

Analisis Material Komposit dengan Penguat Serat Alam dan Limbah Plastik Menggunakan Alat Uji Lendutan Batang

Adi Rizki Fauzi*, Verony Ariandha, Muhammad Surya Bakti Alamsyah, Ryan Achmad Fauzi, Hidayah Danu Alisyifa dan Abdul Choliq

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang,
Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Jawa Barat 15417

*E-mail: adirizkyfauzi@gmail.com

Diajukan: 11-09-2024; Diterima: 02-12-2024; Diterbitkan: 21-12-2024

Abstrak

Dalam industri modern, material komposit semakin populer karena kemampuannya menggabungkan sifat-sifat unggul dari bahan penyusunnya. Namun, pemanfaatan material komposit berbasis serat alam dan limbah plastik masih menghadapi tantangan signifikan terkait sifat mekanis dan kelestarian lingkungan. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana mengoptimalkan material komposit pada serat dan limbah plastik dengan penguat resin epoxy dan hardener untuk aplikasi struktural yang membutuhkan ketahanan terhadap beban lentur. Sedangkan pada material komposit yang kami buat saat ini memiliki dimensi dan ketebalan yang berbeda dan juga kandungan serat yang berbeda beserta pengaplikasian yang berbeda dari penelitian yang sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dan mengevaluasi karakteristik mekanis, khususnya kekuatan lentur dan modulus elastisitas pada material komposit yang diperkuat serat alam dan limbah plastik menggunakan alat uji lendutan batang. Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi persiapan sample bahan, pencetakan material komposit, pengeringan material komposit, pengujian material komposit, dan analisis data pada hasil uji coba kekuatan lentur material komposit. Nilai lendutan material komposit menunjukkan angka modulus elastisitas tertinggi pada serat plastik dengan nilai 9,57 GPa dan nilai modulus elastisitas terendah pada serat bambu dengan nilai 0,78 GPa. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa serat yang menghasilkan lendutan paling rendah yaitu serat bambu, diantara tiga serat nantinya akan digunakan sebagai inovasi keterbaruan.

Kata kunci: alat uji lendutan; limbah plastik; material komposit; modulus elastisitas; serat alam.

Abstract

In modern industry, composite materials are gaining popularity due to their ability to combine the superior properties of their constituent materials. However, the utilization of composite materials based on natural fibers and plastic waste still faces significant challenges related to mechanical properties and environmental sustainability. The problem raised in this research is how to optimize composite materials on fiber and plastic waste with epoxy resin reinforcement and hardener for structural applications that require resistance to bending loads. Meanwhile, the composite materials that we make today have different dimensions and thicknesses and also different fiber content along with different applications from previous research. This study aims to analyze the performance and evaluate the mechanical characteristics, especially the flexural strength and modulus of elasticity of composite materials reinforced with natural fibers and plastic waste using a bar deflection test tool. The methods used in this research include preparation of sample materials, molding of composite materials, drying of composite materials, testing of composite materials, and data analysis on the results of the composite material flexural strength test. The deflection value of the composite material shows the highest elastic modulus number in plastic fiber with a value of 9.57 GPa and the lowest elastic modulus value in bamboo fiber with a value of 0.78 GPa. The conclusion of this study is that the fibers that produce the best.

Keywords: flexure tester; plastic waste; composite material; elastic modulus; natural fiber.

1. Pendahuluan

Dalam dunia industri, material atau bahan baku merupakan satu aspek komponen yang sangat berguna dan sudah menjadi identitas dari industri itu sendiri. Material yang sering digunakan dalam dunia industri biasanya adalah logam. Dimana seiring berjalannya waktu dan perkembangan teknologi yang sangat masif, penggunaan logam sebagai bahan baku mulai tidak lagi efisien. Bukan tanpa sebab, logam sendiri memiliki satu sifat yang sangat tidak disukai, yaitu sangat mudah terkena korosi sehingga lebih cepat rusak [1]. Salah satu bahan material yang sedang naik daun dalam dunia industri sekarang ini adalah material komposit. Material komposit adalah susunan dari campuran atau kombinasi dari dua atau lebih

unsur yang secara makro tidak dapat dipisahkan. Saat ini bahan komposit yang diperkuat serat merupakan bahan teknik yang banyak digunakan karena kekuatan dan kekakuan spesifik yang jauh diatas bahan teknik pada umumnya. Material komposit yang baik adalah yang memiliki ketahanan terhadap suatu pengujian, baik uji lendutan, uji tarik, uji buckling, uji impact, dan lain sebagainya. Serta memiliki efisiensi kekuatan lentur yang lebih baik dari material sebelumnya dan juga daya pakai yang relatif lama hingga harga yang dapat bersaing dari material lainnya [2].

Perkembangan material komposit kini mulai mengarah pada penggunaan panel serta struktur utama komponen tertentu. Material komposit tidak hanya digunakan dalam transportasi, tetapi juga dalam bidang lain seperti real estate, arsitektur, dan pesawat sederhana. Hal ini disebabkan keuntungan yang lebih besar dari penggunaan material komposit seperti ringan, kuat secara struktural, dan tidak terpengaruh oleh korosi. Sebagai serat yang memiliki keunggulan, serat alam mulai digunakan sebagai bahan penguat pada komposit. Diantara beberapa material komposit memiliki keterbaruan dari material sebelumnya

Pada material komposit memiliki komposisi jenis resin dan serat yang berbeda, dimana masing - masing memiliki kegunaan yang tidak sama sesuai dengan kebutuhan dan lingkungannya. Maka dari itu perlunya pengkajian lebih lanjut pada material komposit ini agar menghasilkan penelitian yang lebih signifikan khususnya pada material komposit serat alam dan limbah plastik. Kemudian material komposit juga perlu dilakukan pengujian yang sesuai dengan kebutuhannya, karena jika tidak dilakukan pengujian maka tidak akan tau sejauh mana kekuatan pada material komposit itu sendiri. Salah satu penelitian yang dilakukan pada material komposit ini menggunakan alat uji lendutan batang untuk berinovasi dari permasalahan yang sebelumnya [3].

Permasalahan pada tebu juga sering kali membuat limbah baru apabila tidak diolah dengan cara yang benar. Maka dari itu pada penelitian ini dibuat material komposit serat tebu untuk meneliti material terbarukan dan mengurangi dampak limbah tebu pada lingkungan. Di sisi lain permasalahan yang terjadi pada masyarakat adalah kualitas jangka panjang pada material bambu karena disebabkan faktor cuaca dan faktor hama yang membuat bambu tersebut mengalami pengeroposan ataupun pelapukan. Sedangkan material komposit serat bambu lebih tahan terhadap cuaca dan tidak akan mengalami perubahan secara bentuk yang disebabkan oleh cuaca maupun hama [4]. Kemudian permasalahan pada limbah plastik, yang merupakan salah satu masalah lingkungan terbesar di dunia, dapat diolah dengan cara menggabungkan serat limbah plastik dengan komposit dan dapat digunakan sebagai bahan pengganti material pada umumnya logam.

Penelitian mengenai komposit dengan penguat serat alam dan limbah plastik semakin berkembang dimana hal ini tidak hanya karena potensi aplikasinya yang luas tetapi juga karena aspek keberlanjutan dan pengurangan dampak lingkungan. Penggunaan serat alam sebagai penguat dalam material komposit menawarkan berbagai keuntungan seperti ketersediaan yang melimpah, biaya yang rendah, berat yang ringan, dan sifat mekanis yang cukup baik. Selain itu, serat alam merupakan sumber daya terbarukan yang ramah lingkungan [5].

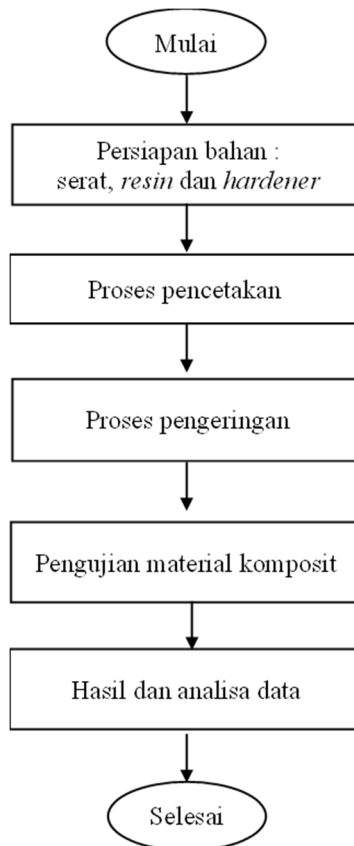
Dengan menggabungkan serat alam dan limbah plastik, diharapkan dapat tercipta material komposit yang tidak hanya memiliki performa mekanis yang baik tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi limbah plastik. Salah satu metode yang digunakan untuk menguji sifat mekanis material komposit adalah uji lendutan batang (flexural test). Uji ini penting untuk menentukan ketahanan material terhadap beban lentur, yang merupakan salah satu indikator utama dalam aplikasi struktural. Melalui uji lendutan batang, parameter seperti modulus elastisitas, kekuatan lentur, dan deformasi material dapat diukur dengan akurat [6].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik material komposit dengan penguat serat alam dan limbah plastik menggunakan alat uji lendutan batang. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi performa mekanis material komposit yang dihasilkan dan menentukan sejauh mana penggunaan serat alam dan limbah plastik dapat

meningkatkan sifat mekanis dari komposit tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan material komposit yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta membuka peluang aplikasi baru dalam berbagai bidang industri [7].

2. Material dan metodologi

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini mencakup beberapa tahapan diantaranya tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1 Persiapan bahan komposit

Pada tahap ini dilakukan pembuatan material komposit dari serat alam dan limbah plastik menggunakan campuran berbahan dasar resin epoxy dan hardener dengan perbandingan 2 : 1 untuk setiap jenis serat. Setiap serat yang dicetak memiliki komposisi berat yang berbeda, dan pada jenis serat tebu menggunakan berat 26 gr, 18 gr, 10 gr. Kemudian pada serat bambu menggunakan berat 23 gr, 20 gr, 17 gr. Setelah itu pada serat plastik menggunakan berat 25 gr, 20 gr, 15 gr. [8].

2.2 Pencetakan material komposit

Persiapan pencetakan material merupakan salah satu proses penelitian, menyiapkan resin epoxy dan juga hardener lalu kita gabungkan dengan serat menjadi satu pada cetakan spesimen, setelah itu di keringkan beberapa menit hingga spesimen menjadi keras. Pada proses pengeringan memiliki langkah-langkah dalam melakukan pengeringan spesimen, namun kita menggunakan proses pengeringan dengan cara di letakan di bawah sinar matahari. Setelah selesai proses pencetakan berikutnya kita melepas spesimen dari cetakan lalu dilakukan pengambilan data menggunakan alat uji lendutan

batang [9]. Momen proses pencetakan material komposit menggunakan serat yang memiliki perbandingan dari ketiga jenis serat yang berbeda dan masing – masing jenis serat juga memiliki selisih berat serat nya. Berikut penjabaran dari ketiga selisih berat material komposit yaitu : (1) Serat tebu memiliki perbandingan komposisi dari komponen satu sampai ke komponen yang lain dengan berat 8 gr karena pada serat tebu maksimal yang bisa di cetak pada cetakan yang telah tersedia sebanyak 26 gr. (2) Sedangkan serat bambu memiliki berat serat dari komponen satu sampai ke komponen yang lain dengan selisih berat 3 gr karena maksimal serat bambu yang bisa di tampung pada cetakan sebanyak 23 gr. (3) Kemudian pada serat limbah plastik memiliki perbedaan serat sebanyak 5 gr karena kapasitas untuk serat limbah plastik di cetakan tersebut adalah 25 gr [10].

Untuk bentuk serat nya baik dari serat alam ataupun serat limbah plastik memiliki bentuk yang berbeda. Dari serat alam memiliki bentuk serabut serat namun pada serat plastik dia memiliki bentuk serat yang telah di cacah tidak beraturan. Pada serat alam memiliki bentuk serabut karena proses pemisahan dari sebatang bambu dengan cara di tumbuk sampai halus menjadi serat, sedangkan serat limbah plastik memiliki bentuk serat tidak beraturan dikarenakan proses pencacahan serat nya adalah dengan cara di gunting. Pada proses pencetakan menggunakan cetakan yang berbahan silikon dengan dimensi panjang 800 mm lebar 50 mm dan tebal 10 mm [11]. Bahan silikon memiliki sifat yang elastis sehingga memudahkan saat proses pelepasan komposit ketika sudah mengering. Proses pencetakan menggunakan bahan silikon karena bahan tersebut tidak mudah menepel setelah proses pencetakan dari bahan epoxy, seperti yang kita ketahui bahan epoxy di gabungkan dengan resin beserta hardener itu bahan yang lengket dan juga mudah mengeras terhadap sekelilingnya. Untuk perawatan dari cetakan spesimen yang berbahan silikon juga cukup mudah, setelah cetakan selesai di gunakan proses memberbersihkan hanya menggunakan tiner dan juga deterjen sehingga kita dapat melakukan proses pencetakan berikutnya.

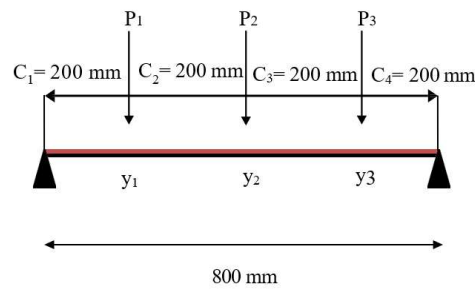


Gambar 2. Proses Pencetakan Komposit

2.3 Pengujian material komposit

Pada saat proses pengambilan data menggunakan alat uji lendutan batang dengan media pemberat sebagai beban supaya menghasilkan lendutan pada material komposit. Beban tersebut memiliki tiga titik pembebanan dengan pemberat pada setiap titiknya yaitu 1917 gram [12]. Pengujian spesimen komposit difokuskan pada 3 titik beban merata, sehingga menghasilkan lendutan yang berbeda pada 3 titik spesimen dengan beban yang sama. Pengujian dilakukan dengan metode tumpuan jepit kedua sisi. Proses pengambilan data uji lendutan pada material komposit ini memiliki beberapa langkah yang pertama yaitu memberikan tiga titik tanda pada material komposit fungsinya menghindari kesalahan pada saat proses pengambilan data berlangsung, setelah memberikan tanda pada spesimen berikutnya menempelkan spesimen pada benda uji defleksi batang beserta memberikan jepitan pada kedua sudut pada spesimen [13] Berikutnya meletakkan dan menseting dial indicator pada tiga titik spesimen yang sudah di berikan tanda, supaya kita dapat melakukan proses pengambilan data lendutan secara akurat pada spesimen. Berikutnya memberikan beban pemberat pada material komposit di tiga titik yang

sudah kita tentukan. Setelah beban pemberat di letakan segera melakukan pengambilan data lendutan yang di hasilkan dengan membaca pada dial indicator, kemudian mencatat hasil percobaan tersebut pada tabel. Mengaitkan beban dengan jarak yang sudah ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema dan proses pengujian lendutan

Berdasarkan gambar skema pengujian lendutan, masing masing notasi P1,P2,P3 itu merupakan titik beban yang dikaitkan pada material komposit untuk mendapatkan nilai lendutan dari pengujian tersebut dengan berat beban 1917 gr. Yang berikutnya pada notasi C1, C2, C3, C4 merupakan jarak antara pengait beban yang dikaitkan pada material komposit dengan jarak 200 mm. Selanjutnya pada notasi Y1, Y2, Y3 itu merupakan hasil nilai lendutan pada material komposit yang akan dicantumkan pada hasil dan pembahasan. Dan yang terakhir notasi angka 800 mm merupakan panjang dari material komposit [14].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Defleksi

Terdapat 3 jenis spesimen yang dilakukan pengujian defleksi, yaitu spesimen serat tebu, serat bambu, dan serat limbah plastik. Ketiga spesimen dilakukan pengujian pada 3 titik [15]. Pengujian lendutan dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat lendutan bahan komposit tersebut. Uji lendutan telah dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UNPAM dimana hal ini memberikan hasil pengujian setiap sampel dengan beban yang sama dari variasi serat tebu, serat bambu dan plastik. Informasi hasil tes ditunjukkan pada Tabel 1-3. Pada hasil pengujian defleksi (Tabel 1) menunjukkan bahwa spesimen dengan kandungan serat tebu yang lebih (Spesimen 1) menunjukkan lendutan awal yang lebih rendah tetapi mengalami peningkatan lendutan yang signifikan pada Y2 dan Y3 lalu Spesimen 2 menunjukkan keseimbangan antara kekuatan dan fleksibilitas dengan lendutan yang lebih merata di ketiga titik pengukuran dan Spesimen 3 dengan kandungan serat terendah menunjukkan lendutan terbesar, menandakan fleksibilitas yang tinggi tetapi dengan kekuatan yang lebih rendah.

Tabel 1. Material Komposit dengan Serat Tebu

Spesimen	Kandungan Serat (gr)	Beban (gr)	Y1 (mm)	Y2 (mm)	Y3 (mm)	C1 (mm)	C2 (mm)	C3 (mm)	C4 (mm)
1	26	1917	8	15,5	13,4	200,75	200,75	200,75	200,75
2	18	1917	11	10,7	8,5	200,5	200,5	200,5	200,5
3	10	1917	16,5	18,5	13	200,25	200,25	200,25	200,25

Tabel 2 merupakan hasil uji impact dari penelitian terdahulu, yaitu dari hasil uji impact yang dapat di jadikan acuan perbandingan dengan uji lendutan pada penelitian di jurnal ini. Tabel di bawah ini merupakan tabel hasil uji impact dari material komposit serat tebu.

Tabel 2. Data hasil pengujian impact

Fraksi volume	T (C ⁰)	a (mm)	b (mm)	A (mm)	α^0	E (joule)	H ₁ (j/mm ²)	Jenis patahan
30% Tebu	00	55	10	550	85 ⁰	146,968	$267,215 \times 10^{-3}$	Getas
20% Tebu	00	55	10	550	86 ⁰	149,769	$272,307 \times 10^{-3}$	Getas
10% Tebu	00	55	10	550	88 ⁰	155,381	$282,510 \times 10^{-3}$	Getas
30% Tebu Rendaman	00	55	10	550	80 ⁰	133,043	$241,896 \times 10^{-3}$	Getas
20% Tebu Rendaman	00	55	10	550	83 ⁰	141,379	$257,052 \times 10^{-3}$	Getas
10% Tebu Rendaman	00	55	10	550	84 ⁰	144,171	$262,129 \times 10^{-3}$	Getas

Dari data pengujian impact di atas dengan lima pengujian 5 spesimen yang memiliki komposisi material yang berbeda-beda. Kekuatan fraksi volume pada spesimen 30% Tebu dengan nilai $267,215 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, Pada spesimen 20% Tebu dengan nilai $272,307 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, pada spesimen 10% Tebu dengan nilai $282,510 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, pada spesimen 30% Tebu + perendaman 2 hari dengan nilai $241,896 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, pada spesimen 20% Tebu + peredaman 2 hari dengan nilai $257,052 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, pada spesimen 10% Tebu + peredaman 2 hari dengan nilai $262,129 \times 10^{-3}$. dari hasil nilai pengujian diatas yang paling tinggi pada campuran adalah spesimen 10% tebu nilai $282,510 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$.

Tabel 3 menunjukkan bahwa Spesimen 1 dengan kandungan serat bambu tertinggi menunjukkan lendutan yang rendah di semua titik pengukuran, menunjukkan kekuatan yang baik sedangkan Spesimen 2 menunjukkan sedikit peningkatan lendutan dibandingkan dengan Spesimen 1, namun tetap dalam batas yang menunjukkan kekuatan yang memadai dan terakhir Spesimen 3 dengan kandungan serat bambu terendah menunjukkan lendutan terbesar, menandakan fleksibilitas yang tinggi namun dengan kekuatan yang lebih rendah.

Tabel 3. Material Komposit dengan Serat Bambu Apus

Spesimen	Kandungan Serat (gr)	Beban (gr)	Y1 (mm)	Y2 (mm)	Y3 (mm)	C1 (mm)	C2 (mm)	C3 (mm)	C4 (mm)
1	23	1917	2,50	5,31	2,51	202	202	202	202
2	20	1917	4,30	8,24	5,89	200,75	200,75	200,75	200,75
3	17	1917	5,40	9,50	6,21	200,5	200,5	200,5	200,5

Tabel 4 merupakan tabel hasil uji lendutan dari material komposit susunan bata bambu petung – apus dengan tebal bilah 7 mm.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Lendutan

Kode	P Maks. (N)	Defleksi Δl (mm)	MOE (Mpa)	MOR (Mpa)
PA3H	12813.50	12.67	8752.42	92.26
PA3B	13264.87	12	9589.08	95.51
PA5H	13358.69	11.00	10561.35	96.18
PA5B	13753.46	10.87	10977.98	99.02
PA7H	13799.43	10.67	11264.07	99.36
PA7B	14123.30	10.4	11781.06	101.69

Spesimen uji lendutan terdiri dari 6 variasi. Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai rata-rata lendutan (y), beban, nilai MOE dari masing-masing variasi dapat dilihat pada Tabel 3. Menunjukkan bahwa nilai beban maksimal rata-

rata pada pengujian lendutan terbesar yaitu pada spesimen PA7B (laminasi susunan bata bambu petung – apus dengan tebal bilah 7 mm) sebesar 14123,30 N. Pada spesimen dengan nilai kuat lendutan terbesar yaitu PA7B (material komposit susunan bata bambu petung - apus dengan tebal bilah 7 mm) sebesar 101,69 MPa. Pada tabel 3 nilai lendutan (Δl) yang terbesar terjadi pada spesimen PA3H (material komposit susunan bata bambu petung – apus dengan tebal bilah 3 mm) yaitu 12,67 mm. Pada tabel 3 spesimen PA7B (material komposit susunan bata bambu petung - apus dengan tebal bilah 7 mm) memiliki nilai Modulus of Elasticity (MOE) terbesar yaitu 11781,06 MPa.

Pada hasil pengujian defleksi (Tabel 5) menunjukkan bahwa terlihat pada Spesimen 1 dengan kandungan serat plastik tertinggi menunjukkan lendutan yang rendah di semua titik pengukuran, menunjukkan kekuatan yang baik. Spesimen 2 menunjukkan sedikit peningkatan lendutan dibandingkan dengan Spesimen 1, namun tetap dalam batas yang menunjukkan kekuatan yang memadai. Spesimen 3 dengan kandungan serat plastik terendah menunjukkan lendutan terbesar, menandakan fleksibilitas yang tinggi namun dengan kekuatan yang lebih rendah.

Tabel 5. Material Komposit dengan Serat Plastik

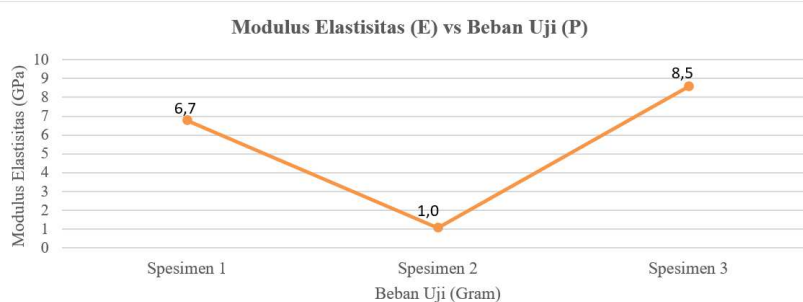
Spesimen	Kandungan Serat (gr)	Beban (gr)	Y1 (mm)	Y2 (mm)	Y3 (mm)	C1 (mm)	C2 (mm)	C3 (mm)	C4 (mm)
1	25	1917	3,15	6,50	3,11	200,75	200,75	200,75	200,25
2	20	1917	3,30	6,90	3,23	200,25	200,25	200,25	200,25
3	15	1917	3,60	7,60	3,60	200	200	200	200

Berdasarkan uraian tabel diatas bahwa masing-masing material komposit pada serat tebu, bambu, dan plastik memiliki nilai modulus elastisitas yang berbeda dan 3 spesimen dari masing-masing jenis serat juga memiliki nilai modulus elastisitas yang tertinggi sampai terendah. Tabel 6 merupakan tabel hasil uji lendutan dari material komposit serat plastik.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Lendutan

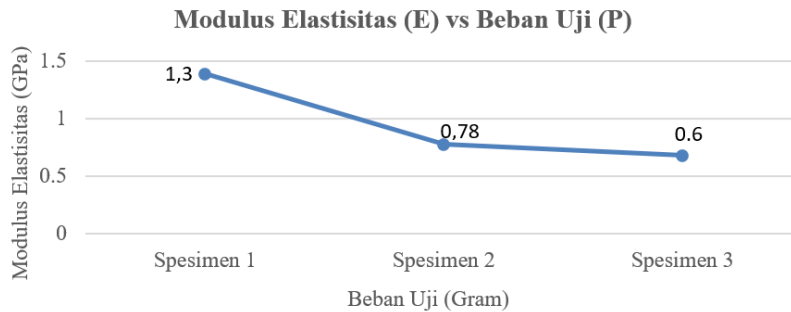
No	m (gr)	P (gr)	Y ₁ (mm)	Y ₂ (mm)	Y ₃ (mm)
1	1	97	1,37	2,91	1,91
2	2	97	1,56	2,91	1,93
3	5	97	1,88	3,78	1,56
4	8	97	1,92	2,03	1,90
5	10	97	1,80	2,58	1,85

Analisa data hasil pengujian defleksi yang telah didapat dari proses pengujian yaitu: 5 buah spesimen yang masing-masingnya berbeda variasi serat plastik, berturut-turut yaitu: (1 gram, 2 gram, 5 gram, 8 gram, 10 gram). Pada penelitian sebelumnya ini menggunakan beban uji yang berbeda sebesar 97 gram dan jumlah spesimen uji nya berjumlah 5.



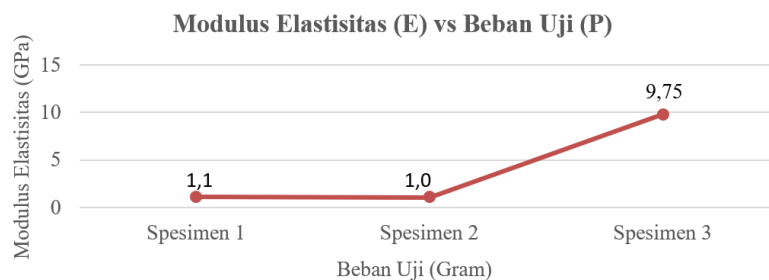
Gambar 3. Grafik Serat Tebu

Berdasarkan data pada Gambar 3, spesimen 1 dengan berat 10 gram memiliki nilai modulus elastisitas $E = 6,78$ GPa, spesimen 2 dengan berat 18 gram memiliki nilai modulus elastisitas $E = 1,07$ GPa, dan spesimen 3 dengan berat 26 gram memiliki nilai modulus elastisitas $E = 8,59$ GPa. Spesimen 3 yang diuji dengan beban 1917 gram dan serat 26 gram mempunyai nilai modulus paling besar.



Gambar 4. Grafik Serat Bambu

Gambar 4 menunjukkan perbandingan sampel 1, 2, dan 3 setelah dilakukan uji lendutan dan perhitungan menunjukkan nilai modulus elastisitas sampel 1 sebesar 1,39 GPa dengan serat 23 gram, dan nilai modulus elastisitas sampel 2 sebesar 0,78 GPa untuk 20 gram serat, dan nilai modulus elastisitas sampel 3 adalah 0,68 GPa untuk 17 gram serat. Dari hasil grafik perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian sampel 1 dengan serat 23 gram dan beban 1917 gram menunjukkan nilai modulus tertinggi.



Gambar 5. Grafik Serat Plastik

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada grafik modulus elastisitas spesimen 2 memiliki nilai modulus elastisitas terendah dengan nilai 1,07 GPa dengan komposisi serat plastik 20 gram, sedangkan spesimen 3 menghasilkan nilai modulus elastisitas yang paling besar yaitu 9,75 GPa dengan komposisi serat plastik 15 gram. Hasil dari analisa data yang diperoleh dari pengujian lendutan yang terbesar pada tengah-tengah batang diantara C2 dan C3 yaitu y_2 . Nilai lendutan yang terbesar pada komposisi serat tebu dengan massa 26 gram yaitu $y_2 = 15,5$ mm. Sedangkan pada komposisi serat bambu 23 gram, lendutan $y_2 = 5,31$ mm, Sedangkan pada komposisi serat plastik 25 gram, lendutan $y_2 = 6,50$ mm. Modulus elastisitas diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus defleksi untuk tiga titik beban. Nilai modulus elastisitas terbesar pada komposisi serat tebu 26 gram, modulus elastisitas $E = 4,77$ GPa, Sedangkan pada komposisi serat bambu 23 gram dengan modulus elastisitas $E = 1,39$ GPa, sedangkan pada komposisi serat plastik 25 gram dengan modulus elastisitas $E = 81,406$ GPa. Dari sini maka dapat disimpulkan nilai lendutan terendah terdapat pada serat bambu 23 gram dan nilai lendutan tertinggi pada serat plastik 25 gram, sehingga material komposit serat bambu yang paling layak untuk di teliti lebih lanjut dengan beban yang berbeda.

Berikut perbandingan hasil penelitian ini dengan peneliti terdahulu yang relevan yaitu : (1) perbedaan dari serat tebu peneliti terdahulu dan saat ini ada pada serat tebu yang digunakan 30% + rendaman memiliki hasil $241,896 \times 10^{-3}$ dan pada peneliti saat ini dengan 18 gram serat tebu mendapatkan hasil 10,7 mm. (2) perbandingan serat bambu dari penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini adalah pada campuran serat dimana penelitian terdahulu menggabungkan serat bambu petung dengan serat bambu apus dengan ketebalan 7 mm menghasilkan nilai lendutan yang paling rendah adalah 10,4 mm, sedangkan pada penelitian saat ini hanya memfokuskan menggunakan serat bambu apus dengan ketebalan 10 mm menghasilkan nilai lendutan yang paling rendah yaitu 5,31 mm. (3) perbandingan serat limbah plastik dari penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini adalah dimensi yang berbeda dengan Panjang 605 mm, lebar 25 mm dan ketebalan 3 mm. sedangkan penelitian saat ini berdimensi dengan Panjang 800 mm, lebar 50 mm dan ketebalan 10 mm. perbedaan selanjutnya di berat serat limbah plastik pada penelitian terdahulu menggunakan variasi yaitu : (10 gram, 15 gram, dan 20 gram). Sedangkan penelitian saat ini menggunakan berat serat limbah plastik yaitu : (15 gram, 20 gram, dan 25 gram).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian lendutan ini menunjukkan bahwa masing-masing material komposit memiliki karakteristik yang berbeda. Pengujian material komposit serat tebu pada spesimen 2 menghasilkan nilai modulus elastisitas terendah sebesar 1,07 GPa, kemudian material komposit serat bambu pada spesimen 3 menghasilkan nilai modulus elastisitas terendah sebesar 0,68 GPa, dan material komposit serat plastik pada spesimen 2 menghasilkan nilai modulus elastisitas terendah sebesar 1,07 GPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat pada masing-masing spesimen sangat berdampak pada lendutan yang telah dilakukan pengujian. Setelah dilihat dari hasil diatas menunjukkan bahwa serat tebu dan plastik memiliki hasil yang sama namun terdapat perbedaan pada jumlah serat yang digunakan yaitu 18 gram untuk serat tebu dan 20 gram untuk serat plastik, sehingga dapat disimpulkan bahwa serat tebu menunjukkan nilai ketahanan yang lebih kuat dibandingkan serat plastik. Pemilihan jenis dan kandungan serat yang tepat dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik aplikasi yang diinginkan. Dapat diketahui bahwa serat yang menghasilkan lendutan paling rendah yaitu serat bambu, sehingga tercapai tujuan dari penelitian ini yang paling layak sebagai inovasi keterbaruan dari ketiga jenis serat dengan pengujian yang sama, dimensi yang sama, beban lendutan yang sama, dan jenis resin yang sama namun serat bambulah yang paling baik dan dapat diteliti lebih lanjut.

Daftar Pustaka

- [1] Analisa Kekuatan Impact dan Pengaruh Perendaman Air Hujan Bahan Komposit Serat Tebu Yang Diperkuat Dengan Resin Untuk Bumper Mobil. *Pharmacognosy Magazine*. 2021; 75(17): 399–405.
- [2] Ariandha, V. Analisa Defleksi Pada Material Komposit Yang Diperkuat Serat Limbah Plastik Sebagai Rangka Drone. Project Work, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan; 2024.
- [3] Manik, P., Yudo, H., & Siahaan, F. A. Pengaruh Susunan dan Ukuran Bilah Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*) dan Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) Terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Lentur Untuk Komponen Konstruksi Kapal. *Kapal*. 2017; 14(3): p. 94. <https://doi.org/10.14710/kpl.v14i3.16491>.
- [4] Manurung, R., Simanjuntak, S., Sembiring, J., Napitupulu, R. A. M., & Sihombing, S. Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin *Polyester* Dengan Memvariasikan Susunan Serat Secara Acak Dan Lurus Memanjang. *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*. 2020; 2(1): p.28–35. <https://doi.org/10.36655/sproket.v2i1.296>.

- [5] Mawardi, I., Azwar, A., & Rizal, A. Kajian Perlakuan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Komposit Epoksi Serat Sabut Kelapa. *Jurnal POLIMESIN*. 2017; 15(1): p. 22. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i1.369>.
- [6] Naharuddin, B., & Nahrin, M. A. Pengaruh Serat Cacah Terhadap Defleksi Pada Komposit Serat Sabut Kelapa/Epoksi. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tadulako Palu. Indonesia. *Sistem Manufaktur Energi* 1–5. https://www.researchgate.net/profile/Bakri_Bakri3/publication/285446529_Pengaruh_Serat_Cacah_Terhadap_Defleksi_pada_Komposit_Serat_Sabut_KelapaEpoksi; 2014.
- [7] Oktavian, D., Arifvianto, B., & Mahardika, M. Ekstruksi Dan Karakterisasi Filamen Komposit *Polylactid Acid* (Pla) / *Carbon Nano Tube* (Cnt). *Jurnal Material Teknologi Proses: Warta Kemajuan Bidang Material Teknik Teknologi Proses*. 2021; 2(2): p.12. <https://doi.org/10.22146/jmtp.70481>.
- [8] Ryan, AF. Analisa Defleksi Pada Material Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Sebagai Pijakan Pada Sebuah Jembatan. Project Work, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan. 2024.
- [9] Selleng, K. Analisis Defleksi Pada Material Baja Ringan Dengan Menggunakan Plat Penguat. *Jurnal MEKANIKAL*. 2018; 9(1): p.830–838.
- [10] Fadly, A & Arifin, M. Analisis Sifat Mekanik Komposit Diperkuat Serat Pinang Menggunakan Metode Pengujian Bending Statik. Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan, *Jurnal Simetri Rekayasa*. 2019: p. 72–75.
- [11] Wicaksono, D., Zariatun, D. L., & Kurniawan, Y. Perancangan Dan Proses Manufaktur Cetakan Material Komposit Serat Bambu sesuai dengan ASTM D3039 Dan ASTM D638. *Semrestek*. 2023: p. 205–215.
- [12] Widyorini, R., Syahri, I., & Dewi, G. K. Sifat Papan Partikel Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*) dan Bambu Wulung (*Gigantochloa atrovioleacea*) dengan Perlakuan Ekstraksi. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 2020; 14(1): p. 84. <https://doi.org/10.22146/jik.57476>.
- [13] Yani, M., & Lubis, F. Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat Serat Limbah Plastik Akibat Beban Lendutan. *Teknik Mesin ITM*. 2018; 4(2): p. 77–84.
- [14] Yudo, H., & Jatmiko, S. Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (*Baggase*) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak. *Kapal*. 2012; 5(2): p. 95–101.
- [15] Zulkifli, Dharmawan, I. B., & Anhar, W. (2020). Analisa pengaruh perlakuan kimia pada serat terhadap kekuatan impak *charpy* komposit serat sabut kelapa bermatriks *epoxy*. *Jurnal Polimesin*. 2020; 18(1): p. 47–52.