



Efek Penambahan Penguat Serat Bambu Andong dan Serat Kaca pada Komposit untuk Aplikasi Badan *Speed Boat*

The Additional Effect of Bamboo Andong Fiber Enhancer and Glass Fiber on Composite for Speed Boat Body Applications

Daffa Alvian Iswandi¹, Andi Lamappasessu² dan Dwi Rahmalina^{2*}

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Srengsesng Sawah, Jagakarsa, Jakarta 12640, Indonesia

²Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jl Borobudur, Cikini, Menteng, Jakarta 10320, Indonesia

Informasi artikel:

Diterima:
26/06/2023
Direvisi:
07/07/2023
Disetujui:
15/07/2023

Abstract

In materials technology, natural fibers can be employed as reinforcing materials to create materials that are lightweight, strong, environmentally friendly, and inexpensive. Bamboo is sturdy, light in weight, and simple to work with. The hull of a ship is the most critical component, and it needs to be made of material that is both strong and light. The hand-lay-up method is employed throughout the composite sheet invoice process. Reinforcing fiber content in composite material sheets varies by 4%, 5%, and 6% between the two types of fibers used: glass fiber and bamboo fiber. ISO 14125 Bending Test and ISO 527-4 Tensile Test According to the results of tensile testing on andong bamboo fiber, code A, which consists of 4% fiber and 96% matrix, has a significant strength value, and code C, which consists of 6% glass fiber and 94% matrix, has a significant strength value. According to the results of the bending test for bamboo fiber, code A, which consists of 4% fiber and 96% matrix, has a significant strength value. According to the results of research on the type of glass fiber, code C, which consists of 6% glass fiber and 94% matrix, has a significant strength value.

Keywords: andong bamboo, fiber, tensile strength, bending force.

SDGs:



Abstrak

Dalam ilmu teknologi, material Serat alami dapat digunakan sebagai bahan penguat untuk membuat bahan yang ringan, kuat, baik untuk lingkungan, dan murah. Bambu memiliki karakteristik yang kuat, densitas yang rendah, dan mudah di bentuk. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik material komposit serat bambu dan serat kaca untuk pengaplikasian badan *Speed Boat*. Lambung kapal adalah komponen yang paling penting, dan perlu terbuat dari bahan yang kuat dan ringan. Untuk proses manufaktur lembaran komposit menggunakan metode *hand lay-up*. Lembaran material komposit memiliki variasi komposisi 4%, 5%, dan 6% serat penguat, dari dua jenis serat yang digunakan serat bambu dan serat kaca. Uji tarik menggunakan standar ISO 527-4 dan Uji Tekuk ISO 14125. Hasil pengujian tarik serat bambu andong menunjukkan yang memiliki nilai kekuatan signifikan didapat oleh kode A terdiri dari 4% serat dan 96% matriks dan hasil penelitian pada jenis serat kaca yang memiliki nilai kekuatan signifikan didapat oleh kode C terdiri dari 6% serat kaca dan 94% matriks. Untuk hasil pengujian tekuk serat bambu andong menunjukkan yang memiliki nilai kekuatan signifikan didapat oleh kode A terdiri dari 4% serat dan 96% matriks dan hasil penelitian pada jenis serat kaca yang memiliki nilai kekuatan signifikan didapat oleh kode C terdiri dari 6% serat kaca dan 94% matriks.

Kata Kunci: bambu andong, serat, kekuatan tarik, kekuatan tekuk

*Penulis Korespondensi
email : drahmalina@univpancasila.ac.id



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

1. PENDAHULUAN

Jika dibandingkan dengan luas daratannya, Indonesia memiliki wilayah lautan yang lebih luas. Laut Indonesia mencakup 3.257.357 km², dan batas antara laut dan wilayah teritorial garis pangkal benua memanjang 12 mil jauhnya dari garis pangkal, yang merupakan rumah bagi 17491 pulau. Industri transportasi laut penting bagi perekonomian Indonesia karena banyaknya pulau. Untuk meningkatkan kualitas produksi kapal, hal ini menjadi industri transportasi laut. Salah satunya adalah memilih bahan dasar untuk kapal yang lebih kuat, lebih tahan lama, lebih hemat biaya, dan berkualitas yang lebih tinggi (Primaningtyas dkk., 2021). Istilah "Speed Boat" mengacu pada kapal cepat yang dapat mencapai kecepatan lebih dari 22 knot (Hadi, Jokosisworo dan Widyanto, 2012). Panjang kapal (L), lebar (B), dan tinggi (H) adalah tiga dimensi yang membentuk ukuran dimensi utama kapal. Harga atau nilai sebuah kapal juga dipengaruhi oleh ukuran utama kapal, yang berpengaruh pada ukuran lambung (Haryanto, 2018). Dalam bidang teknologi material, bahan serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk dapat menghasilkan material komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan dan ekonomis. Menurut Maryati dkk, Indonesia merupakan penghasil bambu terbesar di dunia dengan jumlah produksi berfluktuasi dari tahun ke tahun, mencapai 9,6 juta batang pada 2015 dan 14,8 juta batang pada 2017 (Maryanti, Sonief dan Wahyudi, 2011).

Bambu Andong Ketika masih segar memiliki kadar air yang tinggi dengan ciri batang berwarna hijau dan terdapat garis vertikal putih. Saat dikeringkan, batangnya berubah menjadi kekuningan. Pada luasan 5 mm², hanya terdapat 1 rumpun bambu dengan jumlah batang sekitar 68 buah, panjang bambu sekitar 16-22 meter dengan diameter pada bagian pangkal sekitar 13,5 cm, tengah 10,9 cm, dan ujung 5,4 cm, sedangkan ketebalan batang pada bagian pangkal 19,2 mm, tengah 7,3 mm, ujung 5,7 mm (Sutardi, 2015). Serat bambu terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Holoselulosa dapat memiliki kandungan lebih dari 50% selulosa dan hemiselulosa. Secara mekanis, serat bambu memiliki kekuatan tarik tinggi, modulus elastisitas

tinggi, dan kepadatan rendah. Akibatnya, kekuatan tipe dan modulus elastis serat bambu sangat tinggi dan sebanding dengan serat kaca (Maryanti, Sonief dan Wahyudi, 2011). Bambu mempunyai ruas dan buku, pada setiap ruasnya tumbuh cabang-cabang yang berukuran jauh lebih kecil dibandingkan dengan buluhnya sendiri. Sifat fisika bambu terdiri dari berat jenis, kadar dan kembang susut. Kualitas bambu tergantung dari nilai sifat fisika bambu. Nilai berat jenis yang tinggi, kadar air yang rendah, dan penyusutan yang rendah akan menentukan kualitas bambu (Eratodi, 2017).

Komposit didefinisikan sebagai suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang memiliki sifat atau struktur yang berbeda yang dicampur secara fisik menjadi satu membentuk ikatan mekanik yang dengan struktur homogen secara makroskopik dan heterogen secara mikroskopik (Adriant dkk., 2019). Komposit tersusun atas dua atau lebih fase yang berbeda, yaitu fase diskontinyu yang lebih kuat dan lebih kaku biasanya disebut material penguat (*reinforcing material*) dan fase kontinyu yang mengikat material penguat dan memberi bentuk biasanya disebut sebagai matriks (*matrix*) (Sulaiman and Rahmat, 2018). Matriks secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit (Khalil dkk., 2012). Polimer, logam, dan keramik digunakan sebagai bahan matriks menahan fiber dan melindunginya dari kerusakan eksternal, memindahkan dan mendistribusikan tegangan yang diberikan, dan pada beberapa kasus berkontribusi memberikan sifat yang dibutuhkan seperti keuletan, ketangguhan, dan insulasi elektrik (Maryanti, Sonief dan Wahyudi, 2011). Resin dan Katalis berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin (*curing*). Proses pengerasan akan berkembang lebih cepat dengan lebih banyak katalis, tetapi terlalu banyak katalis juga akan mengakibatkan panas berlebih (Daroini, Nuriyah dan Masruroh, 2014).

Fiberglass dalam ilmu material termasuk kedalam kategori *thermoset polymer composites*. *Composites* sendiri merupakan dua atau lebih material yang berbeada sifat fisik dan kimiawinya bersatu secara makroskopik menjadi sebuah material baru yang memiliki sifat fisik dan kimiawi

yang baru dan berbeda. *Thermoset polymer composites* merupakan penggabungan dua material utama resin polymer (plastik) dan *fiberglass* (serat kaca), sehingga *fiberglass* yang dikenal sering juga disebut *fiberglass reinforced plastic* (Ma'ruf, 2014).

Hand lay-up adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Metode ini melibatkan pemberian tekanan sambil meratakan serat dengan rol atau sikat sambil menuangkan resin ke dalam anyaman, rajutan, atau kain (Setyanto, 2022).

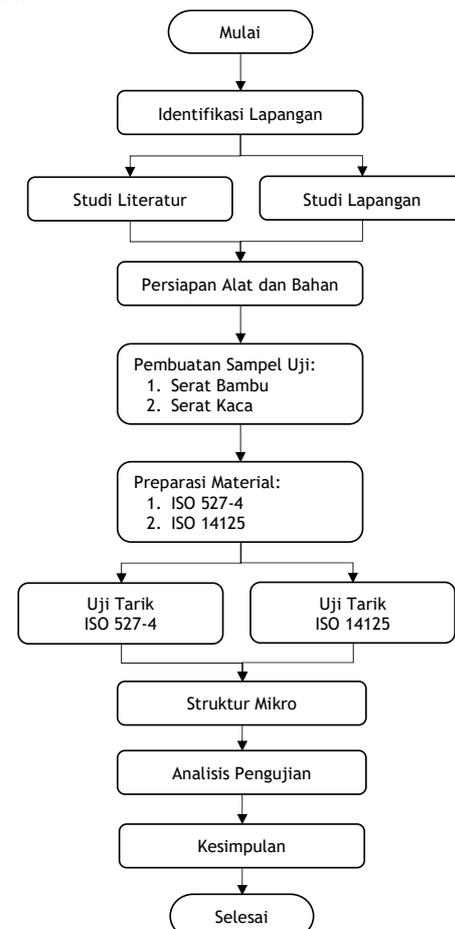
Budiman dan Sugiman melakukan penelitian karakteristik sifat mekanik komposit serat bambu resin polyster tak jenuh dengan filler partikel sekam (Budiman dan Sugiman, 2016). Penelitian ini menyajikan efek fraksi volume sekam padi pada mekanik sifat serat bambu atau komposit poliester tak jenuh. Spesimen komposit adalah terbuat dari serat bambu dengan fraksi volume tetap 40% dan *filler* partikel sekam sebagai pengisi dengan fraksi volume bervariasi 0%, 10%, 20% dan 30%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Partikel sekam padi hingga fraksi volume 20% tidak mengakibatkan penurunan kekuatan tarik, tetapi setelah fraksi volume 20%, kekuatan tarik cenderung menurun. Dalam tes lentur, beras fraksi volume sekam hingga 20% meningkatkan kekuatan lentur, tetapi setelah itu kemudian cenderung kurang. Namun modulus lentur tampaknya tidak terpengaruh oleh fraksi volume sekam padi. Mirip dengan modulus lentur, kekuatan benturan tidak terpengaruh secara signifikan oleh volume fraksi sekam padi (Budiman dan Sugiman, 2016).

Nugroho melakukan penelitian terhadap serat fiberglass untuk berbagai aksesoris dan suku cadang dari produk-produk otomotif (Nugroho, 2015). Analisis data mengungkapkan bahwa bahan serat dengan pola serat WR 200 memiliki kekuatan dan ketangguhan tertinggi, dengan nilai masing-masing 106 Newton dan 5,36 Joule. Kekuatan tarik dan ketangguhan bahan-bahan ini lebih tinggi daripada plastik, yang rata-rata 23 Newton. Hal ini menunjukkan, bahwa *fiberglass* mempunyai kekuatan dan ketangguhan yang lebih baik dari plastik (Nugroho, 2015).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan serat bambu dan matriks sebagai material utama dalam pembuatan badan *speed boat*, serta menggunakan serat kaca dan matriks sebagai pembanding karakteristik pembuatan *speed boat* pada umumnya. Dimana dalam pembuatan bahan material badan *speed boat* adanya variasi komposisi pada serat bambu dan matriks yang berbeda, sehingga akan menghasilkan karakteristik yang berbeda sesuai dengan variasi komposisi material serat bambu dengan matriks. Selanjutnya akan dilakukan uji karakteristik yang berupa uji tarik dan tekuk untuk mengetahui kekuatan pada material serat bambu dan matriks.

2. METODOLOGI

Sistematika yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam diagram alir (*flow chart*) pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1. Material

Material yang digunakan yaitu serat bambu andong dan serat kaca matt 300 dengan Panjang serat 250 mm serta resin dan katalis digunakan sebagai pengikat serat menjadi satu struktur komposit.

2.2. Proses Manufaktur Lembaran Komposit

Proses manufaktur lembaran komposit menggunakan metode *hand lay-up* seperti pada Gambar 2, adapun dengan proses pembuatan ini dengan cara menuangkan resin kedalam serat berbentuk anyaman ataupun rajutan kemudian memberikan tekanan sekaligus meratakannya dengan kuas supaya permukaan serat diseluruh bagian merata dan udara yang terjebak didalamnya bisa keluar.



Gambar 2. Metode *hand lay-up*

Selanjutnya jika komposisi serat dan matriksnya sesuai dengan komposisi yang diinginkan jemur hasil cetakan di bawah terik sinar matahari kurang lebih dengan durasi 3 jam, setelah cetakan kering lepaskan lembaran komposit dari cetakan lalu dipotong dengan ukuran $p = 250 \text{ mm}$, $L = 20 \text{ mm}$, $T = 6 \text{ mm}$. Jika sudah di potong dengan ukuran tersebut lembaran komposit akan di uji kekuatan tarik dan tekuk supaya mengetahui karakteristik dari setiap variasi komposisi yang sudah dibuat dan menganalisa data untuk mengaplikasikannya ke badan *speed boat*.

2.3. Pengujian Material Komposit

Pengujian yang dilakukan yaitu ada dua jenis yang akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Mesin Universal Uji Tarik

Digunakan untuk menguji kekuatan tarik pada material komposit bambu andong. Cara

menggunakannya adalah meletakkan material bambu yang akan diuji tepat pada bagian atas UTM tepatnya dibawah *top plate* seperti pada Gambar 3. Kemudian material bambu tersebut dikunci dengan cara memutar bagian *handwheel* hingga bisa dipastikan bahwa kunci itu tidak lepas. Setelah itu Mesin uji universal kemudian dapat diaktifkan.

Tipe Model : RTF-240

Manufacture : Tensilon/Japan

Kapasitas : 100 KN



Gambar 3. Mesin universal uji tarik

b. Mesin Universal Uji Tekuk

Digunakan untuk menguji kekuatan lengkung pada material komposit bambu andong. Cara menggunakannya adalah meletakkan material bambu yang akan diuji, atur jarak dari *jig* lalu atur pengunci dari kedua penumpu kemudian kencangkan seperti pada Gambar 4.

Tipe Model : RTF-240

Manufacture : Tensilon/Japan

Kapasitas : 100 KN



Gambar 4. Mesin universal uji tekuk

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini spesimen yang digunakan memiliki variasi komposisi yang berbeda-beda, tujuan komposisi yang berbeda untuk mengetahui karakteristik pada material komposit. Dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi serat bambu

Spesimen	Serat Bambu	Polyster	Berat Spesimen
A.	4%	96%	42 gr
B.	5%	95%	44 gr
C.	6%	94%	43 gr

Tabel 2. Komposisi serat kaca

Spesimen	Serat Kaca	Polyster	Berat Spesimen
A.	4%	96%	38 gr
B.	5%	95%	41 gr
C.	6%	94%	37 gr

3.1. Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada material komposit dengan variasi komposisi yang berbeda-beda, variasi komposisi terdiri dari serat dan matriks. Selanjutnya untuk melakukan pengujian tarik menggunakan formulasi ISO 527-4 untuk menghitung nilai regangan, kuat tarik, dan modulus elastisitas tarik dari material komposisi. Variasi komposisi material komposit dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

a. Serat Bambu

Berdasarkan dari Tabel 3, nilai kekuatan uji tarik yang mencakup beban maksimum, kekuatan tarik, dan modulus elastis pada material komposit serat bambu nilai tertinggi didapat oleh spesimen dengan code A yang terdiri dari komposisi 4% serat bambu dan 96% matriks, setelah dilakukan tiga kali pengujian di dapat nilai rata-rata beban maksimum 1495,4 N, kekuatan tarik 24,924 N/mm², dan modulus elastis 1691,7 N/mm². Gambar 5 menampilkan grafik hasil pengujian tarik dari serat bambu untuk spesimen code A, B dan C.

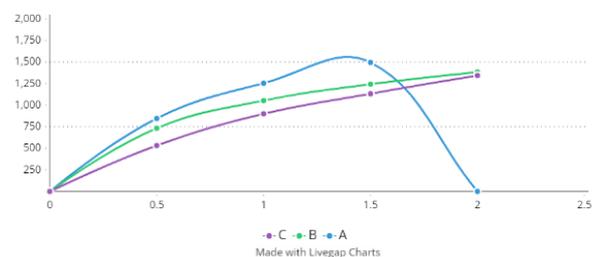
b. Serat Kaca

Berdasarkan dari Tabel 4, nilai kekuatan uji tarik yang mencakup beban maksimum, dan kekuatan tarik pada material komposit serat Kaca nilai tertinggi didapat oleh spesimen dengan code C yang terdiri dari komposisi 6% serat bambu dan 94% matriks, setelah dilakukan tiga kali pengujian di dapat nilai rata-rata beban maksimum 1495,4 N, kekuatan tarik 24,924 N/mm². Untuk nilai tertinggi modulus elastis didapat oleh spesimen dengan code A yang terdiri dari 4% serat dan 96% Matriks dengan nilai rata-rata 3763,1 N/mm². Gambar 6 menampilkan grafik hasil pengujian tarik dari serat kaca untuk spesimen code A, B dan C.

Tabel 3. Hasil pengujian tarik serat bambu

Jenis Variasi	Code	Beban Maksimum (N)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Modulus Elastis (N/mm ²)
4% Serat Bambu, 96% Matriks	A1	1559,2	25,987	1422,9
	A2	1324,1	22,068	1648,6
	A3	1603,1	26,719	2003,7
Rata-rata		1495,4	24,924	1691,7
5% Serat Bambu, 95% Matriks	B1	1334,6	22,224	2345,6
	B2	1357,0	22,617	2703,1
	B3	1463,9	24,399	1740,3
Rata-rata		1385,1	23,08	2263,0
6% Serat Bambu, 94% Matriks	C1	1511,2	25,187	2144,4
	C2	912,17	15,203	1524,3
	C3	1609,7	26,829	2229,7
Rata-rata		1344,3	22,406	1966,1

Grafik Hasil Pengujian Tarik Serat Bambu

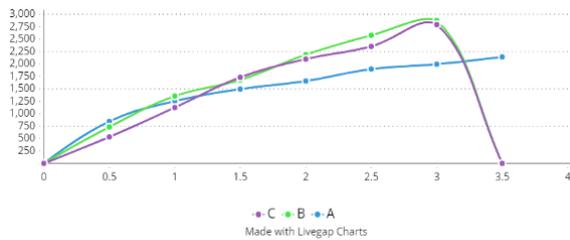


Gambar 5. Grafik hasil pengujian tarik serat bambu

Tabel 4. Hasil pengujian tarik serat kaca

Jenis Variasi	Code	Beban Maksimum (N)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Modulus Elastis (N/mm ²)
4% Serat Bambu, 96% Matriks	A1	2007,3	33,456	3830,4
	A2	2212,4	36,873	3650,5
	A3	2205,7	36,762	3808,4
Rata-rata		2141,8	35,697	3763,1
5% Serat Bambu, 95% Matriks	B1	2173,9	36,231	2879,1
	B2	2039,1	33,985	2665,5
	B3	2563,3	42,722	3085,7
Rata-rata		2258,7	37,646	2876,7
6% Serat Bambu, 94% Matriks	C1	2574,4	42,907	2031,6
	C2	2427,8	40,464	3126,3
	C3	2180,0	36,334	3221,9
Rata-rata		2394,0	39,901	2793,2

Grafik Hasil Pengujian Tarik Serat Kaca



Gambar 6. Grafik hasil pengujian tarik serat kaca

3.2. Hasil Pengujian Tekuk

Pengujian tekuk dilakukan pada material komposit dengan variasi komposisi yang berbeda-beda, variasi komposisi terdiri dari serat dan matriks. Selanjutnya untuk melakukan pengujian tekuk menggunakan formulasi ISO 14125 untuk menghitung nilai kuat tekuk dan modulus elastisitas tekuk dari material komposit. Variasi komposisi pada material komposit dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

a. Serat Bambu

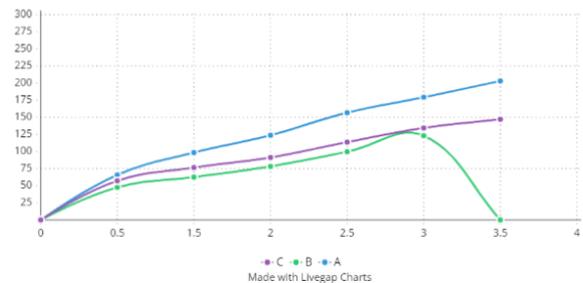
Berdasarkan dari Tabel 5, nilai kekuatan uji tekuk yang mencakup beban maksimum, bending stress, dan modulus elastis pada material komposit serat bambu nilai tertinggi didapat oleh spesimen dengan code A yang terdiri dari komposisi 4% serat bambu dan 96% matriks, setelah dilakukan tiga kali

pengujian di dapat nilai rata-rata beban maksimum 203,12 N, bending stress 54,165 N/mm², dan modulus elastis 3525,1 N/mm². Gambar 7 menampilkan grafik hasil pengujian tekuk dari serat bambu untuk spesimen code A, B dan C.

Tabel 5. Hasil pengujian tekuk serat bambu

Jenis Variasi	Code	Beban Maksimum (N)	Bending Stress (MPa)	Modulus Elastis (N/mm ²)
4% Serat Bambu, 96% Matriks	A1	222,64	59,369	3517,8
	A2	230,46	61,455	3447,8
	A3	156,27	41,671	3609,8
Rata-rata		203,12	54,165	3525,1
5% Serat Bambu, 95% Matriks	B1	114,18	38,449	2627,8
	B2	154,95	41,320	3141,6
	B3	99,961	26,656	2847,4
Rata-rata		123,03	35,475	2872,2
6% Serat Bambu, 94% Matriks	C1	125,34	33,424	3524,8
	C2	181,12	48,298	3998,6
	C3	134,91	35,976	3091,6
Rata-rata		147,123	39,232	3538,3

Grafik Hasil Pengujian Tekuk Serat bambu



Gambar 7. Grafik hasil pengujian tekuk serat bambu

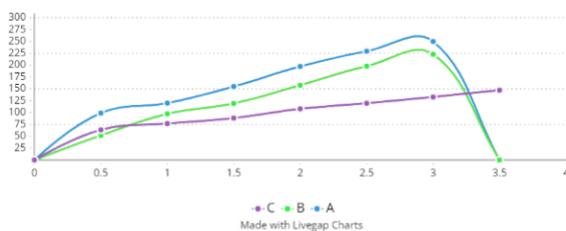
b. Serat Kaca

Berdasarkan dari Tabel 6, nilai kekuatan uji tekuk yang mencakup beban maksimum, bending stress, dan modulus elastis pada material komposit serat kaca nilai tertinggi didapat oleh spesimen dengan code C yang terdiri dari komposisi 6% serat kaca dan 4% matriks, setelah dilakukan tiga kali pengujian di dapat nilai rata-rata beban maksimum 340,46 N, bending stress 90,791 N/mm², dan modulus elastis 3428,1 N/mm².

Tabel 6. Hasil pengujian tekuk serat kaca

Jenis Variasi	Code	Beban Maksimum (N)	Bending Stress (MPa)	Modulus Elastis (N/mm ²)
4% Serat Bambu, 96% Matriks	A1	310,29	82,745	3134,6
	A2	290,37	77,432	3393,9
	A3	148,72	39,659	2546,4
Rata-rata		249,79	66,612	3024,9
5% Serat Bambu, 95% Matriks	B1	277,47	73,991	2484,7
	B2	184,55	49,212	3809,2
	B3	206,39	55,038	3261,9
Rata-rata		222,80	59,413	3185,2
6% Serat Bambu, 94% Matriks	C1	366,24	97,665	3747,5
	C2	333,13	88,835	3459,8
	C3	322,03	85,875	3077,2
Rata-rata		340,46	90,791	3428,1

Gambar 8 menampilkan grafik hasil pengujian tekuk dari serat kaca untuk spesimen code A, B dan C.

Grafik Hasil Pengujian Tekuk Serat Kaca**Gambar 8.** Grafik hasil pengujian tekuk serat kaca

3.3. Struktur Mikro

Hasil pengamatan ini dilakukan menggunakan mikroskop digital disertai dengan komputer dengan pembesaran 50x, Tujuan pengujian ini untuk mengetahui apakah ada void atau rongga pada material komposit yang akan digunakan, proses manufaktur lembaran komposit menggunakan metode hand lay-up. Void atau rongga terbentuk karena ada udara yang terjebak pada saat proses pembuatan sehingga menyebabkan gelembung udara terbentuk dalam lembaran material komposit.

3.3.1. Hasil Pengujian Tarik

a. Serat Bambu

Pada spesimen A setelah dilakukan pengujian metalografi dan

hasilnya diamati menggunakan mikroskop, maka terlihat hasil fotografi terdapat void atau rongga yang ditandai dengan lingkaran merah seperti pada **Gambar 9a**.

Kemudian pada spesimen B setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, maka terlihat hasil fotografi terdapat void atau rongga yang ditandai dengan lingkaran merah seperti pada **Gambar 9b**.

Sedangkan pada spesimen C setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, namun tidak terlihat adanya void atau rongga dari hasil fotografi pada semua bagian patahan seperti pada **Gambar 9c**.

b. Serat Kaca

Pada spesimen A setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, maka terlihat hasil fotografi terdapat void atau rongga yang ditandai dengan lingkaran merah seperti pada **Gambar 10a**.

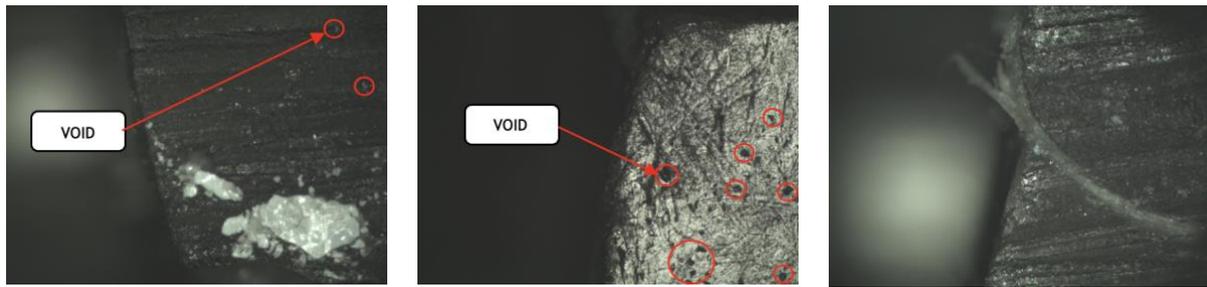
Untuk spesimen B setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, maka terlihat hasil fotografi terdapat void atau rongga yang ditandai dengan lingkaran merah seperti pada **Gambar 10b**.

Sedangkan spesimen C setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, namun tidak terlihat adanya void atau rongga dari hasil fotografi pada semua bagian patahan seperti pada **Gambar 10c**.

3.3.1. Hasil Pengujian Tekuk

a. Serat Bambu

Pada spesimen A setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, namun tidak terlihat

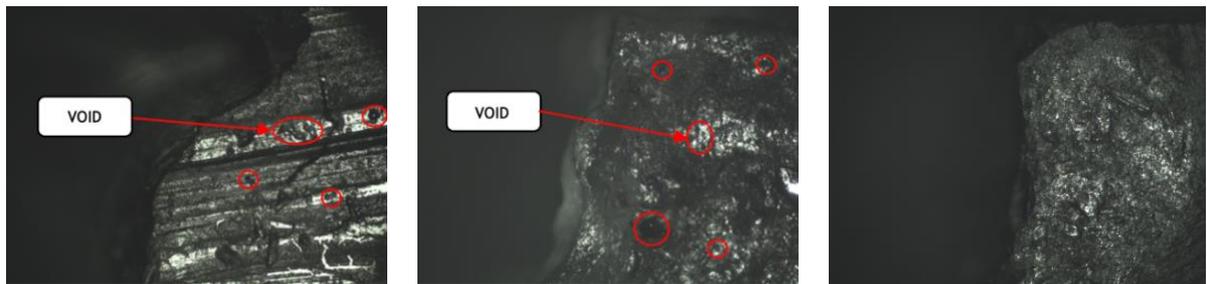


(a). Spesimen A

(b). Spesimen C

(c). Spesimen C

Gambar 9. Struktur mikro hasil pengujian tarik bagian patah serat bambu



(a). Spesimen A

(b). Spesimen C

(c). Spesimen C

Gambar 10. Struktur mikro hasil pengujian tarik bagian patah serat kaca

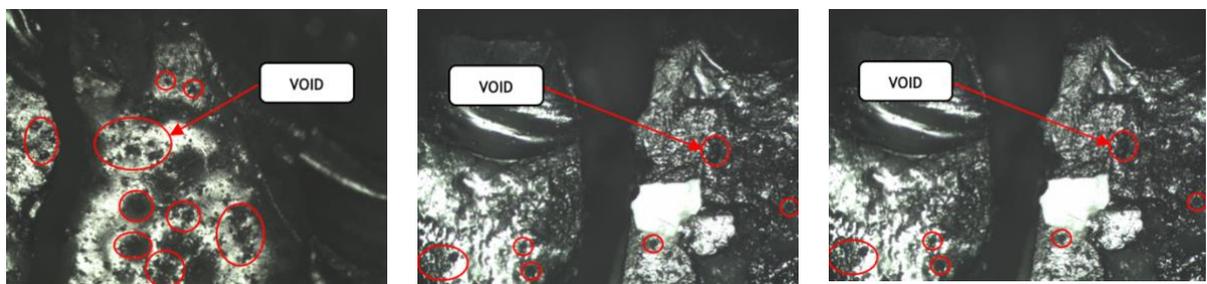


(a). Spesimen A

(b). Spesimen C

(c). Spesimen C

Gambar 11. Struktur mikro hasil pengujian tekuk bagian patah serat bambu



(a). Spesimen A

(b). Spesimen C

(c). Spesimen C

Gambar 12. Struktur mikro hasil pengujian tekuk bagian patah serat kaca

adanya *void* atau rongga dari hasil fotografi pada semua bagian patahan seperti pada [Gambar 11a](#).

Pada spesimen B setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, namun tidak terlihat adanya *void* atau rongga dari hasil fotografi pada semua bagian patahan seperti pada [Gambar 11b](#).

Sedangkan untuk spesimen C setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, namun tidak terlihat adanya *void* atau rongga dari hasil fotografi pada semua bagian patahan seperti pada [Gambar 11c](#).

b. Serat Kaca

Pada Spesimen A setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, maka terlihat hasil fotografi terdapat *void* atau rongga yang ditandai dengan lingkaran merah seperti pada [Gambar 12a](#).

Pada spesimen B setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, maka terlihat hasil fotografi terdapat *void* atau rongga yang ditandai dengan lingkaran merah seperti pada [Gambar 12b](#).

Pada spesimen C setelah dilakukan pengujian metalografi dan hasilnya diamati menggunakan mikroskop, namun tidak terlihat adanya *void* atau rongga dari hasil fotografi pada semua bagian patahan seperti pada [Gambar 12c](#).

Dari hasil penelitian struktur mikro yang didapat, maka dapat disimpulkan:

- Serat bambu

Pada pengujian tarik dilakukan pengujian struktur mikro, hasil yang terlihat adanya *void* dan rongga terdapat pada spesimen A dan B, sedangkan specimen C tidak terlihat adanya *void* dan rongga. Untuk pengujian tekuk hasil struktur mikro yang didapat tidak

terlihat adanya *void* dan rongga pada specimen A, B, dan C.

- Serat kaca

Pada pengujian tarik dilakukan pengujian struktur mikro, hasil yang terlihat adanya *void* dan rongga terdapat pada spesimen A dan B, sedangkan specimen C tidak terlihat adanya *void* dan rongga. Untuk pengujian tekuk hasil struktur mikro yang didapat terlihat adanya *void* dan rongga pada specimen A, B, sedangkan specimen C tidak terlihat adanya *void* dan rongga.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lembaran material komposit yang terdiri dari dua jenis, yaitu: serat bambu andong dan serat kaca dapat menghasilkan nilai kekuatan uji tarik yang signifikan serat bambu didapat oleh *code A* dengan komposisi 4% serat dan 96% matriks, didapat nilai rata-rata beban maksimum 1495,4 N, kekuatan tarik 24,954 N/mm², dan modulus elastis 1691,7 N/mm². Untuk nilai kekuatan uji tekuk di dapat nilai rata-rata beban maksimum 203,12 N, *bending stress* 54.165 N/mm², dan *modulus elastis* 3525.1 N/mm². Jika dibandingkan dengan serat kaca nilai kekuatan tarik yang signifikan didapat oleh *code C* dengan komposisi 6% serat kaca dan 94% *matriks*, didapat nilai rata-rata beban maksimum 2393.0 N, kekuatan tarik 39.901 N, kekuatan tarik 39.901 N/mm², untuk *modulus elastis* kekuatan tertinggi didapat oleh *code A* yaitu 3763.1 N/mm². Untuk nilai kekuatan uji tekuk di dapat nilai rata-rata beban maksimum 340.46 N, kekuatan tekuk 90.791 MPa, dan modulus elastis 3428.1 N/mm².

Berdasarkan hasil penelitian juga mengungkapkan adanya *void* dan rongga pada beberapa specimen serat bambu dan serat kaca. Jika dibandingkan lembaran material komposit tersebut berdasarkan data hasil penelitian didapat nilai kekuatan tarik dan tekuk didominasi oleh serat kaca yang memiliki nilai kekuatan lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pancasila yang telah mendukung kegiatan penelitian ini melalui pendanaan Hibah Skema Penelitian Tesis Magister Tahun 2022 dengan Nomor Kontrak: 2391/LPPM/UP/VI/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriant, Z. dkk. (2019) 'The Effect of Mesh Size on Mechanical and Thermal Properties of Bamboo Composites', *JEMMME (Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering)*, 4(2), hal. 63-72.
- Budiman, A. dan Sugiman, S. (2016) 'Karakteristik Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu Resin Polyester Tak Jenuh Dengan Filler Partikel Sekam', *Dinamika Teknik Mesin*, 6(1), hal. 76-82.
- Daroini, H., Nuriyah, L. dan Masruroh, M. (2014) 'Studi Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Ketangguhan Impak Komposit Polyester-Serat Kenaf (Hibiscus Cannabinus L.)', *Brawijaya Physics Student Journal*, 2(1), hal. 1-3.
- Eratodi, I.G.L.B. (2017) *Buku Struktur dan Rekayasa Bambu*. 1st edn. Indonesia: Universitas Pendidikan Nasional [Cetak].
- Hadi, E.S., Jokosisworo, S. dan Widyanto, W. (2012) 'Analisa Performa Hullform Pada Pra Perancangan Speed Boat Katamaran Untuk Search And Rescue (SAR) Di Pantai Gunungkidul Yogyakarta Berbasis CFD', *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 9(1), hal. 6-13.
- Haryanto, E. (2018) 'Pengaruh Modifikasi Buritan Speed Boat Terubuk Express 6 Terhadap Kecepatan Kapal', *INOVTEK POLBENG*, 8(2), hal. 297-303.
- Khalil, H.P.S.A. dkk. (2012) 'Bamboo fibre reinforced biocomposites: A review', *Materials & Design*, 42, hal. 353-368.
- Ma'ruf, B. (2014) 'Analisis Kekuatan Laminasi Lambung Kapal Fiberglass Yang Menggunakan Material Multiaxial', *Jurnal Standardisasi*, 16(1), hal. 31-40.
- Maryanti, B., Sonief, A.A. dan Wahyudi, S. (2011) 'Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(2), hal. 123-129.
- Nugroho, W.T. (2015) 'Pengaruh Model Serat Pada Bahan Fiberglass Terhadap Kekuatan, Ketangguhan, Dan Kekerasan Material', *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 15(1), hal. 27-32.
- Primaningtyas, W.E. dkk. (2021) 'Mekanisme Sintesis Komposit Berpenguat Serat Bambu Dengan Variasi Komposisi Sebagai Aplikasi Material Lambung Kapal', *Jurnal Teknologi Maritim*, 4(1), hal. 1-4.
- Setyanto, R.H. (2022) 'Review: Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya', *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 11(1), hal. 9-18.
- Sulaiman, M. dan Rahmat, H. (2018) 'Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif', in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin (SISTEM)*. *Seminar Nasional Teknik Mesin (SISTEM)*, Indonesia: Teknik Mesin Universitas Jember, hal. 1-7.
- Sutardi, S.R. (2015) *Informasi sifat dasar dan kemungkinan penggunaan 10 jenis bambu*. 1st edn. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan [Cetak].