixed woven variations were 86.7 N/mm<sup>2</sup>; 97.38N/mm<sup>2</sup>; 86.08N/mm<sup>2</sup>. with a bending elastic modulus value of 3.294 MPa; 1.049 MPa and 1.282 MPa and has a bending moment value of 57.8 MPa; 64.925 MPa and 57.387 MPa respectively. Variation of woven twin has the highest bending strength and bending moment among other woven forms of 97.38 N/mm<sup>2</sup> and . 64.925 MPa. Meanwhile, plain weave has the highest modulus of elasticity among other forms of weave, namely 3.294 MPa.

Alamat korespondensi:  
Gedung E9 Lantai 2 FT Unnes  
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: rahmat.doni@mail.unnes.ac.id

ISSN 2746-7694

## PENDAHULUAN

Material Komposit merupakan salah satu jenis material di dalam dunia teknik yang dibuat dengan penggabungan dua macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang lebih baik bila dibandingkan dengan material dari matriks atau penguatnya (Adjiantoro dan Suriyono, 2014). Komposit tidak hanya digunakan untuk sifat struktural tetapi dapat juga dimanfaatkan untuk berbagai sifat yang lainnya seperti listrik, panas, atau material-material yang memperhatikan aspek lingkungan. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat (Sari dkk, 2011). Fungsi utama dari penguat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari penguat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh *matriks* akan diteruskan kepada penguat, sehingga penguat akan menahan beban sampai beban maksimum. *Matriks* adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Umumnya *matriks* dipilih yang mempunyai ketahanan panas yang tinggi (Triyono dan Diharjo, 2000). Komposit *matriks* ada tiga macam yaitu *Ceramic Matrix Composite* (CMC), *Polymer Matrix Composite* (PMC), *Metal Matrix Composite* (MMC)

Penelitian ini material komposit yang digunakan yaitu material dengan *matriks* polimer, dimana *Epoxy* sebagai *matriks* dan bilahan bambu sebagai seratnya. Selain itu, serat dan pola anyaman yang digunakan dapat mempengaruhi kekuatan komposit (Rizki, 2017). Disamping itu, penggunaan *matriks* juga dapat mempengaruhi hasil kekuatan komposit (Mhmuda dkk, 2013). Beberapa model pola anyaman yang dikembangkan antara lain anyaman polos (*plain*), *twin*, *campuran*. Resin *epoxy* digunakan dalam bermacam-macam komposit dan dalam macam-macam bagian struktur, selain itu juga digunakan sebagai pot dan bahan campuran untuk kapsul, peralatan, cetakan *powder* dan perekat. Sebab resin *epoxy* sangat tahan terhadap alkali, asam dan kelembaban. Dapat mencapai suhu penyimpangan panas tinggi, menyusut rendah dan mempunyai daya tahan terhadap alkali, asam dan kelembaban. Dapat mencapai suhu penyimpangan panas tinggi, menyusut rendah dan mempunyai daya tahan terhadap volume tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti material kekuatan bending dari material epoxy berpenguat bilahan bambu dimana bilahan bambu tersebut memiliki fraksi anyaman plain, twin dan campuran pengujian bendingnya. Uji *bending* adalah suatu proses pengujian material dengan cara di tekan untuk mendapatkan hasil berupa data tentang kekuatan lengkung (*bending*) suatu material yang di uji. Proses pengujian *bending* memiliki 2 macam pengujian, yaitu *three point bending* dan *four point bending*. Kedua cara pengujian ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing karena tiap cara pengujian memiliki cara perhitungan yang berbeda-beda.

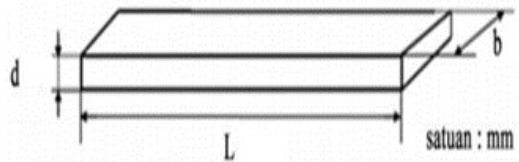
## METODE PENELITIAN

Bambu merupakan tanaman sebangsa rumput yang banyak tumbuh dinegara kita. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah beriklim panas maupun dingin. Resin *epoxy* merupakan bahan yang membentuk polimer, tetapi pada prakteknya *epiklorohidrin* paling umum dipakai karena bereaksi dengan cara suatu *diepoksida*. Rangkain polimerisasinya melibatkan pembentukan ion alkoksida, adisi nukleofilik alkoksida ke karbon yang kurang terintangi dari cincin epoksida, kemudian penutupan cincin melalui substitusi internal ion klorida. Penggunaan *Epoxy* sebagai bahan *matriks* komposit dapat menghasilkan sifat mekanik komposit yang baik (Firman dkk, 2015). Pembuatan material komposit dibagi menjadi kelompok tahapan dimana melalui beberapa proses, diantaranya adalah:

1. Pembuatan spesimen komposit menggunakan komposisi dan variasi anyaman komposisi variasi epoxy yang digunakan adalah 75% dan variasi bilahan bambu yang digunakan adalah 25%. Dengan variasi anyaman campuran, twin, plain dan lapisan anyamanya yang digunakan adalah 3 lapis.
2. Memotong bambu apus yang digunakan untuk membuat specimen pengujian bending.
3. Membuat bilahan bambu yang akan digunakan untuk pembuatan anyaman. Berikut spesimen pengujian

bending menggunakan ASTM D790-02 Dengan menggunakan mesin *Torontech*.

d = 10 mm  
 b = 40 mm  
 L = 200 mm

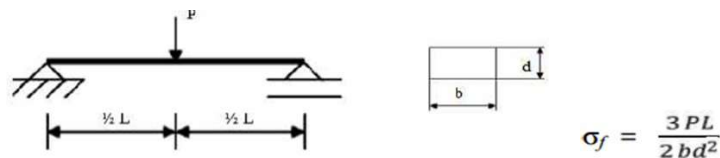


**Gambar 1.** Spesimen uji bending standar ASTM D790 – 02.

## HASIL PENELITIAN

### Kekuatan *bending*

Hasil Pegujian kekuatan bending komposit material komposit mempunyai sifat tekan yang lebih baik dibandingkan sifat tariknya. Pada perlakuan uji *bending*, kekuatan *bending* dihitung sejauh mana mampu *bending* komposit tersebut mampu menahan beban hingga komposit tersebut patah atau beban lengkung menurun.

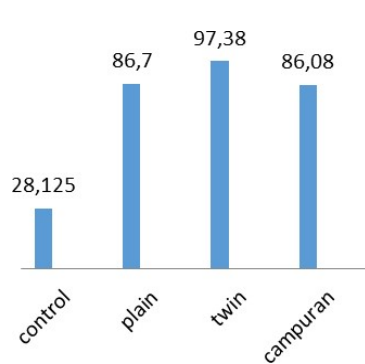


$\sigma_f$  = Tegangan lengkung ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$  )  
 P = beban atau Gaya yang terjadi (kgf)  
 L = Jarak point (mm)  
 b = lebar benda uji (mm)  
 d = Ketebalan benda uji (mm)

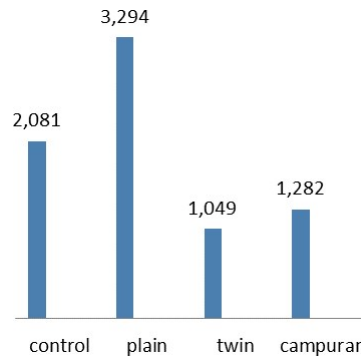
**Gambar 2.** *Three point bending*

Pengujian bending yang dilakukan dengan menerapkan *three point bending*. Pengujian bending dengan menerapkan pengujian *three point bending* dapat menghasilkan hasil pengujian yang relative sama dengan pengujian *four point bending* dengan perbedaan relative dibawah 1% (Mujika,m 2006). Gambar 3. menunjukkan kekuatan *bending* komposit dengan pengaruh variasi anyaman terhadap kekuatan *bending* komposit, dimana kekuatan *bending* komposit pada variasi anyaman *plain* sebesar  $86,7 \text{ N}/\text{mm}^2$ . Sedangkan kekuatan *bending* variasi anyaman *twin* mengalami peningkatan sebesar  $97,38 \text{ N}/\text{mm}^2$  dari kekuatan *bending* anyaman *plain*. Terlihat bahwa anyaman *twin* lebih kuat dibandingkan anyaman *plain* dan campuran. Kakuatan *bending* yang baik pada anyaman *twin* juga

disebabkan oleh terjadinya *interface* antara serat-matrik, sehingga komposit menjadi lebih kuat. Namun pada variasi anyaman campuran yaitu komposisi antar anyaman *plain* dan *twin* kekuatan *bending*nya menurun sebesar  $86,03 \text{ N/mm}^2$  terhadap kekuatan *bending* anyaman *twin*. Kekuatan *bending* anyaman campuran yang rendah disebabkan oleh kurangnya ikatan (*mechanical bending*) antara serat-matriks dan nilai *interface* yang sangat rendah.



**Gambar 3.** Kekuatan *Bending* (N/mm<sup>2</sup>)



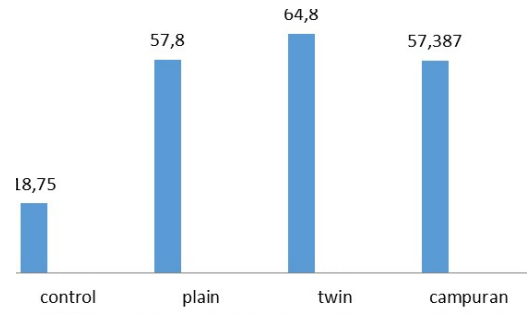
**Gambar 4.** Modulus Elastisitas (MPa)

### Modulus Elastisitas *Bending*

Modulus elastisitas dapat dihitung dengan menggunakan metode pengujian yang berbeda namun, pengujian yang umum untuk menentukan nilai modulus elastisitas adalah pengujian *bending* (Brancheriau dkk, 2002). Kekakuan adalah ketahanan suatu material terhadap deformasi elastis. Modulus Elastisitas (E) adalah harga kekakuan suatu material pada daerah elastis. Gambar 4. menunjukkan pengaruh variasi anyaman terhadap modulus elastisitas *bending* komposit, dimana modulus elastisitas *bending* komposit pada variasi anyaman *plain* sebesar 3,294 MPa. Sedangkan modulus elastisitas *bending* komposit variasi anyaman *twin* mengalami penurunan sebesar 1,049 MPa dari modulus elastisitas *bending* komposit anyaman *plain*. Namun pada variasi anyaman campuran mengalami peningkatan daripada anyaman *twin* dengan peningkatan modulus elastisitas *bending* komposit sebesar 1,282 MPa,

### Momen *Bending*

Pengujian kekuatan lentur/*bending* dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan komposit terhadap pembebanan titik lentur. Di samping itu pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui keelastisitasan suatu bahan. Hasil pengujian momen *bending* komposit anyaman dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Momen *Bending* (MPa)



**Gambar 6.** Spesimen *Plain*



**Gambar 7.** Spesimen *Twin*



**Gambar 8.** Spesimen

Campuran Gambar 5 menunjukkan pengaruh variasi anyaman terhadap momen *bending* komposit anyaman *plain* sebesar 57,8 MPa. Tetapi momen *bending* komposit variasi anyaman *twin* mengalami peningkatan yang signifikan sebesar 64,925 MPa terhadap momen *bending* komposit anyaman *plain*. Sedangkan momen *bending* komposit menurun sebesar 57,387 MPa terhadap momen *bending* komposit anyaman *twin*.

### Bentuk Penampang Patah

Penampang patah yang terjadi dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan material, sebab bentuk patahan cenderung identik dari sifat bahan atau merupakan identitas dari bahan itu sendiri. Patahan yang tidak simetris cenderung disebabkan karena tidak homogenan material cacat bahan.

## PEMBAHASAN

### Plain

Kekuatan bending pada variasi anyaman plain sebesar 86,7 N/mm<sup>2</sup> dengan nilai modulus elastisitas bending sebesar 3,294 MPa serta memiliki nilai momen bending sebesar 57,8 MPa. Dari hasil tersebut menjelaskan bahwa pada anyaman plain, spesimen memiliki bentuk patahan ini sifatnya ulet nilai modulus elastisitas bending sebesar 3,294 MPa sehingga tegangan bending dan nilai kekerasanya menurun.

### Twin

Kekuatan bending anyaman twin sebesar 97,38 N/mm<sup>2</sup>. nilai kekuatan bending anyaman twin lebih tinggi dibandingkan anyaman plain. Kekakuan bending yang baik pada anyaman twin juga disebabkan oleh terjadinya *interface* antara serat-matrik, sehingga komposit menjadi lebih kuat. Suatu bahan yang memiliki kekakuan tinggi bila mendapat beban (dalam batas elastisnya) akan mengalami defromasi elastis tetapi hanya sedikit.

Kekakuan bahan biasanya ditunjukkan oleh modulus elastisitas. Makin besar modulus elastisitas komposit maka semakin kaku bahan komposit tersebut (Purwanto dan Johar, 2015) dalam penelitian ini diperoleh bahan komposit yang memiliki modulus elastisitas *bending* sebesar 1,049 MPa serta memiliki nilai

momen *bending* sebesar 64,925 MPa. Dari hasil tersebut menjelaskan bahwa pada anyaman memiliki bentuk patahan ini sifatnya keras namun ulet sehingga tegangan *bending* dan nilai kekerasannya lebih tinggi dibandingkan anyaman *plain* maupun campuran.

### Campuran

Kekuatan *bending* pada variasi anyaman campuran sebesar 86,08 N/mm<sup>2</sup> kekuatan *bending* anyaman campuran yang rendah dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan (*mechanical bending*) antara serat-matriks dan nilai *interface* yang sangat rendah. Nilai modulus elastisitas *bending* sebesar 1,282 MPa serta memiliki nilai momen *bending* sebesar 57,387 MPa. Hasil pembahasan tersebut menjelaskan bahwa pada anyaman campuran, spesimen memiliki bentuk patahan ini sifatnya keras sehingga tegangan *bending* dan nilai kekerasannya lebih rendah dibandingkan anyaman *plain* maupun anyaman *twin*.

Kegagalan dalam proses *bending* disebabkan adanya tegangan geser yang terjadi antara matriks dan anyaman bilahan bambu. Spesimen pada saat mendapatkan gaya *bending*, maka spesimen mendapat gaya dari atas, pada bagian atas spesimen mengalami tekan, dan pada bagian bawah mengalami tarik. Akan tetapi akibat dari adanya gaya dari atas, maka anyaman bilahan bambu bergeser atau terlepas dari ikatannya dari matriks. Hal ini mengakibatkan spesimen mengalami patahan bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut: Pada variasi anyaman berbentuk *twin* pada berpenguat bilahan bambu memiliki kekuatan *bending* dan momen *bending* tertinggi diantara bentuk anyaman yang lain secara berturut-turut yaitu sebesar 97,38 N/mm<sup>2</sup> dan 64,925 MPa. Sedangkan untuk variasi berbentuk anyaman *plain* memiliki modulus elastisitas tertinggi diantara bentuk anyaman yang lain yaitu sebesar 3,294 MPa.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adjiantoro, Bintang Adjiantoro. Sriyono, Bambang. 2014. Pembuatan Material Komposit Matriks Paduan Al-6,2%Mg/Al2O3(p) Dengan Proses Stirr-Casting. Majalah Metalurgi. V 29.1. 2014: 630-70.
- Brandheriau. L., et al. (2002). Comparison Between Modulus of Elasticity Value Calculated Using 3 and 4 Point Bending Test on Wooden Samples. Wood Science and Thecnology 36 (2002). 367-383. DOI. 10.1007/s00226-002-0147-3.
- Catur, A.D., D.S Paryanto dan P.N. Sinarep. 2014. Sifat Mekanik Komposit Sandwich Berpenguat Serat Bambu-fiberglass Dengan Core Polyurethane Rigid Foam. Mataram Jurnal rekayasa mesin 5 (1): 51- 57
- Dwigustono, G. dan Yundra. 2016. Komposit polyester serat bambu. Sentra Polimer Media Informasi Polimer. Tangerang selatan. Sentra Teknologi Polimer Kawasan Puspittek.
- Firman, Sri Hastuti. Dkk. 2015. Studi Sifat Mekanik Dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas-Epoxy Ditinjau Dari Fraksi Massa Dengan Orientasi Serat Acak. Jurnal Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar.
- Hadi, Bambang Kismono. 2000. Mekanika struktur komposit. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
- Kadir dan Aminur. 2014. Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu. Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. Kendari. Kampus hijau bumi tri darma andounohu, 6 (1) : 1-9
- Mahmuda, Efri. Dkk. 2013. Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matrik Epoxy. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. Vol. 1. No. 3.

- Mujika, F. 2006. On the Difference Between Flexural Moduli Obtained by Three-point and Four-point Bending Tests. *Polymer Testing* 25: 214-220.
- Rizki, Fadillah Arief. 2017. Desain Pola Fiber Berbahan Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Bermatrik Resin Sintetis Terhadap Kekuatan Tarik Komposit. Thesis. Universitas Brawijaya.