



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 4 Tahun 2025 Page 9043-9069

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Mekanik Material Komposit Berbasis Sabut Kelapa - Resin Epoxy Terhadap Kekuatan *Impact* dan Lentur Untuk Pengaplikasian Pada Dinding Non-Struktural

Satrio Nur Utomo

Universitas Pancasila

Email: 4319210014@univpancasila.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sifat mekanik dari material komposit berbasis limbah sabut kelapa yang dipadukan dengan resin epoxy. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi potensi material tersebut dalam aplikasi dinding non struktural sebagai alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Masalah utama dalam penelitian ini adalah rendahnya pemanfaatan limbah sabut kelapa yang melimpah di Indonesia serta kebutuhan akan material bangunan ringan yang memiliki sifat mekanik baik namun tetap mendukung prinsip green building. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji kekuatan lentur dan kekuatan impak dari material komposit berbasis sabut kelapa – resin epoxy. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hand lay – up*, di mana sabut kelapa disusun dalam tiga pola variasi serat (vertikal, horizontal, dan abstrak) dengan perbandingan campuran sabut kelapa 10 gram dan resin epoxy 100 gram. Pengujian sifat mekanik dilakukan melalui uji impak (*impact test*) dan uji lentur (*bending test*) untuk menilai performa setiap variasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pola variasi sabut kelapa sangat memengaruhi performa mekanik material komposit. Komposit dengan pola variasi vertikal dibandingkan dengan pola variasi yang lain, dengan menunjukkan kekuatan nilai impak tertinggi sebesar $2,89 \text{ J/cm}^2$, dan kekuatan lentur menunjukkan nilai tertinggi sebesar 2,62 N. Hal ini mengindikasikan bahwa material komposit sabut kelapa – resin epoxy memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai bahan alternatif dinding non – struktural yang ringan, kuat, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Material Komposit, Serat Alam, Sabut Kelapa, Resin Epoxy, Uji Mekanik*

Abstract

This research was conducted to analyze the mechanical properties of composite materials based on coconut fiber waste combined with epoxy resin. The main objective of this study is to evaluate the potential of this material for non-structural wall applications as an environmentally friendly and sustainable alternative. The main issue addressed in this research is the underutilization of abundant coconut fiber waste in Indonesia, along with the growing demand for lightweight building materials that possess good mechanical properties while supporting green building principles. Therefore, it is important to examine the flexural strength and impact strength of coconut fiber–epoxy resin-based composite materials. The method used in this research is the hand lay – up technique, in which coconut fibers are arranged in three fiber orientation patterns (vertical, horizontal, and random) with a composition of 10 grams of coconut fiber and 100 grams of epoxy resin. Mechanical properties were evaluated through impact testing and bending testing to assess the performance of each variation. The test results show that the fiber orientation pattern significantly affects the mechanical performance of the composite material. The composite with a vertical fiber orientation showed the highest performance compared to other variations, with an impact strength of 2.89 J/cm² and the highest flexural strength of 2.62 N. These findings indicate that coconut fiber–epoxy resin composites have strong potential to be used as an alternative material for lightweight, strong, and eco-friendly non-structural wall applications.

Keywords: Composite Materials, Natural Fiber, Coconut Fiber, Epoxy Resin, Mechanical Testing

PENDAHULUAN

Material komposit merupakan material yang terbentuk dari penggabungan dua atau lebih bahan yang berbeda menjadi satu kesatuan. Meskipun digabungkan, setiap komponen tetap mempertahankan sifat dan karakteristiknya, menciptakan material baru dengan sifat yang berbeda dari bahan penyusunnya. Kombinasi ini bertujuan untuk menciptakan material baru yang memiliki sifat unggul dan saling melengkapi kelemahan bahan asalnya[1].

Material komposit ramah lingkungan kini semakin banyak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor industri, seperti otomotif, penerbangan, kelautan, dan konstruksi. Komposit dapat dibagi berdasarkan jenis matriksnya menjadi tiga kategori: komposit matriks polimer, logam dan keramik. Selain matriks, komposit juga mengandung penguat, yang terbagi menjadi beberapa jenis, seperti partikulat, fiber, dan *structural composite*. Penggunaan komposit memiliki banyak keuntungan, antara lain ringan, tahan korosi, tahan air, performa tinggi, dan tidak memerlukan proses pemesinan. Sejalan dengan gerakan "*back to nature*" yang semakin digencarkan, FAO mendeklarasikan tahun 2009

sebagai *International Year of Natural Fibres* (IYNF 2009), mendorong industri dunia untuk beralih ke bahan baku ramah lingkungan yang mudah terurai.

Komposit berbasis serat alam memiliki keunggulan besar dibandingkan dengan komposit serat sintesis, karena dapat didaur ulang sejalan dengan program "*go green*" pemerintah. Serat alam sebagai penguat komposit memiliki berbagai kelebihan, seperti harga yang lebih terjangkau, kemudahan dalam pengolahan, kemampuan menyerap suara, rendah densitas, ramah lingkungan, dapat terurai secara biologis, dan kekuatan mekanik tinggi. Selain itu, komposit serat alam juga 40% lebih kuat dan lebih ringan daripada serat kaca. Pohon kelapa, yang tumbuh di wilayah tropis seperti Indonesia, menghasilkan serat sabut kelapa yang potensial sebagai penguat komposit[2]. Kelapa (*Cocos nucifera*) banyak tumbuh di daerah tropis. Pada 1995, luas perkebunan kelapa di Indonesia mencapai 3,71 juta hektar, namun setengahnya perlu diremajakan[3]. Setiap buah kelapa mengandung sekitar 525 gram serat dan 175 gram gabus, dengan total produksi serat kelapa di Indonesia mencapai 1,8 juta ton per tahun. Limbah serat kelapa yang melimpah ini umumnya digunakan sebagai bahan bakar, tali, kaset, dan sapu, tetapi komposisi kimianya terdiri dari selulosa, lignin, asam pyroligneous, gas, arang, tannin, dan potasium membuka peluang baru untuk pengembangan material komposit yang lebih ramah lingkungan berbasis serat sabut kelapa[2].

Bahan komposit menawarkan kualitas mekanik dan struktural yang luar biasa, termasuk rasio kekuatan berat yang tinggi, serta ketahanan bahan kimia, korosi, dan keausan, dengan biaya produksi yang relatif rendah. Material ini dirancang khusus untuk memenuhi fungsi tertentu, seperti menjadi lebih kuat, lebih ringan, atau tahan listrik, dengan mempertimbangkan beban mekanis dan termal yang mungkin diterapkan dalam kondisi kerja. Melalui kombinasi berbagai bahan, proses desain komposit dapat meningkatkan kekakuan dan kekuatan material yang dihasilkan. Karena sifat termal dan mekanisnya yang superior, bahan komposit lebih dipilih dibandingkan material konvensional untuk berbagai kondisi kerja[4].

Komposit berkinerja tinggi terdiri dari material matriks yang diperkuat dengan lapisan serat sejajar, yang memberikan kekuatan struktural unggul. Namun, proses pembuatannya menjadi lebih rumit karena harus disusun secara bertahap. Salah satu metode produksi yang sering digunakan adalah *hand lay-up*, yaitu teknik manual di mana lapisan serat yang telah diresapi resin (prepreg) ditempatkan satu per satu di atas cetakan untuk mencegah udara terperangkap di antara lapisan.

Metode *hand lay-up* memungkinkan pembuatan bentuk yang kompleks dengan biaya awal yang relatif rendah serta fleksibilitas tinggi dalam penyuaian desain. Namun, metode ini memiliki beberapa kekurangan, seperti laju produksi yang lebih lambat serta biaya material dan tenaga kerja yang cukup tinggi. Selain itu, karena prosesnya dilakukan secara manual, hasil produk dapat bervariasi akibat faktor manusia. Meskipun demikian, fleksibilitas dan kualitas yang dihasilkan membuat *hand lay-up* tetap menjadi metode utama dalam industri komposit[5].

Dengan berkembangnya teknologi, kebutuhan akan inovasi dalam berbagai bidang semakin meningkat, seperti pada bidang konstruksi khususnya pada material untuk dinding non-struktural. Dinding non-struktural adalah elemen penting dalam konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai pembatas ruang dan penyedia privasi, tanpa menanggung beban vertikal dari struktur atap atau lantai di atasnya. Berbeda dengan dinding struktural yang menyalurkan beban ke fondasi, dinding non-struktural dirancang untuk memisahkan area, mengakomodasi instalasi mekanis dan elektrik, serta meningkatkan insulasi termal dan akustik. Dalam konteks arsitektur modern, fleksibilitas desain dan kemudahan modifikasi dinding non-struktural menjadikannya komponen krusial dalam menciptakan tata ruang yang adaptif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk membuat inovasi baru dari material terbarukan berbasis limbah sabut kelapa.

Kelimpahan serat alami seperti sabut kelapa mendorong eksplorasi lebih lanjut dalam pengembangan material komposit. Diharapkan, pemanfaatan sabut kelapa dapat menjadi solusi dalam mendukung pertumbuhan teknologi dan penelitian di bidang material. Struktur unik pada serat sabut kelapa memberikan berbagai manfaat yang berkontribusi pada perkembangan material komposit.

Penggabungan berbagai bahan dalam pembuatan komposit menjadi aspek penting dalam rekayasa material. Oleh karena itu, pemilihan material dilakukan dengan tujuan agar komposit yang dihasilkan memiliki sifat mekanis yang sesuai standar yang diinginkan.

Dalam penelitian ini, penulis meneliti penggunaan sabut kelapa sebagai bahan dasar material komposit. Sabut kelapa dipilih karena merupakan sumber daya alam yang berkelanjutan, mudah ditemukan di berbagai daerah, memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat, dan dapat diperbarui. Selain itu, serat sabut kelapa memiliki kekuatan mekanis yang baik serta bobot yang ringan, sehingga menjadikannya bahan yang ideal untuk aplikasi material komposit.

Rekayasa material yang dilakukan pada penelitian ini dengan mencampurkan resin dan sabut kelapa sebagai bahan utama, menggunakan cetakan yang telah disiapkan. Proses

pencampuran ini menggunakan metode *hand lay – up* dimana sabut kelapa dan resin dicampurkan menggunakan perbandingan dan pola yang berbeda pada setiap sampel nya, yang dimana sampel ini akan diuji impak (*impact test*) dan uji lengkung (*bending test*).

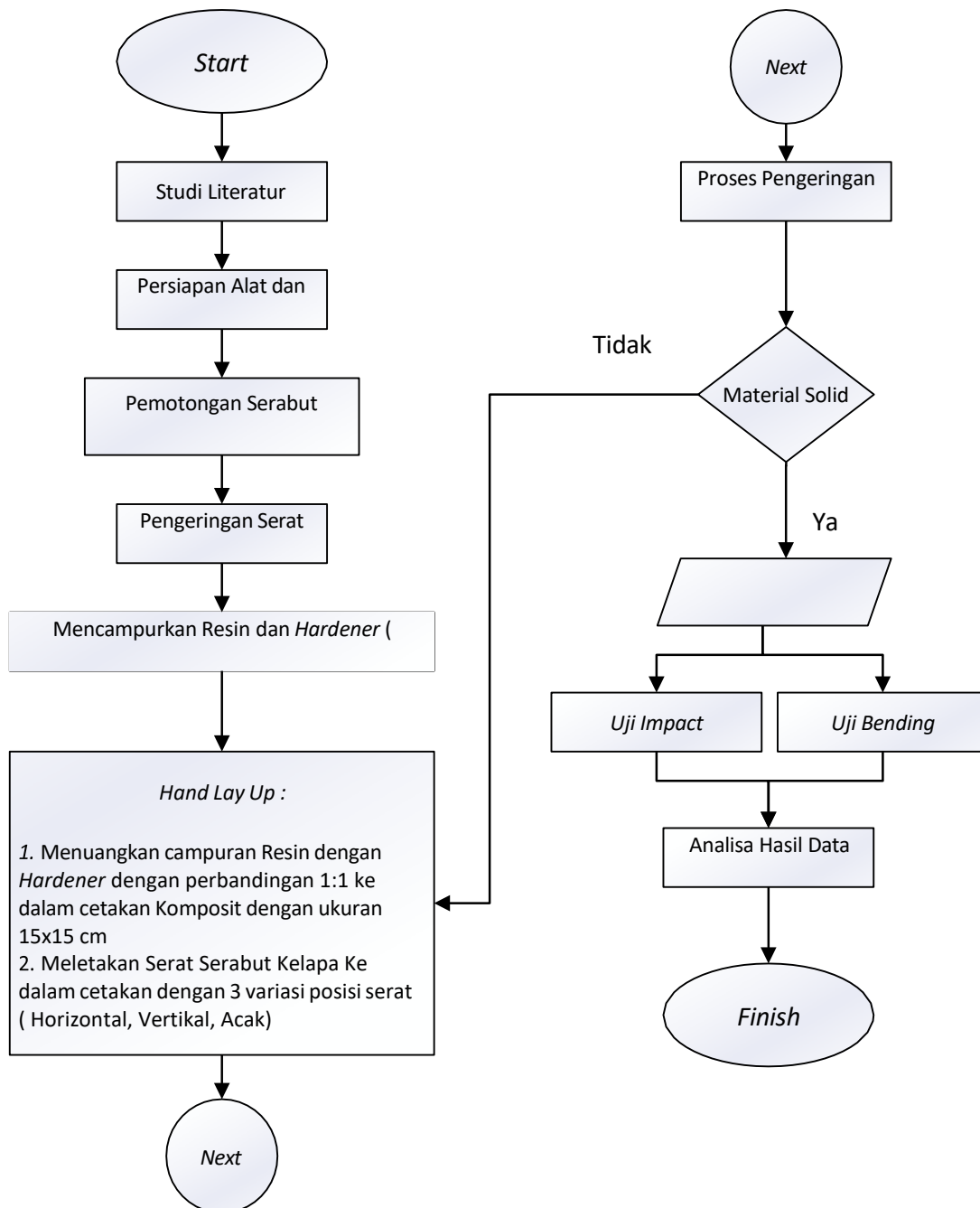
Hasil dari pengujian tersebut digunakan untuk menganalisis sifat mekanis material sabut kelapa. Ke depannya, diharapkan material komposit berbasis sabut kelapa dapat diterapkan di berbagai sektor industri, seperti *furniture*, bahan bangunan, dan komponen otomotif. Material ini menawarkan berbagai manfaat, termasuk inovasi produk yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan dalam jangka panjang.

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini memberikan wawasan mendalam mengenai karakteristik mekanis dari material komposit tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang Analisis Mekanik Material Komposit Dari Limbah Sabut Kelapa – Resin Epoxy.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir

Prosedur penelitian ini akan dijelaskan melalui diagram alir prosedur penelitian yang ditunjukkan pada gambar 1 Diagram alir yang ditampilkan merupakan proses pembuatan komposit berbasis serat batok kelapa menggunakan resin epoxy dan hardener. Berikut penjabaran setiap tahapannya:



Gambar 1. Diagram Alir

1. Studi Literatur

Kegiatan awal dalam penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur guna memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai material komposit, metode manufaktur yang relevan, serta sifat mekanik yang diharapkan dari material komposit yang akan dikembangkan.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Langkah ini mencakup persiapan bahan utama berupa sabut kelapa serta bahan tambahan seperti resin epoxy dan hardener. Selain itu, alat – alat yang diperlukan

dalam proses pencampuran dan pembuatan komposit juga disiapkan secara sistematis.

3. Pengolahan Sabut Kelapa

Sabut kelapa yang digunakan dipotong dengan panjang yang seragam, yaitu 15 cm. Setelah itu, dilakukan proses pengeringan hingga kadar air mencapai tingkat yang konstan untuk memastikan stabilitas dan kualitas serat sebagai bahan penguat komposit.

4. Persiapan Resin Epoxy dan Hardener

Resin epoxy dicampurkan dengan hardener dalam perbandingan 1:1, guna membentuk matriks polimer yang berfungsi sebagai perekat dan pengikat serat dalam struktur komposit.

5. Proses Pembuatan Komposit (Hand Lay Up)

Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode hand lay – up, di mana sabut disusun dalam tiga pola variasi : horizontal, vertikal, dan abstrak. Komposisi sabut kelapa yang digunakan sebanyak 10 gram, sementara resin epoxy digunakan sebanyak 100 gram. Cetakan terlebih dahulu dilapisi dengan wax untuk memudahkan pelepasan produk setelah pencetakan. Campuran resin dan hardener kemudian dituangkan ke dalam cetakan yang telah diisi dengan susunan sabut kelapa sesuai dengan pola yang direncanakan. Permukaan resin diratakan agar hasil komposit memiliki bentuk yang sesuai.

6. Proses Pengeringan

Setelah pencampuran resin dan sabut kelapa selesai dilakukan, material komposit dikeringkan hingga mencapai tingkat kekerasan yang optimal. Proses pengeringan ini dilakukan selama satu hari penuh untuk memastikan bahwa material benar – benar mengeras sempurna.

7. Uji Sifat Mekanis Komposit

Pengujian mekanis dilakukan untuk menilai kinerja komposit yang dihasilkan. Pengujian impak dilakukan untuk mengukur ketahanan material terhadap beban kejut, sedangkan pengujian lentur dilakukan untuk mengetahui kemampuan komposit dalam menahan gaya lentur.

8. Analisis Data Hasil Uji

Data hasil pengujian mekanis kemudian dianalisis secara sistematis untuk mengevaluasi performa komposit yang telah dibuat, serta untuk menilai sejauh mana sifat mekanik material memenuhi tujuan penelitian.

Persiapan Serabut Kelapa

Serabut kelapa dibersihkan untuk menghilangkan lapisan luar yang keras atau kotoran yang tersisa menggunakan air lalu dikeringkan. Selanjutnya serabut kelapa dipotong menjadi bagian yang sudah ditentukan dan dilanjutkan dengan tahap perburatan serat dari bahan serabut kelapa. Untuk proses perburatan serat ini nantinya akan dicampur dengan material Resin *Epoxy* dan dijadikan sebagai komposit.

Tabel 1. Komposisi variasi penelitian.

Sampel	Sabut kelapa (gr)	Resin Epoxy (gr)	Pola Serat
1	10 gram	100 gram	Vertikal
2	10 gram	100 gram	Vertikal
3	10 gram	100 gram	Vertikal
4	10 gram	100 gram	Horizontal
5	10 gram	100 gram	Horizontal
6	10 gram	100 gram	Horizontal
7	10 gram	100 gram	Abstrak
8	10 gram	100 gram	Abstrak
9	10 gram	100 gram	Abstrak

Pada Tabel 1 yang diberikan menunjukkan komposisi bahan dan pola serat yang digunakan dalam sembilan sampel komposit berbasis sabut kelapa dengan matriks resin epoxy. Berikut penjelasannya:

1. Komposisi Bahan dalam Setiap Sampel
 - a. Sabut Kelapa (10 gram): Serat Kelapa digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit.
 - b. Resin Epoxy (100 gram): Digunakan sebagai matriks atau perekat yang mengikat serat Batok kelapa, membentuk struktur komposit yang kuat.
2. Variasi Pola Serat
 - a. Sampel 1 (Vertikal):
 - 1) Serat batok kelapa disusun secara vertikal dalam matriks epoxy.
 - 2) Pola ini biasanya meningkatkan kekuatan tarik sepanjang arah serat.
 - b. Sampel 2 (Vertikal):
 - 1) Serat batok kelapa disusun secara vertikal dalam matriks epoxy.
 - 2) Pola ini biasanya meningkatkan kekuatan tarik sepanjang arah serat.
 - c. Sampel 3 (Vertikal):

- 1) Serat batok kelapa disusun secara vertikal dalam matriks epoxy.
 - 2) Pola ini biasanya meningkatkan kekuatan tarik sepanjang arah serat.
- d. Sampel 4 (Horizontal):
- 1) Serat disusun dalam pola horizontal.
 - 2) Pola ini lebih efektif dalam menahan gaya pada arah melintang.
- e. Sampel 5 (Horizontal):
- 1) Serat disusun dalam pola horizontal.
 - 2) Pola ini lebih efektif dalam menahan gaya pada arah melintang.
- f. Sampel 6 (Horizontal):
- 1) Serat disusun dalam pola horizontal.
 - 2) Pola ini lebih efektif dalam menahan gaya pada arah melintang.
- g. Sampel 7 (Abstrak):
- 1) Serat ditempatkan secara acak dalam matriks epoxy.
 - 2) Pola ini dapat menghasilkan kekuatan yang lebih merata ke segala arah tetapi bisa kurang optimal dibanding pola terarah.
- h. Sample 8 (Abstrak):
- 1) Serat ditempatkan secara acak dalam matriks epoxy.
 - 2) Pola ini dapat menghasilkan kekuatan yang lebih merata ke segala arah tetapi bisa kurang optimal dibanding pola terarah.
- i. Sample 9 (Abstrak):
- 1) Serat ditempatkan secara acak dalam matriks epoxy.
 - 2) Pola ini dapat menghasilkan kekuatan yang lebih merata ke segala arah tetapi bisa kurang optimal dibanding pola terarah.
3. Tujuan Pengujian
- Dengan sembilan pola serat yang berbeda, uji mekanis seperti uji impak, dan uji lentur dapat dilakukan untuk mengetahui bagaimana pola serat memengaruhi sifat mekanis komposit.
 - Data ini dapat digunakan untuk menentukan pola serat terbaik berdasarkan aplikasi yang diinginkan.

Pembuatan komposit

Komposit yang terdiri dari epoksi dan sabut kelapa diproduksi menggunakan metode hand lay-up, yaitu salah satu teknik manufaktur komposit yang sederhana dan ekonomis. Pada metode ini, cetakan yang digunakan memiliki ukuran 150 mm × 150 mm × 3 mm.

Sebelum digunakan, cetakan harus dibersihkan secara menyeluruh untuk menghilangkan kotoran, debu, atau zat lain yang dapat memengaruhi kualitas komposit. Setelah dibersihkan, permukaan cetakan dilapisi dengan *release agent*, seperti *wax* atau silikon *spray*, yang bertujuan untuk mempermudah pelepasan komposit setelah proses pencetakan selesai, sehingga hasil akhir memiliki permukaan yang lebih halus dan bebas dari cacat adhesi.

Resin epoksi yang digunakan dalam proses ini dicampur dengan hardener dengan perbandingan 1:1. Campuran ini harus diaduk dengan baik hingga merata agar reaksi pengerasan (*curing*) dapat berlangsung dengan optimal dan menghasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanik yang baik. Dalam proses laminasi, setiap lapisan serat ditempatkan ke dalam cetakan sesuai dengan urutan pelapisan yang telah ditentukan. Urutan ini sangat penting karena akan memengaruhi distribusi tegangan, kekuatan mekanik, serta karakteristik struktural dari komposit yang dihasilkan.

Bahan epoksi yang digunakan berbasis bisphenol-A (epichlorohydrin), yang memiliki suhu transisi kaca sekitar 60°C. Namun, suhu ini akan meningkat selama proses pencampuran antara epoksi dan hardener karena reaksi curing bersifat isothermal, yang berarti terjadi pelepasan panas selama proses pengerasan. Reaksi curing ini akan berlangsung ketika suhu mencapai sekitar 100°C, sehingga pengaturan suhu pemanasan yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa komposit mengalami pengerasan yang optimal tanpa cacat.

Proses pengawetan atau *curing* dalam pembuatan komposit sangat bergantung pada temperatur yang digunakan selama pemanasan. Jika suhu terlalu rendah, maka reaksi curing bisa terhambat, menyebabkan material tidak mengeras secara sempurna dan berpotensi mengurangi kekuatan mekaniknya. Sebaliknya, jika suhu terlalu tinggi, ada risiko terjadinya degradasi pada material yang dapat memengaruhi kualitas akhir komposit.

Setelah seluruh proses pencampuran dan laminasi selesai, campuran resin dan *curing agent* yang telah dipersiapkan akan dihitung volumenya sebelum dituangkan ke dalam cetakan. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap bagian cetakan terisi dengan resin secara merata, sehingga tidak ada bagian yang kosong atau memiliki konsentrasi resin yang berlebihan. Dengan demikian, proses produksi komposit ini dilakukan dengan kontrol yang ketat, agar hasil akhirnya memiliki sifat mekanik yang optimal, struktur yang homogen, serta daya tahan yang tinggi untuk berbagai aplikasi industri atau penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Impak

Setelah proses pengujian pada sembilan sampel selesai, perhitungan nilai impak didapatkan dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Nilai Impak (J/cm}^2\text{)} = \frac{E_{\text{serap}}}{A}$$

Keterangan:

Eserap = Energi serap (J)

A = Luas penampang (cm²)

Proses Uji impak ini dilakurkan bertujuan untuk mengetahui kemampuan material untuk menyerap energi impak sampai material tersebut patah. Material disini yang digunakan yaitu adalah komposit resin dengan sabut kelapa menggunakan variasi perlertakan serrat secara vertikal, horizontal, dan abstrak. Komposisi yang dipakai pada seluruh sampel yang diuji menggunakan perbandingan 1:10. Pengujian impak komposit dengan tiga variasi bentuk posisi sabut kelapa. Pengujian ini dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM E23, yang merupakan standar uji internasional untuk menentukan ketahanan material terhadap beban impak melalui metode *Charpy Impact Test*.

Dalam pengujian ini digunakan sembilan sampel, dimana setiap variasi pola serat terdapat tiga sampel sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dan representatif terhadap karakteristik mekanik material komposit yang diuji. Dimensi dari setiap spesimen diukur dengan cermat sebelum pengujian guna memastikan bahwa setiap sampel memiliki ukuran yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis bagaimana variasi posisi sabut kelapa memengaruhi ketangguhan serta kekuatan material komposit dalam menahan beban impak. Dengan adanya variasi ini, diharapkan dapat ditemukan konfigurasi serat yang paling optimal dalam meningkatkan performa mekanik komposit.

Tabel 2. Hasil Penguian *Impact*

<u>Kode Sample</u> <i>Sample Code</i>	<u>Dimensi Ukur</u> <i>Size Dimension</i> (cm)		<u>Energi Serap</u> <i>Absorb Energy</i> (Joule)	<u>Nilai impak</u> Joule/cm ²	<u>Keterangan</u> <i>Remarks</i>
	<u>Lebar (Width)</u>	<u>Tinggi (Height)</u>			
Sampel 1	1.59	1.27	5	2.47	24.7°C
Sampel 2	1.65	1.27	4	1.90	
Sampel 3	1.63	1.27	6	2.89	

<u>Kode Sample</u> <i>Sample Code</i>	<u>Dimensi Ukur</u> <i>Size Dimension</i> (cm)		<u>Energi Serap</u> <i>Absorb Energy</i> (Joule)	<u>Nilai Impak</u> <i>Joule/cm²</i>	<u>Keterangan</u> <i>Remarks</i>
	<u>Lebar</u> (<i>Width</i>)	<u>Tinggi</u> (<i>Height</i>)			
Sampel 4	1.66	1.33	4	1.81	24.7°C
Sampel 5	1.65	1.22	4	1.98	
Sampel 6	1.65	1.26	4	1.92	

<u>Kode Sample</u> <i>Sample Code</i>	<u>Dimensi Ukur</u> <i>Size Dimension</i> (cm)		<u>Energi Serap</u> <i>Absorb Energy</i> (Joule)	<u>Nilai Impak</u> <i>Joule/cm²</i>	<u>Keterangan</u> <i>Remarks</i>
	<u>Lebar</u> (<i>Width</i>)	<u>Tinggi</u> (<i>Height</i>)			
Sampel 7	1.63	1.27	3	1.44	24.7°C
Sampel 8	1.64	1.21	4	2.01	
Sampel 9	1.74	1.28	4	1.79	

Nilai impak didapatkan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Nilai Impak (J/cm}^2\text{)} = \frac{E_{\text{serap}}}{A}$$

Contoh perhitungan menggunakan data uji pada sampel 3 :

$$\text{Nilai Impak} = \frac{6}{1,63 \times 1,27}$$

$$\text{Nilai Impak} = \frac{6}{2,071}$$

$$\text{Nilai Impak} = 2,89 \text{ J/cm}^2$$

Analisa Uji Impak

Pada sampel 1-3 dengan pola variasi serat vertikal dan menggunakan perbandingan komposisi 1:10 didapatkan analisa, sebagai berikut:

Sampel 1

- Lebar : 1,59 cm, tinggi : 1,27 cm
- Energi serap : 5 J
- Nilai impak : 2,47 J/cm²
- Pola variasi serat vertikal
- Serat vertikal menyerap energi sedang dengan nilai impak cukup baik.

Sampel 2

- Lebar : 1,65 cm, tinggi : 1,27 cm
- Energi serap : 4 J
- Nilai impak : 1,90 J/cm²
- Pola variasi serat vertikal
- Nilai impak sedikit lebih rendah dari sampel 1.

Sampel 3

- Lebar : 1,63 cm, tinggi : 1,27 cm

- Energi serap : 6 J
- Nilai impak : 2,89 J/cm²
- Pola variasi serat vertikal
- Menunjukkan daya tahan tertinggi dari pola variasi vertikal, dengan energi serap dan nilai impak tertinggi.

Pada sampel 4-6 dengan pola variasi serat horizontal dan menggunakan perbandingan komposisi 1:10 didapatkan analisa, sebagai berikut:

Sampel 4

- Lebar : 1,66 cm, tinggi : 1,33 cm
- Energi serap : 4 J
- Nilai impak : 1,81 J/cm²
- Pola variasi serat horizontal
- Pada pola variasi ini hasil impak yang didapat cukup rendah, walaupun dimensi lebih besar tidak meningkatkan kekuatan impak.

Sampel 5

- Lebar : 1,65 cm, tinggi : 1,22 cm
- Energi serap : 4 J
- Nilai impak : 1,98 J/cm²
- Pola variasi serat horizontal
- Performa lebih baik dari sampel 4, perbedaan dimensi pada ketinggian material sedikit meningkatkan kekuatan mekanis pada material komposit.

Sampel 6

- Lebar : 1,65 cm, tinggi : 1,26 cm
- Energi serap : 4 J
- Nilai impak : 1,92 J/cm²
- Pola variasi serat horizontal
- Nilai impak tidak berbeda jauh dengan sampel 5, menandakan kestabilan performa pola horizontal dalam kondisi serupa.

Pada sampel 7-9 dengan pola variasi serat abstrak dan menggunakan perbandingan komposisi 1:10 didapatkan analisa, sebagai berikut:

Sampel 7

- Lebar : 1,63 cm, tinggi : 1,27 cm
- Energi serap : 3 J
- Nilai impak : 1,44 J/cm²

- Pola variasi serat abstrak
- Pola variasi serat abstrak menunjukkan nilai impak paling rendah, dikarenakan distribusi serat tidak optimal.

Sampel 8

- Lebar : 1,64 cm, tinggi : 1,21 cm
- Energi serap : 4 J
- Nilai impak : 2,01 J/cm²
- Pola variasi serat abstrak
- Performa meningkat dibandingkan dengan sampel 7, dikarenakan distribusi serat lebih padat di area benturan.

Sampel 9

- Lebar : 1,74 cm, tinggi : 1,28 cm
- Energi serap : 4 J
- Nilai impak : 1,79 J/cm²
- Pola variasi serat abstrak
- Penurunan dari sampel 8, meskipun dimensi material sedikit lebih besar. Distribusi serat kurang merata yang menyebabkan penurunan pada nilai impak.

Berdasarkan hasil analisa dari tiap sampel yang berbeda pola variasi seratnya, menyatakan:

Pola variasi serat vertikal (sampel 1-3)

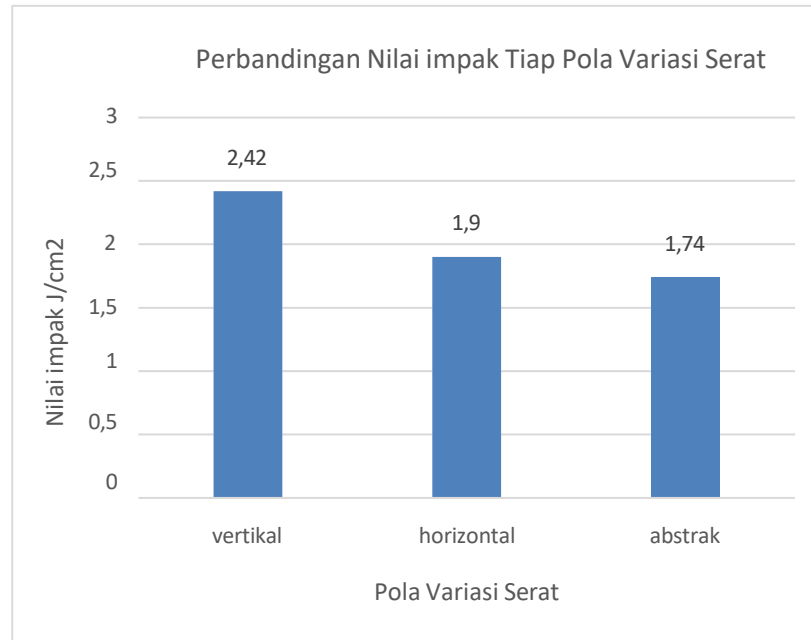
- Rata – rata nilai impak : 2,42 J/cm²
- Serat vertikal memberikan ketahanan impak terbaik
- Distribusi dan orientasi serat sepanjang arah tumbukan memberikan daya serap energi yang optimal
- Cocok untuk pengaplikasian pada dinding non – struktural terhadap gaya tekan langsung.

Pola variasi serat horizontal (sampel 4-6)

- Rata – rata nilai impak : 1,90 J/cm²
- Pada pola variasi serat horizontal menunjukkan performa stabil, namun nilai impak yang dihasilkan lebih rendah dari pola variasi serat vertikal
- Serat tidak langsung menahan gaya tumbukan, menyebabkan efisiensi energi serap lebih rendah.

Pola variasi serat abstrak (sampel 7-9)

- Rata – rata nilai impact : 1,74 J/cm²
- Pola variasi serat abstrak menghasilkan hasil paling variatif dan tidak konsisten
- Nilai impact yang dihasilkan tergantung pada distribusi serat lokal, sehingga kurang dapat di andalkan secara struktural dan komposisi.



Gambar 2. Diagram Perbandingan Nilai Impact Tiap Pola Variasi Serat

Kesimpulan dari keseluruhan hasil analisa pada uji impact ini, pola variasi serat vertikal terbukti memberikan ketahanan impact tertinggi secara konsisten. Pola variasi serat vertikal memfasilitasi penyerapan energi karena distribusi gaya tumbukan yang diterima oleh material diserap secara maksimal, sehingga ketahanan material terhadap tumbukan pada pola variasi serat ini dapat memiliki nilai impact yang tinggi. Sebaliknya, pola variasi serat horizontal dan abstrak menunjukkan performa lebih rendah, yang kemungkinan besar disebabkan oleh distribusi gaya tumbukan yang tidak maksimal. Dengan memakai nilai rata – rata impact tertinggi yaitu pada pola variasi serat vertikal dengan nilai impact 2,42 J/cm², maka material komposit sabut kelapa – resin epoxy pada penelitian kali ini layak dipakai pada penggunaan pengaplikasian dinding non – struktural. Kelayakan material komposit pada penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya, dimana nilai impact material komposit sabut kelapa – resin epoxy berada pada rentan 2-3 J/cm²[6].

Hasil Uji Lentur

Perhitungan *flexural strength* didapatkan dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{3FL}{2bd^2}$$

Keterangan :

σ = *flexural strength* (MPa)

F = gaya maksimum saat patah (N) L = Panjang bentang (mm)

b = lebar spesimen (mm) d = tebal spesimen (mm)

Proses uji lentur ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan material untuk menahan deformasi dibawah beban. Pengujian kuat lentur digunakan untuk mengukur kekakuan komposit polimer. Komposisi yang dipakai pada seluruh sampel yang diuji menggunakan perbandingan 1:10. Pengujian lentur komposit dengan tiga variasi bentuk posisi sabut kelapa. Pengujian ini dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D790, yang merupakan standar uji internasional untuk menentukan ketahanan deformasi plastis dari sebuah material.

Dalam pengujian ini digunakan sembilan sampel, dimana setiap variasi pola serat terdapat tiga sampel sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dan representatif terhadap karakteristik mekanik material komposit yang diuji. Dimensi dari setiap spesimen diukur dengan cermat sebelum pengujian guna memastikan bahwa setiap sampel memiliki ukuran yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis bagaimana variasi posisi sabut kelapa memengaruhi ketangguhan serta kekuatan material komposit dalam menahan deformasi plastis. Dengan adanya variasi ini, diharapkan dapat ditemukan konfigurasi serat yang paling optimal dalam meningkatkan performa mekanik komposit.

Tabel 3. Hasil Pengujian Lentur

<u>Kode</u> Code	<u>Dimensi Ukur</u> Size Dimension (mm)	<u>Tumpuan</u> Span (mm)	<u>Beban Maksimum</u> Maximum Load Kgf[N]	<u>Tekuk Maksimum</u> Maximum Bend N	<u>Massa</u> Mass (gr)
Sampel 1	t = 12.70 w = 16.60	96.00	48.00 [470.88]**	2.23	-
Sampel 2	t = 13.00 w = 16.50	96.00	46.10 [452.24]**	2.11	
Sampel 3	t = 12.40 w = 16.70	96.00	55.30 [542.49]**	2.62	

<u>Kode</u> <i>Code</i>	<u>Dimensi Ukur</u> <i>Size Dimension</i> (mm)	<u>Tumpuan</u> <i>Span</i> (mm)	<u>Beban Maksimum</u> <i>Maximum Load</i> Kgf[N]	<u>Tekuk Maksimum</u> <i>Maximum Bend</i> N	<u>Massa</u> <i>Mass</i> (gr)
Sampel 4	t = 12.77 w = 16.80	96.00	38.00 [372.78]**	1.74	-
Sampel 5	t = 12.50 w = 16.40	96.00	22.90 [224.64]**	1.09	
Sampel 6	t = 12.60 w = 16.40	96.00	47.20 [463.03]**	2.24	
<u>Kode</u> <i>Code</i>	<u>Dimensi Ukur</u> <i>Size Dimension</i> (mm)	<u>Tumpuan</u> <i>Span</i> (mm)	<u>Beban Maksimum</u> <i>Maximum Load</i> Kgf[N]	<u>Tekuk Maksimum</u> <i>Maximum Bend</i> N	<u>Massa</u> <i>Mass</i> (gr)
Sampel 7	t = 11.91 w = 16.04	96.00	42.00 [412.02]**	2.16	-
Sampel 8	t = 12.43 w = 16.70	96.00	43.60 [427.71]**	2.06	
Sampel 9	t = 11.20 w = 16.10	96.00	41.30 [405.15]**	2.25	

Perhitungan *flexural strength* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{3FL}{2bd^2}$$

Keterangan :

σ = *flexural strength* (MPa)

F = gaya maksimum saat patah (N)

L = Panjang bentang (mm)

b = lebar spesimen (mm)

d = tebal spesimen (mm)

Tabel 4. Perhitungan *Flexural Strength*

Sampel	Gaya maksimum saat patah (N)	Panjang bentang (mm)	Lebar spesimen (mm)	Tebal spesimen (mm)	<i>Flexural strength</i> (MPa)
1	470,88	96	16,6	12,7	25,33
2	452,24	96	16,5	13,0	23,35
3	542,49	96	16,7	12,4	30,42
4	372,78	96	16,8	12,77	19,59
5	224,64	96	16,4	12,5	12,62
6	463,03	96	16,4	12,6	25,61
7	412,02	96	16,04	11,91	26,08
8	427,71	96	16,7	12,43	23,87
9	405,15	96	16,1	11,2	28,89

Contoh perhitungan menggunakan data uji pada sampel 3 :

$$\sigma = \frac{3 \times 542,49 \times 96}{2 \times 16,7 \times (12,4)^2}$$
$$\sigma = \frac{156237,12}{5135,58}$$
$$\sigma = 30,42 \text{ MPa}$$

Analisa Uji Lentur

Pada sampel 1-3 dengan pola variasi serat vertikal dan menggunakan perbandingan komposisi 1:10 didapatkan analisa, sebagai berikut:

Sampel 1

- Gaya maksimum : 470,88 N
- *Flexural Strength* : 25,33 MPa
- Pola variasi serat vertikal
- Pola variasi serat vertikal dengan kekuatan lentur cukup tinggi, menunjukkan ketahanan struktur yang baik.

Sampel 2

- Gaya maksimum : 452,24 N
- *Flexural Strength* : 23,35 MPa
- Pola variasi serat vertikal
- Masih dalam kategori cukup kuat, meskipun sedikit menurun nilai lenturnya dari sampel 1.

Sampel 3

- Gaya maksimum : 542,49 N
- *Flexural Strength* : 30,42 MPa
- Pola variasi serat vertikal
- Merupakan nilai tertinggi dari seluruh sampel, menunjukkan kinerja lentur optimal dari pola variasi serat vertikal.

Pada sampel 4-6 dengan pola variasi serat horizontal dan menggunakan perbandingan komposisi 1:10 didapatkan analisa, sebagai berikut:

Sampel 4

- Gaya maksimum : 372,78 N
- *Flexural Strength* : 19,59
- Pola variasi serat horizontal
- Pola variasi serat horizontal dengan kekuatan lentur cukup rendah.

Sampel 5

- Gaya maksimum : 224,64 N
- *Flexural Strength* : 12,62 MPa
- Pola variasi serat horizontal
- Nilai paling rendah diantara semua sampel, menunjukkan kelemahan yang signifikan pada pola variasi serat horizontal.

Sampel 6

- Gaya maksimum : 463,03 N
- *Flexural Strength* : 25,61 MPa
- Pola variasi serat horizontal
- Cukup tinggi dan bahkan lebih unggul dari sampel 1 dan 2, menunjukkan pola variasi serat horizontal dapat bekerja optimal jika distribusi serat merata.

Pada sampel 7-9 dengan pola variasi serat abstrak dan menggunakan perbandingan komposisi 1:10 didapatkan analisa, sebagai berikut:

Sampel 7

- Gaya maksimum : 412,02 N
- *Flexural Strength* : 26,08 MPa
- Pola variasi serat abstrak
- Pola variasi abstrak, menghasilkan kekuatan lentur cukup tinggi. Terdapat kemungkinan distribusi acak membentuk struktur penguat.

Sampel 8

- Gaya maksimum : 427,71 N
- *Flexural Strength* : 23,87 MPa
- Pola variasi serat abstrak
- Performa menengah, lebih baik dari sebagian sampel horizontal.

Sampel 9

- Gaya maksimum : 405,15 N
- *Flexural Strength* : 28,89 MPa
- Pola variasi serat abstrak
- Salah satu nilai tertinggi pada pola variasi serat abstrak, pada pola ini mampu menghasilkan kekuatan lentur mendekati nilai pada pola variasi serat vertikal.

Berdasarkan hasil analisa dari tiap sampel yang berbeda pola variasi seratnya, menyatakan:

Pola variasi serat vertikal (sampel 1-3)

- Rata – rata *flexural strength* : 26,36 MPa

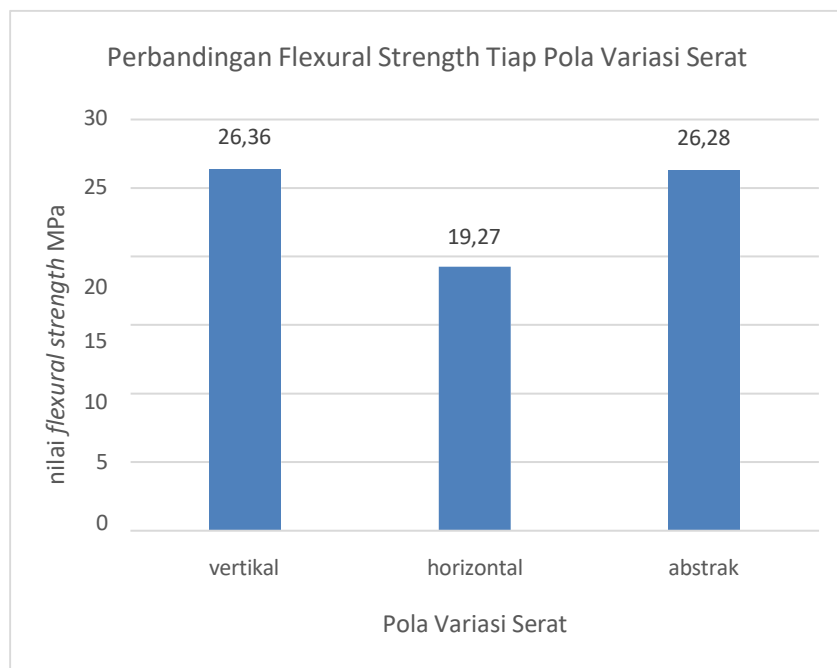
- Menunjukkan performa terbaik secara keseluruhan
- Serat vertikal efektif dalam menahan gaya lentur sepanjang bentang spesimen
- Cocok untuk pengaplikasian pada dinding non – struktural.

Pola variasi serat horizontal (sampel 4-6)

- Rata – rata *flexural strength* : 19,27 MPa
- Kekuatan lentur sangat bervariasi, cenderung lebih rendah nilai lentur dari sampel 4-6
- Pada sampel 5 dengan nilai yang rendah, memberikan kinerja buruk dan menurunkan rata – rata keseluruhan.

Pola variasi serat abstrak (sampel 7-9)

- Rata – rata *flexural strength* : 26,28 MPa
- Secara nilai lentur hampir setara dengan pola variasi serat vertikal
- Pola variasi serat abstrak memungkinkan pembentukan struktur serat yang secara acak memperkuat material jika distribusinya tepat.



Gambar 4. Diagram Perbandingan *Flexural Strength* Tiap Pola Variasi Serat

Berdasarkan nilai *flexural strength*, pola variasi serat vertikal dan abstrak memberikan performa lentur terbaik pada material komposit sabut kelapa – resin epoxy. Pola variasi serat vertikal menyajikan hasil paling konsisten dan unggul dalam hal ketahanan terhadap beban lentur. Sementara pola abstrak menunjukkan potensi tinggi apabila distribusi serat acak tersusun dengan baik.

Pola horizontal menunjukkan performa paling rendah dan tidak konsisten, terutama terlihat dari nilai minimum sampel 5 dengan nilai *flexural strength* 12,62 MPa. Ini menunjukkan bahwa orientasi serat yang tegak lurus terhadap arah lentur kurang mampu menahan gaya yang terjadi pada pengujian.

Dengan memakai nilai rata – rata *flexural strength* tertinggi yaitu pada pola variasi serat vertikal dengan nilai *flexural strength* 26,36 MPa, maka material komposit sabut kelapa – resin epoxy pada penelitian kali ini layak dipakai pada penggunaan pengaplikasian dinding non – struktural. Kelayakan material komposit pada penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya, dimana nilai *flexural strength* material komposit sabut kelapa – resin epoxy berada pada rentan 12-30 MPa[7].

Relevansi Nilai *Flexural Strength*

Flexural Strength pada dinding non – struktural memiliki relevansi. Dalam kenyataannya, nilai ini berpengaruh terhadap beberapa aspek pentik dalam penggunaan sehari – hari, yaitu :

- a. Kestabilan dimensi dan kekuatan (*stiffness*)
 1. Nilai *flexural strength* yang baik menunjukkan bahwa panel/dinding tidak mudah melengkung, bergelombang. Terutama jika dipasang dalam ukuran besar atau terbuka lebar.
 2. Penting untuk menjaga kerataan dan estetika dinding
- b. Daya tahan terhadap beban ringan
 1. Daya tahan terhadap beban terdistribusi. meskipun bukan elemen struktural utama, dinding non – struktural tetap bisa terkena beban ringan, misalnya : orang bersandar, dipasang gantungan, getaran akibat aktivitas dalam ruangan.
 2. Jika nilai lenturnya rendah, panel bisa melengkung, retak halus, atau rusak secara perlahan.
- c. Kemudahan pemasangan dan penanganan
 1. Selama proses pemasangan panel sering diangkat, dipotong, atau dibor. Material dengan *flexural strength* rendah lebih rentan patah saat dipasang terutama dibagian sudut atau lubang.

Perbandingan Komposisi Material Komposit Sabut Kelapa – Resin Epoxy

Penggunaan komposisi ini didasarkan dengan membandingkan pada beberapa penelitian yang masih menggunakan tambahan bahan kimia NaOH[25][26] sehingga tidak terfokus pada komposisi sabut kelapa (*filler*) dan resin epoxy (*matriks*). Pada penelitian

ini penggunaan komposisi variasi hanya terbatas pada sabut kelapa – resin epoxy tanpa campuran bahan kimia seperti NaOH adalah menggunakan perbandingan 1 : 10, dimana penggunaan sabut kelapa (*filler*) 10 gram dan resin epoxy (*matriks*) 100 gram. pada variasi komposisi sabut kelapa – resin epoxy yang lain, yaitu dengan komposisi 1 : 9 dimana sabut kelapa (*filler*) 10 gram dan resin epoxy (*matriks*) 90 gram dan 1 : 11 dimana sabut kelapa (*filler*) 10 gram dan resin epoxy 110 gram.

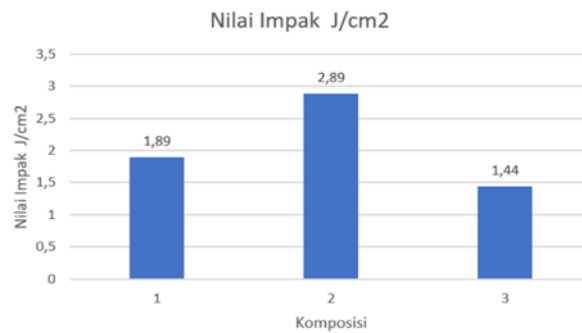


Gambar 5. Sampel Dengan Komposisi 1 : 11 (sampel 1), Sampel Dengan Komposisi 1 : 9 (sampel 2).

Tabel 5. Hasil Pengujian Impak dengan komposisi material 1 : 11 dan 1 : 9

<u>Kode Sample</u> Sample Code	<u>Dimensi Luar</u> Size Dimension (cm)		<u>Energi Serap</u> Absorb Energy (Joule)	<u>Nilai Impak</u> Joule/cm ²	<u>Keterangan</u> Remarks
	<u>Lebar (Width)</u>	<u>Tinggi (Height)</u>			
Sampel 1	1.64	1.27	3	1.44	24.7°C
Sampel 2	1.66	1.27	4	1.89	

Dengan adanya perbandingan komposisi ini, maka pada penelitian ini pemilihan komposisi sabut kelapa – resin epoxy adalah 1 : 10. Ditunjukkan dengan perbandingan grafik pada Gambar 4.18, menunjukkan hasil pada material komposit dengan komposisi 1:9 (1) dengan nilai impak 1,89 J/cm², material komposit dengan komposisi 1:10 (2) dengan nilai impak 2,89 J/cm², material komposit dengan komposisi 1:11 (3) dengan nilai impak 1,44 J/cm².



Gambar 6. Grafik Perbandingan Tiap Komposisi Sabut Kelapa – Resin Epoxy

Perbandingan Nilai Mekanis Material Konvensional

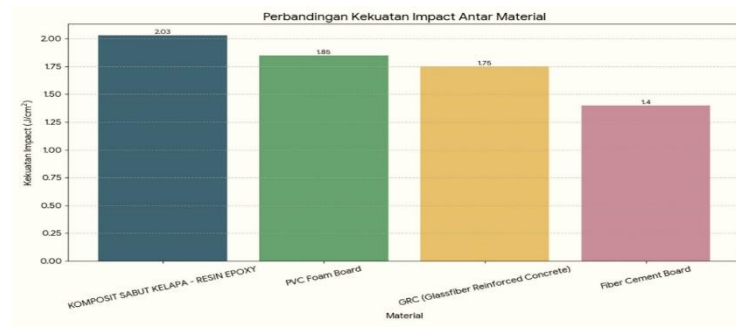
Dalam penelitian ini, dilakukan analisis perbandingan sifat mekanis beberapa material konvensional yang umum digunakan sebagai dinding non – struktural, yaitu *Glassfiber Reinforced Concrete* (GFC), *PVC Foam Board*, dan *Fiber Cement Board*. Parameter yang dijadikan acuan adalah kekuatan lentur (*flexural strength*) dan kekuatan impak (*impact strength*). Kedua parameter ini penting dalam menentukan ketahanan material terhadap pembebanan ringan dan benturan yang kerap terjadi dalam penggunaan sehari – hari.

Perbandingan *Impact Strength*

Kekuatan impak (*impact strength*) merupakan parameter penting dalam menilai kemampuan suatu material menahan energi benturan sebelum mengalami kerusakan. Dalam konteks dinding non – struktural, kekuatan impact dibutuhkan agar panel tidak mudah retak atau pecah saat terkena gaya benturan, baik dari aktivitas penghuni maupun kondisi lingkungan.

Tabel 6. Perbandingan Nilai *Impact Strength*

Material	<i>Impact Strength</i> (J/cm ²)
Komposit sabut kelapa – resin epoxy	2,03
Glassfiber Reinforced Concrete (GRC)	1 – 2,5
PVC Foam Board	1,2 – 2,5
Fiber Cement Board	0,8 – 2



Gambar 7. Grafik perbandingan Nilai *Impact Strength* Material Konvensional Dan Material Komposit Sabut Kelapa Dan Resin Epoxy

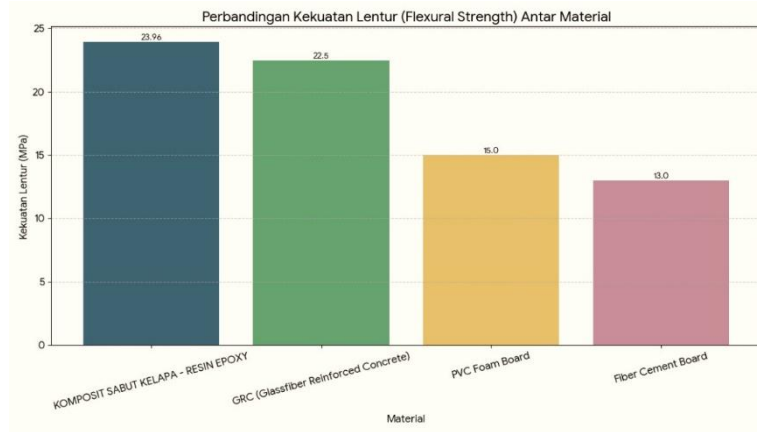
Komposit sabut kelapa – resin epoxy menunjukkan nilai kekuatan *impact* sebesar 2,03 J/cm², berada ditingkat atas dalam rentang performa jika dibandingkan dengan material konvensional. Nilai tersebut menunjukkan bahwa komposit ini cukup tangguh terhadap benturan ringan hingga sedang. Daya serap energi benturan dari serat sabut kelapa yang fleksibel dan matriks resin epoxy yang kuat memberi kontribusi signifikan terhadap ketangguhan ini.

Perbandingan *Flexural Strength*

Kekuatan lentur (*flexural strength*) menunjukkan kemampuan material untuk menahan gaya lentur sebelum patah. Dalam aplikasi dinding non – struktural, material yang memiliki kekuatan lentur baik cenderung lebih stabil secara dimensi, tidak mudah melengkung, serta lebih aman saat pemasangan dan pemakaian.

Tabel 7. Perbandingan Nilai *Flexural Strength*

Material	<i>Flexural Strength</i> (Mpa)
Komposit sabut kelapa – resin epoxy	23,96
Glassfiber Reinforced Concrete (GRC)	15 – 30
PVC Foam Board	10 – 20
Fiber Cement Board	8 – 18



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai *Flexural Strength* Material Konvensional Dan Material Komposit Sabut Kelapa Dan Resin Epoxy

Komposit sabut kelapa – resin epoxy memiliki *flexural strength* rata – rata sebesar 23,96 Mpa berdasarkan hasil uji standar ASTM D790. Nilai ini menyaingi dengan material konvensional lainnya, hal ini menunjukkan bahwa material komposit ini sangat kompetitif dari segi kekuatan lentur, dengan potensi tinggi untuk menjaga kestabilan dimensi panel dinding selama pemasangan dan pemakaian.

Perbandingan Harga Per m² Material Konvensional Dan Komposit

Selain mempertimbangkan sifat mekanis, aspek biaya per meter persegi (Rp/m²) menjadi pertimbangan penting dalam menentukan kelayakan penggunaan suatu material. Biaya material akan sangat mempengaruhi efisiensi proyek, terutama dalam skala besar. Oleh karena itu, pada sub – bab ini dilakukan perbandingan antara material konvensional dengan material komposit berbasis sabut kelapa – resin epoxy yang menjadi objek penelitian.

Harga yang tercantum merupakan estimasi rata – rata berdasarkan data pasar konstruksi di Indonesia tahun 2024 dan dapat bervariasi tergantung merek, ketebalan dan lokasi pembelian.

Harga komposit sabut kelapa – resin epoxy ditentukan berdasarkan estimasi biaya bahan baku dan proses produksi manual skala laboratorium, bukan produksi massal industri. Memungkin biaya yang tertera dapat menurun secara signifikan jika diproduksi secara massal dan efisien.

Tabel 8. Perbandingan harga per m² Material Konvensional Dan Komposit

Material	Harga Per m ² (Rp)
Komposit sabut kelapa – resin epoxy	90.000 – 130.000
Glassfiber Reinforced Concrete (GRC)	130.000 – 180.000
PVC Foam Board	100.000 – 160.000
Fiber Cement Board	70.000 – 120.000

Komposit sabut kelapa – resin epoxy menunjukkan harga kompetitif dibandingkan dengan material konvensional, terutama jika mempertimbangkan keunggulan dari sisi keberlanjutan dan performa mekanis yang sebanding bahkan lebih unggul dalam beberapa aspek. Jika dibandingkan GRC, komposit ini relatif lebih ringan dan berpotensi lebih mudah diproses, meskipun harganya masih sedikit di bawah GRC secara umum. Dibandingkan PVC *Foam Board*, komposit sabut kelapa – resin epoxy memiliki harga yang tidak berbeda jauh, namun keunggulan ekologisnya menjadi nilai tambah penting. *Fiber Cement Board* tetap menjadi material paling ekonomis, tetapi dari sisi kekuatan dan keberlanjutan komposit sabut kelapa – resin epoxy menawarkan alternatif yang menarik untuk jangka panjang.

SIMPULAN

Pada penelitian tugas akhir ini dapat disimpulkan, sebagai berikut :

1. Komposit sabut kelapa – resin epoxy memiliki karakteristik mekanik yang baik. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan standar ASTM, material komposit berbasis limbah sabut kelapa – resin epoxy menunjukkan nilai kekuatan lentur (*flexural strength*) rata – rata 23,96 MPa dan kekuatan *impact* rata – rata 2,03 J/cm². Nilai ini menunjukkan bahwa material tersebut cukup kuat untuk menahan beban lentur dan benturan ringan hingga sedang, sehingga layak digunakan untuk aplikasi dinding non – struktural.
2. Komposit sabut kelapa – resin epoxy kompetitif dibandingkan material konvensional. Jika dibandingkan dengan material konvensional seperti GRC, PVC *Foam Board*, dan *Fiber Cement Board*, material komposit sabut kelapa – resin epoxy memiliki performa mekanis yang setara bahkan unggul dalam beberapa aspek. Dalam hal ini kekuatan lentur dan *impact*, nilai komposit berada pada kisaran atas dari rentang material konvensional. Menunjukkan bahwa material ini layak sebagai alternatif dari segi performa fisik.
3. Berpotensi menjadi material ramah lingkungan untuk konstruksi berkelanjutan. Penggunaan limbah sabut kelapa sebagai bahan penguat memberikan nilai tambah

dari sisi keberlanjutan dan efisiensi sumber daya. Serat sabut kelapa yang bersifat terbarukan, mudah didaur ulang, dan berlimpah di Indonesia menjadikan komposit ini mendukung konsep *green building*, sejalan dengan tren material konstruksi ramah lingkungan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- N. Martina, P. Agung, M. Agung, Tullah, and Nuriskasari, "Bahan Komposit Plastik untuk Aplikasi pada Bubungan Atap di Indonesia," *Senastitan Iv*, pp. 1–6, 2024.
- X. Salahudin, S. H. N. Mulyaningsih, I. N. Hadi, and T. Armanto, "Optimalisasi Komposit Matriks UPRS Ramah Lingkungan Berpenguat Cocofiber Dengan Penambahan Clay," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 18(1), pp. 113–120, 2023, doi: 10.32497/jrm.v18i1.3983.
- F. Ikramullah, F. Safriwardy, S. Suryadi, R. Putra, F. Faisal, and M. Masrullita, "Impact and Bending Tests of Coconut Palm and Thorny Bamboo Laminated Beams for Wooden Ship Keel Construction," *Electron. J. Educ. Soc. Econ. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 53–59, 2025, doi: 10.33122/ejeset.v6i1.403.
- M. T. H. Sultan, V. R. Kar, S. K. Panda, and K. Jayakrishna, *Advanced Composite Materials and Structures*, vol. 10. CRC PRESS, 2022. doi: 10.1201/9781003158813.
- M. Elkington, D. Bloom, C. Ward, A. Chatzimichali, and K. Potter, "Hand layup: understanding the manual process," *Adv. Manuf. Polym. Compos. Sci.*, vol. 1, no. 3, pp. 138–151, 2015, doi: 10.1080/20550340.2015.1114801.
- Siregar, Rahayu, and Fadillah, "Penguujian Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa dengan Matrik Epoxy Resin," Universitas Negeri Medan, 2024.
- F. Maulanah and M. A. Irfa'i, "Analisis Kekuatan Impak Pada Komposit Hibrida Berbasis Serat Sabut Kelapa Dan Serat Kulit Jagung Dengan Perlakuan Perendaman Naoh Serta Menggunakan Resin Epoxy," *JTM*, pp. 51–56, 2025.