

EKSPERIMEN UJI BENDING PADA KOMPOSIT RESIN *POLYESTER* DAN *EPOXY* SERAT JERAMI PADI DENGAN PROSES *HAND LAY UP*

¹Chaerul Gautama R, ²Muhammad Fa'iz Alfatih, ³Sabri Alimi

^{1,3} Program Studi Teknik Dirgantara, STTKD, ²Studi Aeronautika, STTKD

Abstrak

Penggunaan material komposit saat ini semakin berkembang, komposit memiliki keunggulan densitas rendah, ketahanan korosi, ramah lingkungan dan proses pembuatan yang sederhana. Komposit merupakan suatu material yang tersusun dari dua bahan utama, yaitu matriks (bahan pengikat) dan filler (bahan pengisi). Pada penelitian ini filler yang digunakan adalah jerami padi sedangkan matriks adalah resin epoksi dan resin poliester. Objek penelitian ini adalah membuat dan melakukan serangkaian pengujian pada material komposit serat jerami dengan variasi panjang serat 15 mm dan 25 mm yang dibuat dengan metode hand lay up. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan material dan juga untuk menghitung ulang fraksi berat komposit resin serat jerami padi yang sebenarnya untuk dibandingkan dengan fraksi volume awal jerami 20%. Hasil pada material komposit yang menggunakan resin poliester lebih kuat dibandingkan dengan epoksi, dilihat dari harga rata-rata poliester dengan panjang serat 15 mm yaitu kekuatan bending sebesar 32,04 MPa. Perhitungan fraksi berat komposit resin serat jerami padi dengan proses hand lay up dengan resin epoksi adalah 38,75 gr; sedangkan resin poliester adalah 24,59 gr.

Kata kunci: Jerami, bending, hand lay-up, resin.

Abstract

The use of composite materials is currently growing, composites have the advantages of low density, corrosion resistance, environmental friendliness and a simple manufacturing process. Composite is a material composed of two main ingredients, namely the matrix (binding material) and filler (filler material). In this study, the filler used was rice straw while the matrix was epoxy resin and polyester resin. The object of this research is to make and carry out a series of tests on straw fiber composite materials with variations in fiber length of 15 mm and 25 mm made by the hand lay up method. The test was carried out to determine the strength of the material and also to recalculate the weight fraction of the actual rice straw fiber resin composite to be compared with the initial volume fraction of 20% straw. The results on composite materials using polyester resin are stronger than epoxy, judging from the average price of polyester with a fiber length of 15 mm, namely the bending strength of 32.04 MPa. Calculation of weight fraction of rice straw fiber resin composite by hand lay up process with epoxy resin is 38.75 gr; while polyester resin is 24.59 gr.

Keywords: Straw, bending, hand lay-up, resin

Pendahuluan

Mulai berkembang di bidang teknologi material khususnya material komposit. Material komposit adalah material yang terdiri dari dua bahan utama, yaitu matriks (bahan pengikat) dan filler bahan pengisi (bahan pengisi). Bahan komposit memiliki sifat mekanik yang kuat, ketahanan korosi, ringan dan perlindungan lingkungan, sehingga tidak hanya alternatif untuk logam. (Zulkifli, Hermansyah dan Mulyanto, 2018).

Pada dasarnya ada dua jenis serat, serat alami dan serat sintetis. Ada serat alami dari tumbuhan (eceng gondok, kapas, ijuk, bambu, jerami), dan ada juga dari hewan (sutra, kayu, dll). Serat sintetis yang terbuat dari bahan kimia seperti poliamida, polietilen, serat kaca, monofilamen, dll sering berasal dari sumber yang tidak terbarukan, sehingga serat alami perlu ditanam sebagai alternatif sumber bisa diperbaharui. (Thahir dan Syofyan, 2017).

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam (bukan buatan atau rekayasa). Serat alam atau yang bisa disebut serat alam pada umumnya diperoleh dari serat tumbuhan (pohon), seperti tanaman

¹Email Address: 180302092@students.sttkd.ac.id

Received 16 Agustus 2022, Available Online 30 Desember 2022

bambu, tanaman padi, tanaman kelapa, tanaman pisang, dan tanaman lain yang mengandung serat pada batang atau daunnya. Serat alam yang berasal dari fauna, antara lain sutera, erama dan wol. Pada era ini penelitian dan penggunaan serat alam berkembang sangat pesat karena serat alam memiliki banyak keunggulan dibandingkan serat buatan (rekayasa), keunggulan serat alam seperti beban lebih ringan, bahan mudah didapat, harga relatif murah dan ramah lingkungan, apalagi Indonesia kaya akan kekayaan alam (Suartama, Nugraha dan Dantes, 2020).

Tinjauan Pustaka

Serat Jerami Padi

Serat jerami dapat digunakan sebagai serat penguat untuk pembuatan komposit yang berasal dari alam (Ningsih 2021). Tangkai adalah bagian batang tumbuh yang dipanen dengan buah (padi) atau tidak dengan akar dan sisa batang berkurang. Pada saat ini penggunaan jerami kurang efektif, dan biasanya hanya digunakan untuk kebutuhan ternak dan keperluan hortikultura sebagai pupuk, apalagi pada akhirnya hanya akan membakar dan menimbulkan pencemaran. Oleh karena itu, budidaya padi menghasilkan limbah jerami dalam jumlah besar.

Resin Polyester dan Resin Epoxy

Poliester dan epoksi adalah cairan yang terkandung dalam termoset dengan keahlian yang dapat mengikat pengisi. Resin poliester dapat digunakan karena berkaitan dengan serat alam, karena resin poliester dapat mengikat serat tanpa menimbulkan respon, dan dapat meningkatkan kekuatan mekanik (mechanical bending) antara matriks dengan serat atau pengisi lainnya (Jekson 2018). Epoxy memiliki kelemahan yaitu sensitif terhadap penyerapan air, namun hal ini dapat diatasi dengan menambahkan serat alami (Kurniawan Robiansyah 2021).

Fraksi Volume Antara Material Pengisi dan Matrik

Jumlah penguatan dalam komposit sangat penting untuk komposit yang diperkuat serat. Untuk mendapatkan komposit berkekuatan tinggi, distribusi filler dengan matriks harus merata dalam proses pencampuran untuk mengurangi terjadinya void. Untuk fraksi massa resin jerami komposit, Persamaan:

$$V_f = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + W_m / \rho_m}$$

Keterangan :

V_f = Fraksi volume serat

W_f = Berat serat

W_m = Berat matrik

ρ_f = Massa jenis serat

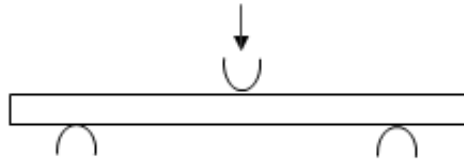
ρ_m = Massa jenis matrik

Metode Hand Lay-up

Menggunakan metode Hand lay-up untuk penelitian ini. Karena tingkat kemudahan dengan cara ini menghasilkan modulus elastisitas sebesar 170.848 mpa yang lebih elastis dibandingkan vakum bag dengan modulus elastisitas sebesar 463.810 mpa. (Azissyukhron dan Hidayat, 2018).

Pengujian Bending

Uji bending adalah pengujian untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan elastisitas sampel. Ada dua jenis uji lentur yang diuji untuk matriks (resin plastik) dan komposit, yang pertama disebut tekukan three point dan yang kedua disebut tekukan four point. (Hafid, Muhammad, and Asiri 2020). Yang digunakan dalam eksperimen ini merupakan three point bending.



Gambar 1. Three Point Bending (From ASTM Standard D790)

Buat mencari tegangan bending serta modulus elastisitas bending ialah dengan memakai persamaan sebagai berikut :

Tegangan bending :

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Modulus elastisitas bending :

$$E_b = \frac{L^3 P}{4bd^3 \delta}$$

Keterangan :

σ_b = Tegangan bending (MPa)

d = Tebal specimen, 6 mm

P = Beban (N)

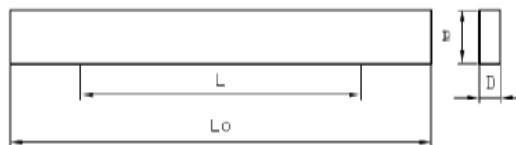
E_b = Modulus elastisitas bending (MPa)

L = Panjang Span/jarak antara titik tumpuan, 80 mm

δ = Defleksi (N/mm)

b = Lebar specimen, 15 mm

L_o = Panjang specimen, 120 mm



Gambar 2. Bentuk specimen uji bending standar ASTM Standard D790

Tahap Penelitian

1. Siapkan serat jerami yang telah dipotong sesuai ukuran 15 mm dan 25 mm
2. Mencuci kemudian rendam tiap- tiap serat jerami pada larutan NaOH sepanjang satu jam dengan wadah yang berbeda supaya ukuran dan satu tidak tercampur dengan ukuran serat yang lain, sehabis satu jam mencuci kembali kemudian keringkan.
3. Siapkan cetakan kemudian lapisi ruang cetaknya dengan wax, pakai kuas buat mengoleskan wax secara menyeluruh
4. Timbanglah serat jerami serta kombinasi resin Polyester cocok dengan fraksi volume yang sudah dihitung. Kombinasi antara resin polyester serta katalis ialah 20:1, sedangkan epoksi dengan hardener 2:1
5. Tuang setengah dari campuran resin polyester ke dalam cetakan, masukkan serat jerami ke dalam cetakan yang sudah diisi dengan resin Polyester, lalu ratakan dengan sendok untuk mengisi ruang pencetakan, lalu tuangkan sisa campuran resin Polyester ke dalam cetakan dan tekan itu lagi sehingga campuran resin Polyester masuk di antara serat. Sedangkan epoksi pengerjaannya sama dengan polyester.
6. Pengeringan, proses pengeringan memakan waktu 12-15 jam.
7. Bersihkan sisa wax pada material komposit yang sudah jadi, dan tempelkan pola berupa sampel pengujian bending pada permukaan material komposit.
8. Potong material komposit sesuai dengan jalur pola yang telah dibuat.



Gambar 3 Spesimen pengujian bending

Tahap Pengujian Three Point Bending

1. Siapkan spesimen, laukan pengukuran dan tentukan titik tengah dan titik tumpuan dengan memberi tanda garis.
2. Pasang spesimen pada mesin bending dan pastikan tepat pada garis tumpuan yang telah dibuat tanda garis.
3. Sesuaikan indentor tekanan sampai menyentuh spesimen.
4. Jalankan mesin bending dengan kecepatan penekanan konstan.
5. Data hasil pengujian akan keluar pada monitor komputer.
6. Matikan mesin bending secara perlahan setelah spesimen patah.

Hasil dan Pembahasan

Fraksi Volume Antara Material Pengisi dan Matrik

Perhitngan fraksi volume antara material pengisi dan matrik antara lain:

- Ukuran cetakan $P=15,5$ cm
 $L=11,5$ cm
 $T=0,6$ cm
- Massa jenis serat jerami $\rho_f = 0,642$ gr/cm³
- Massa jenis matrik resin epoksi $\rho_m = 1,17$ gr/cm³
- Massa jenis matrik resin polyester $\rho_m = 1,15$ gr/cm³
- Fraksi volume serat jerami $(V_f)= 20$ %

Volume cetakan	(V_c)	= $p \times l \times t$ = $15,5 \times 11,5 \times 0,6$ = $106,95$
Volume serat	(V_f)	= $20\% \times v_c$ = $0,2 \times 106,95$ cm ³ = $21,39$ cm ³
Berat serat	(w_f)	= $\rho_f \times V_f$ = $0,642$ gr/cm ³ \times $21,39$ cm ³ = $13,73238$ gr
Volume matrik	(V_m)	= $20\% \times V_c$ = $0,2 \times 106,95$ cm ³

$$\begin{aligned}
 &= 21,39 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat matrik epoksi } (W_m) &= \rho_m \times V_m \\
 &= 1,17 \text{ gr/cm}^3 \times 21,39 \text{ cm}^3 \\
 &= 25,0263 \text{ gr} \\
 \text{Berat matrik polyester } (W_m) &= \rho_m \times V_m \\
 &= 1,15 \text{ gr/cm}^3 \times 21,39 \text{ cm}^3 \\
 &= 24,5985 \text{ gr} \\
 \text{Berat Komposit epoksi } (W_c) &= w_f + W_m \\
 &= 13,73238 + 25,0263 \\
 &= 38,75868 \text{ gr} \\
 \text{Berat matrik polyester } (W_m) &= \rho_m \times V_m \\
 &= 1,15 \text{ gr/cm}^3 \times 21,39 \text{ cm}^3 \\
 &= 24,5985 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan di atas fraksi volume berat komposit resin serat jerami padi dengan proses hand lay up dengan resin epoksi adalah 38,75 gr, sedangkan resin polyester adalah 24,59 gr.

Hasil Pengujian Bending Resin Epoksi

Dari hasil data-data pengujian three point bending pada material komposit resin epoxy serat jerami padi maka bisa dihitung antara lain.

Tabel 1. kekuatan bending (σ_b) material komposit resin epoksi.

Spesimen pengujian bending	Panjang serat jerami	
	15 mm	25 mm
I (MPa)	12,465	13,056
II (MPa)	15,48	11,043
III (MPa)	8,84	5,779
Rata-rata (MPa)	12,261	9,959

Pada tabel 2, tegangan bending rata-rata komposit jerami epoksi dengan panjang serat jerami 15 mm adalah 12.465 MPa, sedangkan untuk panjang serat 25 mm adalah 9.959 MPa.

Tabel 2. Modulus elastisitas (E_b) bending material komposit epoksi.

Spesimen pengujian bending	Panjang serat jerami	
	15 mm	25 mm
I (MPa)	1846,683	1934,2
II (MPa)	1834,6	1963,338
III (MPa)	86,43	20547,95
Rata-rata (MPa)	1846,683	8148,496

Pada Tabel 2 modulus elastisitas ending rata-rata komposit jerami epoksi panjang serat jerami 15 mm adalah 1846,683 MPa, sedangkan untuk panjang serat 25 mm adalah 8148,496 Mpa.

Hasil pengujian bending resin polyester

Dari data-data hasil pengujian three point bending pada material komposit resin epoxy serat jerami padi maka bisa dihitung antara lain.

Tabel 3. kekuatan bending (σ_b) material komposit resin polyester.

Spesimen pengujian	Panjang serat jerami
--------------------	----------------------

bending	15 mm	25 mm
I (MPa)	40,247	13,882
II (MPa)	15,466	15,499
III (MPa)	40,408	19,175
Rata-rata (MPa)	32,040	16,185

Pada tabel 3 tegangan bending rata-rata komposit jerami poliester panjang serat jerami 15 mm adalah 32,040 MPa, sedangkan untuk panjang serat 25 mm adalah 16,185 MPa.

Tabel 4. Modulus elastisitas (E_b) bending material komposit epoksi.

Spesimen pengujian bending	Panjang serat jerami	
	15 mm	25 mm
I (MPa)	1431,008	435,436
II (MPa)	1309,366	672,077
III (MPa)	780,839	897,081
Rata-rata (MPa)	1173,737	668,198

Pada tabel 4 modulus elastisitas ending rata-rata komposit jerami epoksi panjang serat jerami 15 mm mencapai 1173,737 MPa, sedangkan untuk panjang serat 25 mm adalah 668,198 Mpa.

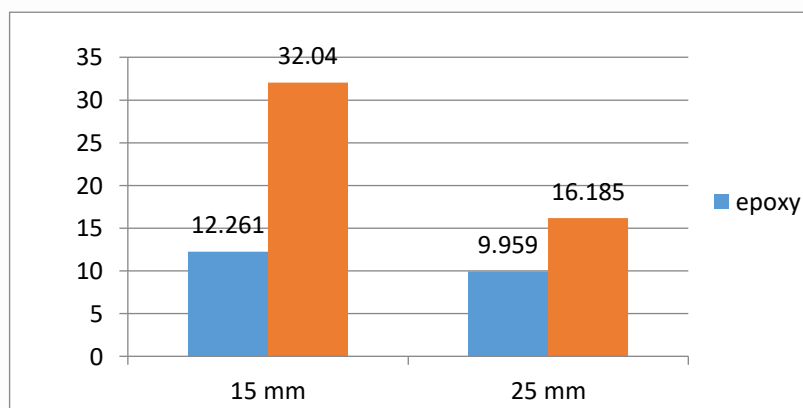
Pembahasan Hasil Perhitungan

Hasil dari data yang telah didapat pada sebuah tabel pengolahan data yang menunjukkan rata-rata dari tiap parameter yang telah di hitung sebelumnya.

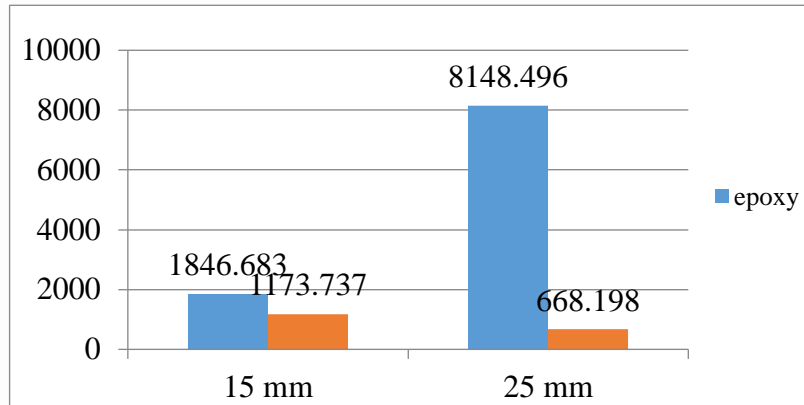
Tabel 5 Hasil pengolahan data

Material Komposit	Vf (%)	Harga rata-rata			
		Epoxy		Polyester	
		σ_b (Mpa)	E_b (Mpa)	σ_b (Mpa)	E_b (Mpa)
serat 15 mm	20	12,261	1846,68	32,04	1173,74
serat 25 mm	20	9,959	8148,5	16,185	668,198

Pada tabel 5 diatas dapat dilihat pada pengujian bending, harga rata-rata dari setiap parameter paling optimal terdiri dari, tegangan bending paling tinggi untuk komposit polyester dengan panjang serat jerami 15 mm adalah 32,04 MPa, dan modulus elastisitas tertinggi untuk komposit Epoxy dengan Panjang serat 25 mm adalah 1846,68 MPa.



Gambar 4 pengaruh panjang serat dan resin terhadap kekuatan dari material komposit



Gambar 5 pengaruh panjang serat dan resin terhadap modulus elastisitas dari material komposit.

Dilihat dari grafik kekuatan ternyata pada material komposit jerami padi dengan panjang 15 mm menggunakan polyester lebih kuat di dibandingkan epoxy. Sedangkan grafik elastisitas pada material komposit jerami padi dengan panjang serat 25 mm menggunakan epoxy lebih elastis dibandingkan polyester.

Struktur Ikatan Serat Dan Matrik

Untuk mengetahui struktur ikatan serat dan matrik dilihat dari pengujian mekanik



Gambar 6 hasil patahan uji bending

Pada foto di atas, Anda dapat melihat bahwa beberapa serat tidak putus setelah dipotong, tetapi sebagian terpisah dari matriks. Ini menunjukkan ikatan yang buruk antara serat dan matriks. Hal ini dapat disebabkan oleh hal-hal lain:

- terjadi void void antara matrik dan filler.
- serat jerami kotor.
- Serat jerami terlalu besar

Kesimpulan

Saat proses pembuatannya menyebabkan void-void pada sampel.

Bila fraksi volume berat bahan komposit resin jerami padi dihitung dengan metode hand lay-up dengan resin epoksi adalah 38,75 gr, sedangkan resin polyester adalah 24,59 gr.

Untuk komposit penggunaan resin poliester lebih kuat dari epoksi, dan pada harga rata-rata poliester terbesar adalah 15 mm dengan panjang serat dengan kekuatan bending 32,04 MPa. Sebaliknya, epoksi menunjukkan modulus elastisitas tertinggi pada panjang serat 25 mm yaitu 8148,5 MPa.

Daftar Pustaka

- ARIANSYAH, NANDO. 2018. "ANALISIS KEKUATAN MATERIAL KOMPOSIT BERSERAT TANAMAN ALAMI SECARA EKSPERIMENTAL," 7–29.
- Thahir, Muhammad Agam, and Irwandy Syofyan. 2017. "Penguujian Sinking Speed Serat Alami The Test On Sinking Speed Natural Fibre." *Jurnal Perikanan Tropis* 4 (1): 93–100.
- Suartama, I Putu Gede, I Nyoman Pasek Nugraha, and Kadek Rihendra Dantes. 2020. "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polimer Polyester Diperkuat Serat Pelepah Gebang." *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha* 4 (1). <https://doi.org/10.23887/jjtm.v4i1.8312>.
- Kurniawan Robiansyah, Mochammad Arif Irfa'i. 2021. "PENGARUH ORIENTASI ARAH SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN BENDING KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT KARBON DENGAN Matrik EPOXY," 47–52.
- Kurniawan, Wahdan. 2011. "KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT JERAMI-EPOKSI EPOKSI YANG DIBUAT DENGAN PROSES VACUUM BAG KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT JERAMI-EPOKSI YANG DIBUAT DENGAN PROSES Photo."
- Jekson, Melki. 2018. "Analisa Pengaruh Arah Serat Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Serat Eceng Gondok Bermatriks Resin Poliester Dengan Metode Vacuum Bag."
- Ningsih, Muhammad Nur Rochim Tri Hartutuk. 2021. "PENGUNAAN SERAT JERAMI PADI DALAM PEMBUATAN MATERIAL KOMPOSIT SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BUMPER MOBIL," 1–6.
- Hafid, Suhardi, Dan Muhammad, and Halim Asiri. 2020. "Analisis Kekuatan Bending Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Komposit Serat Alam Terhadap Orientasi Lamina 0°/45°/90°/45°/0°," 19–24.