



## Studi Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabuk Kelapa *Antisymmetric Laminates*

Samhuddin<sup>1\*</sup>, Aminur<sup>1</sup>, Sri Amrin Al Kadirun<sup>2</sup>,<sup>1</sup>La Ode Ahmad Barata

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Halu Oleo, Kendari 93232

<sup>2</sup>Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Halu Oleo

### Riwayat Artikel:

Diajukan: 26/06/2025

Diterima: 14/06/2025

Daring: 17/06/2025

Terbit: 30/06/2025

### Kata Kunci:

Serat alami  
Sabuk kelapa  
Laminasi antisimetris  
Kekuatan tarik  
Modulus elastisitas

### Keywords:

Natural fiber  
Coconut sheath  
Antisymmetric laminate  
Tensile strength  
Elastic modulus

### Abstrak

Pemanfaatan material komposit berbasis serat alami semakin berkembang sebagai alternatif ramah lingkungan terhadap material sintetis. Serat sabuk kelapa merupakan limbah pertanian yang memiliki potensi sebagai penguat dalam matriks polimer karena kekuatan dan kelenturannya. Studi ini memfokuskan pada kekuatan tarik komposit serat sabuk kelapa dalam konfigurasi *antisymmetric laminates*, yang belum banyak dieksplorasi. Penggunaan konfigurasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan performa mekanik, terutama dalam aplikasi struktural ringan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kekuatan tarik dan memahami pengaruh konfigurasi laminasi terhadap sifat mekanik komposit serat sabuk kelapa. Permasalahan yang diangkat adalah bagaimana kekuatan tarik pada komposit serat sabuk kelapa *antisymmetric laminates* dengan arah susunan  $[-45^\circ/+45^\circ/-45^\circ/+45^\circ]$  dan  $[-30^\circ/+30^\circ/-30^\circ/+30^\circ]$ . Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan tahapan: (1) persiapan serat, (2) perendaman serat, (3) pembuatan cetakan, (4) pembuatan komposit, (5) pembuatan spesimen, dan (6) pengujian tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tegangan tarik rata-rata tertinggi diperoleh pada susunan serat  $+45^\circ/-45^\circ/+45^\circ/-45^\circ$  sebesar 10,578 MPa, regangan tarik 2,452%, dan modulus elastisitas 0,004 GPa. Kontribusi positif dari studi ini adalah membuka potensi baru pemanfaatan limbah sabuk kelapa sebagai penguat komposit dengan kinerja mekanik yang menjanjikan dalam konfigurasi laminasi tertentu. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam variasi sudut laminasi dan belum mengevaluasi perilaku komposit terhadap beban lain seperti lentur dan dampak. Studi lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi variasi orientasi serat yang lebih luas dan pengujian mekanik multiaxial untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif.

### Abstract

The utilization of natural fiber-based composite materials is increasingly developing as an environmentally friendly alternative to synthetic materials. Coconut sheath fiber is an agricultural waste with potential as reinforcement in polymer matrices due to its strength and flexibility. This study focuses on the tensile strength of coconut sheath fiber composites in antisymmetric laminate configurations, which have not been widely explored. Such configurations are expected to enhance mechanical performance, particularly in lightweight structural applications. The study aims to analyze tensile characteristics and understand the influence of laminate orientation on the mechanical properties of the composite. The problem addressed is how tensile strength behaves in coconut sheath fiber antisymmetric laminates with fiber orientations of  $[-45^\circ/+45^\circ/-45^\circ/+45^\circ]$  and  $[-30^\circ/+30^\circ/-30^\circ/+30^\circ]$ . A quantitative research method was used, consisting of the following stages: (1) fiber preparation, (2) fiber soaking, (3) mold fabrication, (4) composite fabrication, (5) specimen preparation, and (6) tensile testing. The results showed that the highest average tensile stress was obtained in the  $+45^\circ/-45^\circ/+45^\circ/-45^\circ$  orientation, with a value of 10.578 MPa, a tensile strain of 2.452%, and an elastic modulus of 0.004 GPa. The positive contribution of this study lies in revealing the potential of coconut sheath waste as a reinforcing material for composites with promising mechanical performance under specific laminate configurations. However, the study is limited in the range of fiber orientations explored and does not include evaluations under other mechanical loads such as bending and impact. Further studies are recommended to investigate a wider range of fiber orientations and to conduct

\*Korespondensi: [samhuddinkbn@gmail.com](mailto:samhuddinkbn@gmail.com)



*multiaxial mechanical testing to obtain a more comprehensive understanding of the composite behavior.*

## Pendahuluan

Komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat. Komposit terdiri dari dua bagian yaitu matrik dan *filler*, dimana matrik berfungsi sebagai bahan atau zat pengikat/pelindung suatu material komposit, matrik yang digunakan pada penelitian ini adalah *resin polyester* dan katalis, dan *filler* berfungsi sebagai bahan pengisi komposit yang terdiri dari serbuk atau serat-serat memanjang.

Unsur utama dari bahan komposit adalah serat, serat inilah yang menentukan karakteristik suatu bahan seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik yang lain. Serat berfungsi untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada material komposit, sedangkan matrik berfungsi untuk mengikat serat, melindungi, dan meneruskan gaya antar serat [1],[2]

Serat adalah suatu jenis bahan yang berbentuk material-material atau komponen-komponen yang berupa jaringan memanjang yang utuh. Secara umum, serat dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu serat sintesis dan serat alam. Serat sintesis atau biasa dikenal dengan sebutan serat buatan adalah suatu bahan yang molekulnya secara disengaja disusun oleh manusia melalui berbagai rangkaian proses kimia [2],[3]. Serat alam adalah suatu bahan material komposit yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, hewan maupun mineral yang dapat diolah dengan berbagai macam cara seperti melalui dekortisasi [4],[5].

Material komposit berpenguat serat alam (*natural composite*) terus dikembangkan sebagai bahan alternatif pengganti bahan komposit sintesis, Meskipun serat sintesis lebih berpotensi sebagai bahan utama pembuatan material komposit dalam berbagai bidang, namun serat sintesis ini memiliki sifat sukar didaur ulang serta dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan karena sifatnya yang anorganik [5],[6]. Serat alam memiliki keunggulan sebagai bahan penyusun komposit diantaranya adalah kekuatan dan kekakuan yang relatif cukup, tinggi, ringan, serta dapat diproses secara alami dan ramah lingkungan [7]. Serat alam yang selama ini masih jarang dimanfaatkan adalah sabut kelapa. Serat sabut kelapa atau dalam perdagangan dunia dikenal dengan nama *coco fiber*, *coir fiber*, *coir yarn*, *coir mats*, dan *rugs*, merupakan produk dari hasil pengolahan sabut kelapa. Secara tradisional serat sabut kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan sapu, keset kaki, tali, dan alat-alat rumah tangga. Serat sabut kelapa ini memiliki kelebihan yaitu potensinya yang melimpah, ringan, kuat, elastis, tahan terhadap salinitas, dapat menetralkan keasaman tanah, mempunyai nilai ekonomis, murah dan ramah lingkungan, namun serat sabut kelapa ini mempunyai kelemahan sifat mekanik oleh karena itu untuk meningkatkan sifat mekanik dari serat sabut kelapa ini dilakukan perendaman NaOH sebanyak 5% dengan waktu selama 2 jam [2].

Zulkifli & Bagus Dharmawan [8] melakukan penelitian tentang analisa pengaruh perlakuan alkali dan *hydrogen peroksida* terhadap kekuatan mekanik komposit serat sabut kelapa bermatrik *epoxy*. Pada penelitian ini dilakukan perlakuan perendaman NaOH pada serat sabut kelapa terhadap kekuatan mekanik material komposit yang diperkuat dengan serat sabut kelapa sebanyak 10%, 15%, dan 20% selama 2 jam. Pada penelitian ini diperoleh hasil pengaruh perlakuan perendaman NaOH dengan konsentrasi 15% pada serat sabut kelapa menunjukkan nilai tegangan tarik yang paling optimal yaitu sebesar 23.497 MPa dan nilai regangannya sebesar 3.918% pada material komposit, hal ini disebabkan oleh ikatan *interface* antara serat dan matrik menjadi lebih kuat sehingga tegangan dapat terjadi secara merata, sebelum terjadi patah pada material komposit.

Siswanto 2016 [9] melakukan penelitian tentang Karakteristik kulit waru yang disusun laminasi bermatriks *polyester* dengan orientasi serat ( $30^\circ, 35^\circ, 40^\circ$ ) terhadap sifat fisis dan mekanis. Menjelaskan bahwa efek desain lay-up sangat berpengaruh terhadap gaya tekan dan penerusan tegangan yang terjadi, desain lay-up ini juga berpengaruh pada kekakuan komposit tersebut. Komposit yang disusun asimetri lebih menguntungkan dari pada komposit yang disusun simetri karena lebih kuat terhadap tekanan dan lebih optimal dalam meneruskan tegangan yang terjadi. Selain itu komposit simetri lebih tahan terhadap keretakan karena putaran. Sifat mekanik dari serat kulit waru dengan metode perlakuan alkali dengan variasi arah serat sehingga didapatkan pemanfaatan yang tepat terhadap properties kekuatannya. Spesimen komposit yang diperkuat serat kulit waru dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam harga kekuatan tariknya hampir sama arah sudut serat  $0^\circ/0^\circ/45^\circ/-45^\circ/0^\circ/0^\circ$  yaitu 86,12 N/mm<sup>2</sup>  $0^\circ/45^\circ/0^\circ/0^\circ/-45^\circ/0^\circ$  yaitu 86,46 N/mm<sup>2</sup>  $0^\circ/45^\circ/0^\circ/-45^\circ/0^\circ/0^\circ$  yaitu 86,78 N/mm<sup>2</sup>.

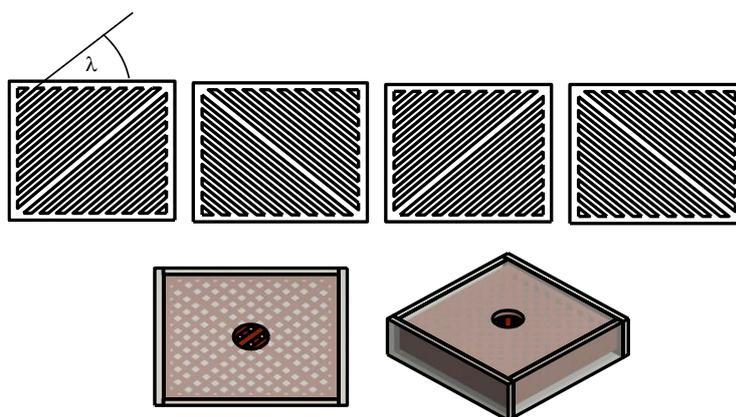
Mawardi, Saputra & Fakhriza [10] melakukan penelitian tentang kajian sifat mekanik beban kejut komposit epoksi berpenguat serat sabut kelapa. Pada penelitian ini dilakukan perlakuan perendaman NaOH sebanyak 2,5% selama 5 jam terhadap serat sabut kelapa sepanjang 3 cm menggunakan *resin epoksi* dan hardener dengan perbandingan 2:1, penggunaan fraksi volume serat sebagai perbandingan yaitu 10%, 20%, dan 30%. Pada penelitian ini diperoleh hasil nilai pengujian dampak tertinggi dihasilkan pada komposit epoksi dengan penambahan serat 30% dibandingkan dengan 20% dan 10%. Semakin besar persentase serat sabut kelapa, maka semakin tinggi nilai pengujian dampaknya. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menjawab permasalahan yang dikemukakan, yakni: untuk mengetahui kekuatan tarik pada komposit serat sabut kelapa antisymmetric laminates dengan arah susunan  $[-45^\circ/+45^\circ/-45^\circ/+45^\circ]$  dan  $[-30^\circ/+30^\circ/-30^\circ/+30^\circ]$ .

## Metodologi

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: Serat sabut kelapa sebagai serat matriks pengisi komposit. Serat sabut kelapa berfungsi sebagai bahan penguat material komposit, yang terlihat pada **Gambar 1**. Matriks kemudian diperkuat dengan *Resin Polyester* berfungsi sebagai bahan campuran katalis yang bersifat mengikat dan menguatkan material komposit.



**Gambar 1.** Serat sabuk kelapa



**Gambar 2.** Pola anyaman matriks komposit dengan sudut  $\lambda$

### Persiapan Serat

Proses persiapan serat ini dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

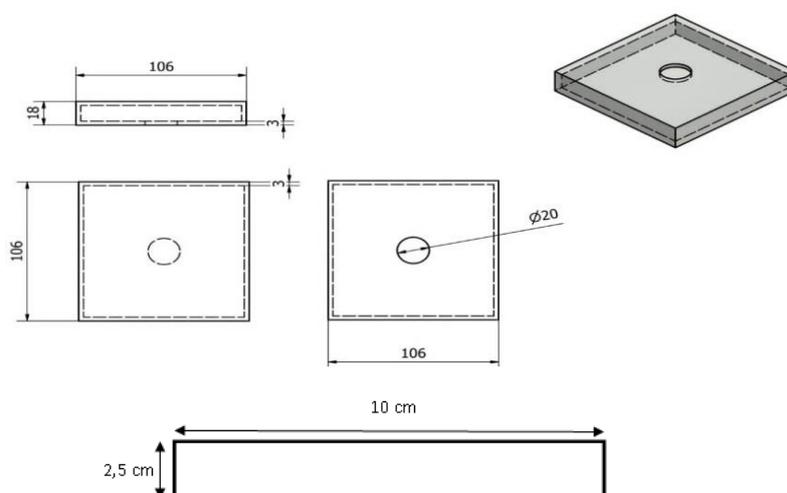
1. Pemisahan sabut kelapa dari buahnya.
2. Serat sabut kelapa dipisahkan secara manual dari sabut kelapa.
3. Serat sabut kelapa disimpan didalam sebuah wadah agar tidak hilang ataupun tercecer mengingat sifatnya yang ringan setelah menjadi serat.

### Perendaman Serat

Setelah proses persiapan serat telah selesai langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. NaOH ditimbang sebesar 25 ml, lalu dilarutkan dengan 500 ml air bersih.
2. Serat sabut kelapa direndam kedalam larutan NaOH 5% tersebut selama 2 jam.
3. Serat yang telah direndam selama 2 jam didalam larutan NaOH sebanyak 5% kemudian dikeluarkan.

4. Menjemur serat yang telah direndam dibawah sinar matahari selama 4 jam hingga 5 jam lamanya.



**Gambar 3.** Rancangan desain cetakan komposit

#### Pembuatan cetakan

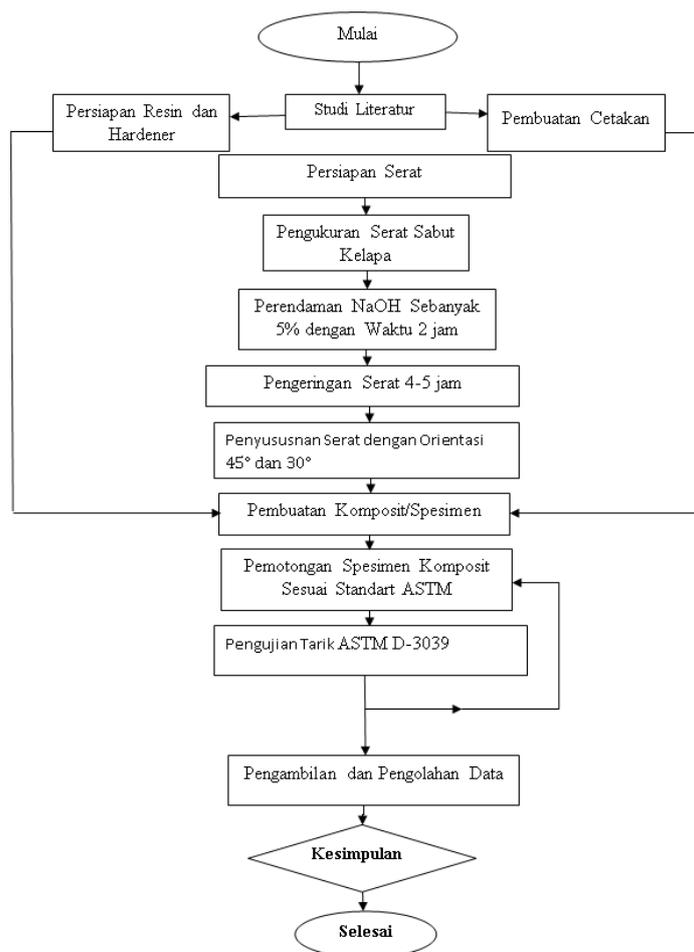
Adapun langkah-langkah penyediaan cetakan yaitu:

1. Cetakan terbuat dari kaca tebal 3 mm.
2. Kaca di potong dengan ukuran 100x100x5 mm.
3. Pada sekeliling tepi cetakan diberikan penyekat berupa lapisan lilin/malem untuk mencegah agar cairan resin tidak meluber keluar pada saat

#### Pembuatan Komposit

Setelah proses persiapan serat, perendaman serat, dan pembuatan cetakan langkah selanjutnya adalah pembuatan komposit sebagai berikut:

1. Menyusun serat ke dalam cetakan dengan arah susunan  $[-45^\circ/+45^\circ/-45^\circ/+45^\circ]$  dengan masing-masing ujung seratnya dilem menggunakan lem korea agar tetap kaku dan tidak berpindah dari posisi yang telah disusun.
2. Pada susunan pertama mengisi serat dengan arah susunan  $+45^\circ$  dengan masing-masing ujungnya dilem agar tetap kaku dan tidak berpindah dari posisi yang telah disusun.
3. Pada susunan kedua mengisi serat dengan arah susunan  $-45^\circ$  dengan masing-masing ujungnya dilem agar tetap kaku dan tidak berpindah dari posisi yang telah disusun.
4. Pada susunan ketiga mengisi serat dengan arah susunan  $+45^\circ$  dengan masing-masing ujungnya dilem agar tetap kaku dan tidak berpindah dari posisi yang telah disusun.
5. Pada susunan keempat mengisi serat dengan arah susunan  $-45^\circ$  dengan masing-masing ujungnya dilem agar tetap kaku dan tidak berpindah dari posisi yang telah disusun.
6. Setelah serat telah disusun meletakkan kaca diatas cetakan yang telah diberi lubang sebagai tempat penuangan campuran resin polyester dan katalis.
7. Mencampur resin polyester dan katalis dengan persentase resin 98% dan katalis 2%, yang masing-masing jumlahnya berturut-turut adalah: 51 mililiter dan 1,5 mililiter
8. Didiamkan hingga mengering didalam suhu ruangan
9. Setelah kering dilepaskan dari cetakan dengan cara membuka kaca secara perlahan-lahan.
10. Lakukan langkah 1 sampai 10 untuk arah serat  $[+30^\circ/-30^\circ/+30^\circ/-30^\circ]$ .



**Gambar 4.** Diagram alir proses studi uji komposit serat sabuk kelapa

## Hasil dan Pembahasan

### A. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dengan menggunakan standar ASTM D-3039 [11] dilakukan dengan tujuan untuk menguji ketahanan material komposit berpenguat serat sabuk kelapa antisymmetric laminates dengan cara memberikan beban tarik *uniaxial* (satu arah) yang bertambah secara terus menerus hingga spesimen benda uji tersebut putus. Data pengujian yang akan diambil pada pengujian tarik adalah sebagai berikut; Beban maximum, kekuatan tarik, modulus elastisitas dan regangan titik putus.

Data hasil pengujian tarik pada komposit serat sabuk kelapa antisymmetric laminates dengan arash susunan serat 45° dan 30° dilihat pada **Tabel 1** berikut ini.

**Tabel 1.** Tabel hasil pengujian tarik dengan orientasi susunan serat 45° dan 30°

Orientasi Serat +45°,-45°,+45°,-45°	Beban Maksimum (N)	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan Tarik (%)	Modulus Elastisitas (GPa)
1	1219,93	10,843	3,285	0,003
2	1052,86	10,027	2	0,005
3	1086,49	10,864	2,071	0,005
Rata-rata	1119,76	10,578	2,452	0,004
Orientasi +30°,-30°,+30°,-30°	Beban Maksimum (N)	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan Tarik (%)	Modulus lastisitas (GPa)
1	1008,00	8,96	2,714	0,003
2	638,598	5,940	1,642	0,003
3	515,857	4,912	1,928	0,002
Rata-rata	720,818	6,604	2,095	0,003

Untuk data-data hasil pengujian pada **Tabel 1** akan dilakukan analisis data menurut persamaan berikut untuk mengetahui nilai tegangan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas sebagai berikut:

a. Orientasi susunan serat 45°

1. Tegangan tarik

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P}{A_0} \\ &= \frac{1219,93 \text{ N}}{112,5 \text{ mm}^2} \\ &= 10,843 \text{ N/mm}^2 \\ &= 10,843 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2. Regangan tarik

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \\ &= \frac{2,3 \text{ mm}}{70 \text{ mm}} \times 100\% \\ &= 3,285 \%\end{aligned}$$

3. Modulus elastisitas

$$\begin{aligned}E &= \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \\ &= \frac{10,843 \text{ MPa}}{3,285 \%} \\ &= 3,300 \text{ MPa} \\ &= 0,003 \text{ Gpa}\end{aligned}$$

b. Orientasi susunan serat 30°

1. Tegangan tarik

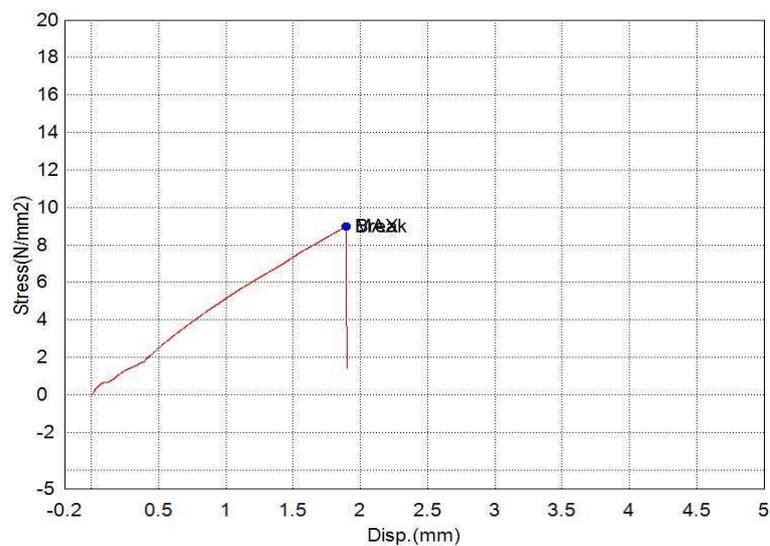
$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P}{A_0} \\ &= \frac{1008,00 \text{ N}}{112,5 \text{ mm}^2} \\ &= 8,96 \text{ N/mm}^2 \\ &= 8,96 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2. Regangan tarik

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \\ &= \frac{1,9 \text{ mm}}{70 \text{ mm}} \times 100\% \\ &= 2,714 \%\end{aligned}$$

3. Modulus elastisitas

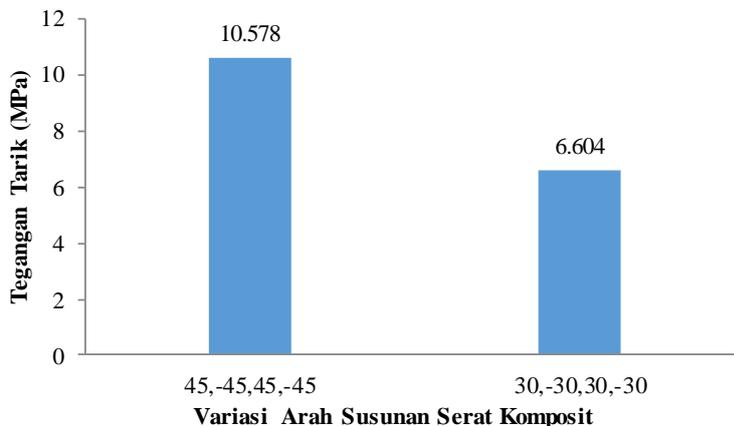
$$\begin{aligned}E &= \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \\ &= \frac{8,96 \text{ MPa}}{2,714 \%} \\ &= 3,301 \text{ MPa} \\ &= 0,003 \text{ GPa}\end{aligned}$$



**Gambar 5.** Pengujian sifat mekanis komposit dengan sudut matrik .....

B. Pengujian Sifat Mekanis dan Pembahasan

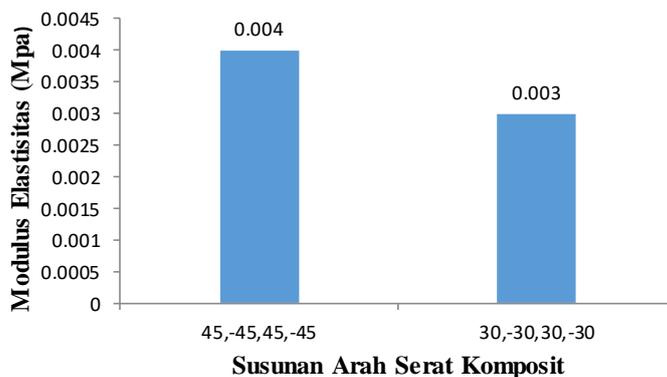
1. Nilai Tegangan Tarik Rata-Rata Untuk Masing-Masing Orientasi Sudut Serat



**Gambar 6.** Pengaruh variasi arah susunan serat terhadap nilai rata-rata tegangan tarik pada komposit

**Gambar 6** menunjukkan pengaruh sudut orientasi serat sabuk kelapa terhadap nilai tegangan tarik rata-rata komposit serat sabuk kelapa antisymmetric laminates dengan arah sudut +45°, -45°, +45°, -45° dan +30°, -30°, +30°, -30°. Dari **Gambar 6** dapat diketahui bahwa nilai tegangan tarik rata-rata tertinggi ditunjukkan oleh arah serat dengan sudut +45°, -45°, +45°, -45° sebesar 10,578 MPa dan nilai tegangan tarik rata-rata terendah ditunjukkan oleh arah serat dengan sudut +30°, -30°, +30°, -30° sebesar 6,604 MPa. Hal ini disebabkan karena tidak meratanya pengepresan pada tutup cetakan. Selain itu kualitas serat sabuk kelapa sebagai penguat memiliki diameter yang berbeda dan mempengaruhi berat dari serat tersebut sehingga setiap spesimen ada yang memiliki serat banyak dan ada yang sedikit. Kemudian tidak sempurnanya spesimen uji juga terlihat pada hasil patahan tarik yaitu beberapa spesimen komposit patah pada ujung Lo, hal ini membuktikan bahwa komposit tidak homogen sehingga titik terlemah tidak selalu berada di tengah sepanjang Lo. Dari permasalahan tersebut sehingga kekuatan tarik yang didapat pada spesimen uji tidak maksimal.

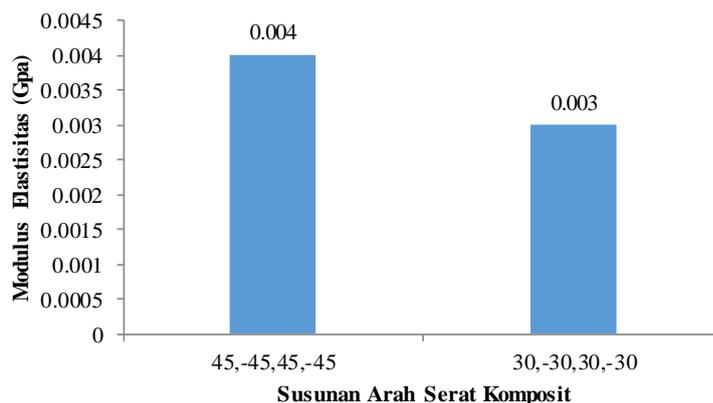
2. Nilai Modulus Elastisitas Rata-Rata Untuk Masing-Masing Orientasi Susunan Serat



**Gambar 7.** Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Terhadap Nilai Rata-Rata Regangan Tarik Pada Komposit

**Gambar 7** menunjukkan pengaruh sudut orientasi serat sabuk kelapa terhadap nilai regangan tarik rata-rata komposit serat sabuk kelapa antisymmetric laminates dengan arah sudut +45°, -45°, +45°, -45° dan +30°, -30°, +30°, -30°. Dari gambar 4.2. dapat diketahui bahwa nilai regangan tarik rata-rata tertinggi ditunjukkan oleh arah serat dengan sudut +45°, -45°, +45°, -45° sebesar 2,452 % dan nilai tegangan tarik rata-rata terendah ditunjukkan +30°, -30°, +30°, -30° sebesar 2,095 % . Hal ini disebabkan karena tidak meratanya pengepresan pada tutup cetakan. Selain itu kualitas serat sabuk kelapa sebagai penguat memiliki diameter yang berbeda dan mempengaruhi berat dari serat tersebut sehingga setiap spesimen ada yang memiliki serat banyak dan ada yang sedikit. Kemudian tidak sempurnanya spesimen uji juga terlihat pada hasil patahan tarik yaitu beberapa spesimen komposit patah pada ujung Lo, hal ini membuktikan bahwa komposit tidak homogen sehingga titik terlemah tidak selalu berada di tengah sepanjang Lo. Dari permasalahan tersebut sehingga kekuatan tarik yang didapat pada spesimen uji tidak maksimal [9].

### 3. Nilai Modulus Elastisitas Rata-Rata Untuk Masing-Masing Orientasi Susunan Serat



**Gambar 8.** Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Terhadap Nilai Rata-Rata Modulus Elastisitas

**Gambar 8** menunjukkan pengaruh sudut orientasi serat sabuk kelapa terhadap nilai modulus elastisitas rata-rata komposit serat sabuk kelapa antisymmetric laminates dengan arah sudut  $+45^\circ, -45^\circ, +45^\circ, -45^\circ$  dan  $+30^\circ, -30^\circ, +30^\circ, -30^\circ$ . Dari gambar 4.3. dapat diketahui bahwa nilai modulus elastisitas rata-rata tertinggi di tunjukan oleh arah serat dengan sudut  $+45^\circ, -45^\circ, +45^\circ, -45^\circ$  sebesar 0,004 GPa dan nilai modulus elastisitas rata-rata terendah ditunjukkan  $+30^\circ, -30^\circ, +30^\circ, -30^\circ$  sebesar 0,003 GPa. Hal ini disebabkan oleh arah serat dengan sudut  $+45^\circ, -45^\circ, +45^\circ, -45^\circ$  yang posisi arah seratnya hampir searah dengan arah gaya tarik yang di berikan sebesar 1119,76 N, sehingga pada saat penarikan komposit mampu menahan gaya tarik pada modulus elastisitasnya hingga mencapai titik patah sebesar 0,004 GPa. Pada susunan arah serat  $+30^\circ, -30^\circ, +30^\circ, -30^\circ$  memiliki nilai rata-rata modulus elastisitas sebesar 0,003 GPa yang diberikan gaya sebesar 720,818 N. Dapat kita lihat bahwa nilai modulus elastisitas rata-rata mengalami penurunan hal ini di sebabkan oleh arah susunan serat  $+30^\circ, -30^\circ, +30^\circ, -30^\circ$  yang posisi arah seratnya tidak searah dengan gaya tarik sehingga pada saat menerima gaya tarik komposit hanya mampu menahan gaya tarik sebesar 0,003 GPa dibandingkan dengan arah susunan serat  $+45^\circ, -45^\circ, +45^\circ, -45^\circ$  yang arah sudutnya hampir searah dengan gaya tarik atau saling tegak lurus sehingga mampu menahan gaya tarik pada modulus elastisitas lebih lama hingga mencapai titik patah.

### Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa orientasi serat dalam struktur laminasi sangat mempengaruhi kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas komposit serat sabuk kelapa. Komposit dengan arah susunan serat  $+45^\circ/-45^\circ/+45^\circ/-45^\circ$  menghasilkan performa mekanik terbaik, dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 10,578 MPa, regangan tarik 2,452%, dan modulus elastisitas 0,004 GPa. Sebaliknya, susunan serat  $+30^\circ/-30^\circ/+30^\circ/-30^\circ$  menunjukkan performa lebih rendah. Temuan ini memperkuat potensi serat sabuk kelapa sebagai bahan penguat komposit ramah lingkungan, terutama jika dipadukan dengan konfigurasi laminasi yang tepat. Namun, untuk hasil yang lebih optimal, diperlukan studi lanjutan dengan variasi orientasi serat yang lebih luas dan pengujian sifat mekanik lainnya seperti uji lentur dan dampak.

### Daftar Pustaka

- [1] R. A. Nur, "Pengaruh Penambahan Fraksi Volume Pada Komposit Matriks Epoksi dan Nanopartikel Titanium Dioksida TiO<sub>2</sub> Metode Open Molding Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Material," Universitas Andalas, 2021.
- [2] A. Gavrilu, B. Junipitoyo, and Linda Winiarsri, "Uji Tarik Dan Uji Impact Pada Komposit Serat Sabut Kelapa Dengan Variasi Arah Serat," *Pros. SNITP*, pp. 1-7, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.poltekbangsby.ac.id/index.php/SNITP/article/view/1339%0Ahttps://ejournal.poltekbangsby.ac.id/index.php/SNITP/article/download/1339/1371>
- [3] R. Damian, N. Bifel, E. U. K. Maliwemu, D. G. H. Adoe, and J. T. Mesin, "Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester," *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 2, no. 1, pp. 61-68, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/LJTMU/article/view/489>
- [4] E. Putra, D. Boangmanalu, A. Qadry, F. Taruyun, H. Sinaga, and A. B. Pratama, "Sabut Kelapa," vol. 05, no. 01, pp. 56-63, 2024.
- [5] N. Endriatno and L. O. A. Barata, "Ekstraksi Serat Alam Untuk Aplikasi Material Komposit Dengan Mesin Dekortikator," *Pist. J. Teknol.*, vol. 9, no. 1, pp. 7-14, Jul. 2024, doi: 10.55679/pistonjt.v9i1.54.
- [6] H. I. Firmansyah, A. Purnowidodo, S. A. Setyabudi, T. Mesin, and U. Brawijaya, "Pengaruh Mechanical Bonding Pada Aluminium Dengan Serat," vol. 9, no. 2, pp. 127-134, 2018.
- [7] R. Magga, "Sifat Kuat Tarik Material Komposit Hibrid Berpenguat Serat Ijuk Dan Sabut Kelapa Dengan Orientasi Serat Acak," *J. Mek.*, vol. 10, no. 2, pp. 980-991, 2019.
- [8] Zulkifli, I. B. Dharmawan, and W. Anhar, "Analisa pengaruh perlakuan kimia pada serat terhadap kekuatan

- impak charpy komposit serat sabut kelapa bermatriks epoxy,” *J. Polimesin*, vol. 18, no. 1, pp. 47–52, 2020.
- [9] D. Siswanto, “Karakteristik serat kulit waru yang disusun laminasi bermatrik poliseter dengan orientasi serat (30, 35, 45 derajat) terhadap sifat fisis dan mekanis,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.
- [10] I. Mawardi, A. Azwar, and A. Rizal, “Kajian perlakuan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit epoksi serat sabut kelapa,” *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 1, p. 22, 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i1.369.
- [11] ASTM, “Astm D3039/D3039M,” 2014. doi: 10.1520/D3039.

### **Ucapan penghargaan**

“Tidak tersedia”

### **Pernyataan Penulis**

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam publikasi artikel ini. Semua penulis menyetujui penerbitan artikel ini. Jangan dihapus bagian ini.

### **Lampiran**

“Tidak tersedia”