

## **BAB II**

### **TEORI PENUNJANG DAN KAJIAN PENELITIAN**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Perahu Nelayan**

Perahu nelayan adalah perahu atau kapal yang digunakan untuk menangkap ikan di laut, danau, maupun sungai oleh nelayan sebagai alat transportasi dan alat tangkap utama. Di beberapa literatur daerah, perahu nelayan didefinisikan sebagai sarana mobilitas nelayan untuk melakukan aktivitas penangkapan, pengangkutan, dan pendaratan hasil tangkapan. Perahu nelayan tradisional di Indonesia berkembang dari teknologi perahu Austronesia dan menyesuaikan kondisi lingkungan lokal seperti ombak, arus, dan kedalaman perairan. Cara pembuatannya umumnya berbasis pengalaman turun-temurun dan dikerjakan di galangan rakyat dengan teknik konstruksi kayu tradisional. (Wahyudin et al., 2022)

Secara umum, fungsi utama perahu nelayan ialah sebagai sarana penangkapan ikan dengan berbagai alat tangkap seperti jala, jaring, pancing, pukot, dan lain-lain. Selain itu, perahu nelayan juga berfungsi untuk mengangkut, menyimpan sementara, dan mengawetkan hasil tangkapan hingga tiba di darat. Di banyak wilayah pesisir, perahu nelayan memiliki peran sosial budaya sebagai simbol identitas komunitas, media ritual, serta warisan maritim yang menunjukkan keterampilan tradisional masyarakat pesisir. Perahu nelayan juga berkontribusi pada ekonomi lokal dengan membuka lapangan kerja pada sektor penangkapan, pengolahan hasil, hingga industri galangan kapal rakyat. (Solihin & Wahidhani, 2024)



Gambar 2. 1 Perahu Nelayan  
Sumber: <https://rri.co.id/>, 2025

##### **2.1.2 Komposit Material**

Komposit adalah material hasil rekayasa yang tersusun atas dua atau lebih komponen berbeda secara fisik maupun kimia, yang dikombinasikan untuk menghasilkan sifat mekanik dan karakteristik kinerja yang lebih baik dibandingkan masing-masing penyusunnya secara terpisah. (Marentiko et al., 2025) Material komposit pada umumnya tersusun atas dua fasa utama, yaitu fasa penguat dan fasa matriks. Fasa penguat berperan sebagai elemen utama yang memberikan kekuatan dan kekakuan, sedangkan fasa matriks berfungsi mengikat penguat, menyalurkan

beban, serta melindungi penguat dari pengaruh lingkungan.(Arfansyah Ramdhani et al., 2023)

Material komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis fasa penguatnya, antara lain komposit berpenguat serat, komposit berpenguat partikel, dan komposit struktural. Pada penelitian ini, perhatian difokuskan pada komposit berpenguat serat, di mana serat berperan dominan dalam menentukan sifat mekanik material. Keunggulan komposit dibandingkan material konvensional seperti logam dan kayu meliputi rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, fleksibilitas dalam perancangan, serta kemampuan untuk disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi tertentu.(Sharma et al., 2023)

### 2.1.3 Carbon Fiber

*Carbon fiber* adalah material komposit berperforma tinggi yang terbentuk dari serat karbon sangat tipis, biasanya berbentuk filamen panjang yang sangat halus, diproduksi melalui pirolisis prekursor organik (misalnya polyacrylonitrile) untuk menghasilkan struktur karbon kristalin yang kuat dan ringan. Sifat khas karbon fiber meliputi rasio kekuatan-terhadap-berat yang sangat tinggi, kekakuan (modulus elastisitas) yang besar, serta ketahanan terhadap kelelahan dan korosi, menjadikannya sangat ideal untuk aplikasi struktural dimana pengurangan bobot sangat penting.(Salafuddin & Fitri, 2025a)

Pada komposit, serat karbon bekerja sebagai penguat (reinforcement) yang menahan tegangan tarik utama, sedangkan matriks polimer (misalnya epoksi) mendistribusikan beban antar serat dan menjaga integritas struktur. Namun, performa komposit karbon sangat bergantung pada kualitas antarmuka serat matriks (interfacial shear strength, IFSS), banyak penelitian baru menunjukkan bahwa perlakuan permukaan serat seperti perlakuan kriogenik dapat meningkatkan kohesi permukaan dan IFSS secara signifikan, sehingga memperbaiki sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan geser.(Budiyantoro et al., 2024)

Kini, seiring meningkatnya jumlah sampah dari komponen berbasis karbon, isu daur ulang (recycling) menjadi penting dalam praktik rekayasa berkelanjutan. Analisis bibliometrik terkini mengindikasikan bahwa riset daur ulang komposit serat karbon tumbuh pesat karena tekanan dari ekonomi sirkular dan kebutuhan mengurangi limbah industri tinggi performa; metode seperti pirolisis sedang dikembangkan untuk memperoleh kembali serat karbon tanpa kehilangan kualitas mekanik secara drastis.



Gambar 2. 2 Carbon Fiber

Sumber: <https://pur-carbon.com/>, 2025

Tabel 2. 1 Jenis Serta Kekuatan Carbon Fiber

<b>Jenis Fiber Carbon</b>	<b>Bahan Dasar</b>	<b>Kekuatan Tarik (MPa)</b>	<b>Modulus Elastisitas (GPa)</b>	<b>Regangan Putus (%)</b>	<b>Referensi</b>
<i>PAN-Based Carbon Fiber</i>	Polyacrylonitrile (PAN)	3.500 – 7.000	230 – 600	1,0 – 2,0	<i>Royal Society Open Science (Altalbawy et al., 2025)</i>
<i>Pitch-Based Carbon Fiber</i>	Petroleum/ Mesophase Pitch	2.000 – 4.000	400 – 900	0,3 – 1,0	<i>Polymer Testing (Noh et al., 2025)</i>
<i>Rayon-Based Carbon Fiber</i>	Selulosa (Rayon)	1.500 – 3.000	150 – 300	±1,0	<i>Progress in Materials Science (Huber et al., 2026)</i>
<i>Carbon Fiber Weave (Woven)</i>	PAN/Pitch (Tenun)	3.000 – 6.000	200 – 500	1,0 – 2,0	<i>Journal of Engineering and Maintenance (Abas et al., 2025)</i>
<i>Chopped Carbon Fiber</i>	PAN (Serat pendek)	1.000 – 3.000	100 – 250	1,0 – 2,5	<i>Journal of Fibers and Polymer Composites (Korayem et al., 2025)</i>

#### 2.1.4 Serabut Kelapa

Serabut kelapa (coir) adalah serat lignoselulosa yang diperoleh dari mesokarp buah kelapa; komposisinya didominasi oleh selulosa, hemiselulosa, dan lignin (kandungan lignin relatif tinggi), sehingga secara alami memiliki densitas rendah, regangan putus relatif besar, dan ketahanan terhadap degradasi biologis serta kelembapan dibanding beberapa serat alami lain. Sifat mikroskopis dan kimiawi ini membuat coir menunjukkan perilaku mekanik yang dipengaruhi kuat oleh kondisi ekstraksi, ukuran serat, dan pra-perlakuan; penelitian karakterisasi dan optimasi perlakuan (mis. alkalisasi, silanisasi) dalam beberapa tahun terakhir melaporkan bahwa perlakuan yang tepat dapat meningkatkan adhesi serat–matriks serta menaikkan kekuatan tarik dan ketahanan terhadap penyerapan air. (Windyandari et al., 2021)

Aplikasi maritim serabut kelapa (coir) meliputi pemanfaatannya sebagai penguat atau inti pada panel komposit dan sandwich yang ditujukan untuk aplikasi ringan di

lingkungan laut (mis. interior kapal, panel non-struktur, atau inti sandwich pada struktur yang tidak menerima beban ekstrem). Beberapa studi menunjukkan potensi coir untuk memberikan isolasi termal dan akustik serta peredaman energi benturan pada panel, sehingga mendukung fungsi-fungsi seperti pemeliharaan mutu tangkapan dan kenyamanan kapal; namun penerapan langsung pada elemen struktural lambung yang menahan beban besar masih memerlukan optimasi desain inti, proteksi permukaan, dan pengujian pembebanan siklik dalam kondisi laut.(Nissar, N., et al., 2025)

Kelebihan dan kekurangan kekuatan material serabut kelapa perlu dipertimbangkan secara terpisah, di mana kelebihanannya mencakup rasio kekuatan-terhadap-berat yang baik untuk aplikasi ringan, kemampuan meredam energi yang meningkatkan *toughness* komposit hibrida, ketahanan alami terhadap pembusukan karena kandungan lignin yang tinggi, serta sifat keberlanjutan sebagai biomassa terbarukan, sedangkan kekurangannya meliputi variabilitas sifat antar batch serat, kecenderungan menyerap air yang dapat melemahkan ikatan serat–matriks dan menurunkan performa jangka panjang, serta nilai kekuatan mutlak (tensile strength dan modulus) yang lebih rendah dibanding serat sintesis seperti fiberglass dan carbon fiber sehingga memerlukan strategi seperti hibridisasi dan perlakuan permukaan, dengan studi terbaru menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kimia dan teknik fabrikasi mampu mengurangi keterbatasan tersebut dan meningkatkan ketahanan mekanik serta lingkungan material.(Okpala et al., 2021)



Gambar 2. 3 Sereabut Kelapa  
Sumber: <https://www.kompas.com/>, 2025

Tabel 2. 2 Kekuatan Serabut Kelapa

<b>Parameter Mekanik</b>	<b>Rentang Nilai</b>	<b>Satuan</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Referensi</b>
Kekuatan Tarik	95 - 220	MPa	Dipengaruhi oleh umur serat, metode ekstraksi, dan kadar lignin	<i>Polymers &amp; Composites</i> (Nissar, N, et al., 2025)
Modulus elastisitas	4 - 6	GPa	Lebih rendah dibanding serat sintesis, namun cukup untuk	<i>Royal Society of Chemistry</i> (Hasan, Horváth, Bak, et al., 2021)

			komposit non-struktural berat	
Regangan Putus	15 - 30	%	Relatif tinggi, menunjukkan sifat ulet dan tahan deformasi	<i>Journal of Materials Engineering &amp; Osasona</i> , 2024)
Kekuatan Lentur Komposit Berbasis Serabut Kelapa	40 - 120	MPa	Bergantung pada jenis matriks dan fraksi volume serat	<i>ILTEK : Jurnal Teknologi</i> (M et al., 2022)
Densitas Serat	1.15 – 1.25	g/cm <sup>3</sup>	Lebih ringan dibanding serat kaca	<i>Polymers &amp; Composites</i> (Martinelli et al., 2023)
Kandungan Lignin	40 - 45	%	Memberikan ketahanan tinggi terhadap kelembapan dan degradasi biologis.	<i>Composites Part C: Open Access</i> (Bawono et al., 2025)

### 2.1.5 Resin

Resin adalah polimer termoset atau termoplastik yang berfungsi sebagai matriks dalam material komposit, mengikat serat penguat (mis. serat kaca, karbon, atau serat alami) sehingga beban dapat didistribusikan antar serat dan struktur komposit bekerja sebagai satu kesatuan; tipe resin yang paling sering digunakan di industri maritim adalah epoksi, vinyl ester, dan unsaturated polyester, dimana epoxy umumnya dipilih untuk aplikasi struktural karena adhesi permukaan yang kuat dan sifat mekanik superior, vinyl ester menawarkan ketahanan kimia dan ketangguhan yang baik, sedangkan polyester menjadi pilihan ekonomis untuk aplikasi non-kritis.(Yim, 2025) Resin dipakai luas pada pembuatan lambung kapal, dek, komponen interior, papan sandwich, dan pelapis korosi, pada industri perkapalan, resin-bermatriks komposit menggantikan logam di banyak aplikasi karena kemampuan merancang bentuk kompleks, ketahanan terhadap korosi air asin, dan rasio kekuatan-terhadap-berat yang tinggi teknik fabrikasi yang umum mencakup hand-layup, vacuum infusion, dan resin infusion untuk panel sandwich atau laminat struktural. Namun, kinerja jangka panjang komposit marin sangat dipengaruhi oleh kondisi hygrothermal (kelembapan, suhu, siklus basah-kering) dan paparan air laut sehingga pemilihan jenis resin serta formulasi dan proses curing menjadi kunci untuk ketahanan di lapangan.(Wijewickrama et al., 2025)

Kelebihan utama resin pada komposit maritim mencakup ikatan serat–matriks

yang kuat terutama pada resin epoxy sehingga memberikan kekuatan tarik dan geser tinggi pada laminat, kemampuan menahan korosi lebih baik dibanding logam, serta fleksibilitas desain yang memungkinkan tercapainya struktur ringan dengan performa mekanik tinggi, sementara kekurangannya meliputi sensitivitas terhadap penetrasi air dan efek hygrothermal yang dapat menurunkan kualitas ikatan dan menyebabkan degradasi mekanik jangka panjang, sifat kerapuhan atau ketangguhan yang terbatas pada jenis resin tertentu yang memerlukan modifikasi, serta tantangan daur ulang pada termoset tradisional yang memengaruhi siklus hidup material, meskipun berbagai penelitian terbaru menunjukkan bahwa formulasi resin modern dan perlakuan proses seperti post-cure, penambahan filler, maupun penggunaan sistem resin hibrida mampu meningkatkan ketahanan mekanik serta memperpanjang umur layanan komposit di lingkungan laut.(Hussnain et al., 2024)



Gambar 2. 4 Resin

Sumber: <https://hade.co.id/>, 2025

#### 2.1.6 Katalis

Katalis atau hardener dalam sistem resin komposit berfungsi sebagai pemicu atau percepatan reaksi pengerasan (curing) resin, menginisiasi rantai polimerisasi dan pembentukan ikatan silang (crosslinking) antara molekul resin sehingga material berubah dari cair menjadi padat. Perubahan struktur ini sangat penting karena menentukan kekakuan akhir, stabilitas ukuran, dan sifat mekanik komposit. Tanpa katalis, resin termoset seperti poliester atau epoksi tidak dapat mengeras dengan cepat atau secara stabil dalam kondisi operasi normal.(Aziz et al., 2024)

Dalam pembuatan komposit untuk aplikasi maritim seperti lambung kapal dan panel struktural, pemilihan jenis serta konsentrasi katalis sangat penting karena katalis menentukan efektivitas proses curing di lingkungan laut dan memastikan terbentuknya struktur polimer yang tahan terhadap degradasi kimia maupun mekanik; campuran resi katalis yang tepat menghasilkan laminat dengan kekuatan tarik, kelenturan, dan ketahanan korosi yang baik, sementara kelebihanannya mencakup percepatan curing dan peningkatan kekuatan mekanik melalui ikatan silang yang optimal, sedangkan kekurangannya meliputi risiko pengerasan terlalu cepat yang memicu kerapuhan, perubahan stabilitas dimensi akibat variasi katalis, serta potensi penurunan performa mekanik jika formulasi tidak sesuai.(Barakat et al., 2024)



Gambar 2. 5 Katalis

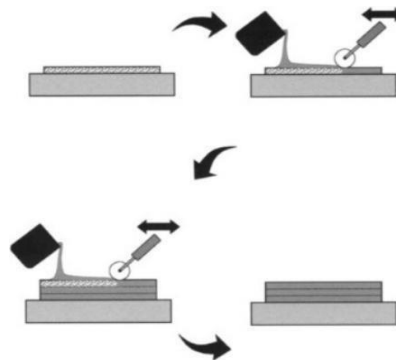
Sumber: <https://siplahokoladang.co.id>, 2025

### 2.1.7 Laminasi

Laminasi resin adalah salah satu teknik fabrikasi komposit yang dilakukan dengan menata serat penguat, baik berbentuk woven maupun unidirectional, secara berlapis kemudian diimpregnasi menggunakan resin cair. Selanjutnya, resin dibiarkan mengeras melalui proses pengeringan atau penambahan katalis hingga terbentuk struktur komposit yang solid. Proses laminasi ini bertujuan menghasilkan komposit berlapis (*laminated composite*) dengan kemampuan distribusi beban yang lebih merata di antara setiap lapisan. Metode laminasi resin yang umum digunakan ada dua:

#### 1. Hand Lay-Up

Metode ini merupakan teknik yang paling sederhana, di mana serat bambu disusun terlebih dahulu pada cetakan, kemudian resin dituangkan dan diratakan menggunakan rol hingga seluruh serat terimpregnasi secara optimal. Selanjutnya, dilakukan proses penekanan ringan (*roller compaction*) untuk mengurangi dan mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap di dalam laminat.



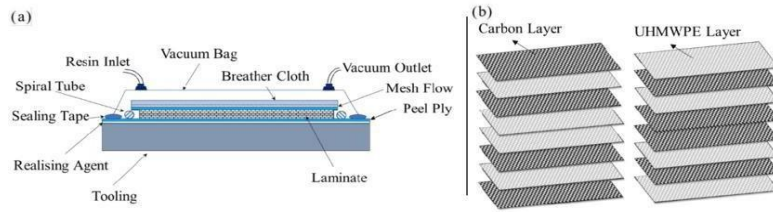
Gambar 2. 6 Hand Lay-Up

Keunggulan metode ini terletak pada kemudahan pelaksanaan dan biaya yang relatif rendah, namun kualitas hasil laminasi sangat dipengaruhi oleh tingkat keterampilan dan pengalaman operator (Kumar et al., 2024)

#### 2. Vacuum Bagging (Vacuum Assisted Lamination)

Metode ini memastikan tekanan negatif berupa vakum sebesar 0,6-0,8 bar untuk menjamin distribusi resin yang merata ke seluruh serat penguat serta meminimalkan terbentuknya *void*. (Shen, Liu, Liu, Zou, Gong, et al., 2024) Dengan

karakteristik tersebut, laminasi yang dihasilkan menunjukkan kerapatan dan homogenitas yang lebih baik, yang mengindikasikan bahwa metode ini mampu meningkatkan kekuatan tekan sebesar sekitar 20–25% dibandingkan dengan metode *hand lay-up* konvensional.



Gambar 2. 7 Vacuum Bagging (Vacuum Assisted Lamination)

Resin yang digunakan:

- Epoxy resin (viskositas rendah, ikatan kuat, curing room temperature).
- Catalyst (Hardener), misalnya polyamine 10–15% dari berat resin.
- Release agent untuk mencegah resin menempel di cetakan.

Tabel 2. 3 Parameter Laminasi

Parameter	Nilai Umum	Referensi
Suhu curing	25–60°C	(Kamath, 2025)
Waktu curing	24 jam	(Hussain & Jamil, 2021)
Tekanan vakum	0,7 bar	(Shen, Liu, Liu, Zou, Haibo, et al., 2024)
Fraksi serat	20–40%	(Islam et al., 2025)

## 2.2 Perahu Nelayan Tradisional dan Permasalahan Material

Perahu nelayan tradisional di Indonesia pada umumnya dirancang untuk mendukung berbagai metode penangkapan ikan serta menyesuaikan dengan karakteristik perairan setempat. Konstruksi dasarnya terdiri atas lambung (*hull*), rangka (*frame* atau *ribs*), papan kelin (*planking*), serta komponen pendukung lainnya seperti geladak dan tiang layar apabila digunakan.

Secara konvensional, kayu digunakan sebagai material utama rangka perahu karena mudah diperoleh, relatif ringan, serta memiliki kekuatan yang memadai dan mudah dikerjakan. Meskipun demikian, material kayu memiliki sejumlah kelemahan mendasar, khususnya ketika beroperasi di lingkungan laut yang bersifat agresif. Paparan organisme laut, seperti teritip (*barnacles*) dan mikroorganisme lainnya, dapat memicu proses pelapukan, pembusukan, serta penurunan kualitas struktural kayu. Kondisi ini, yang dalam istilah lokal dikenal sebagai fenomena “tritip lapuk”, berkontribusi terhadap berkurangnya umur layanan perahu, meningkatnya kebutuhan dan biaya perawatan, serta berpotensi menimbulkan risiko keselamatan awak kapal akibat kerusakan struktur yang sulit terdeteksi secara visual.

Permasalahan material lambung perahu yang dihadapi oleh nelayan merupakan isu yang sangat signifikan untuk dikaji. Ketergantungan pada penggunaan kayu tradisional yang

mudah mengalami pelapukan menjadi hambatan dalam menjamin keberlanjutan operasional perahu serta kestabilan mata pencaharian nelayan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan dan penerapan material alternatif yang memiliki ketahanan lebih baik terhadap degradasi lingkungan laut, serangan organisme perairan, serta mampu memberikan umur layanan yang lebih panjang.

### 2.3 Kekuatan Tekuk Material

Kekuatan tekuk material adalah kemampuan suatu material untuk menahan beban lentur tanpa mengalami kegagalan seperti retak, patah, atau deformasi permanen yang berlebihan, yang secara teknis didefinisikan sebagai tegangan maksimum yang dapat ditahan material saat diuji dengan metode *three-point bending* atau *four-point bending*, serta mencerminkan ketahanan material terhadap kombinasi tegangan tarik dan tekan yang bekerja secara bersamaan selama pembebanan lentur. Pada material komposit, kekuatan tekuk dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Jenis dan sifat serat penguat mencakup jenis serat, kekuatan intrinsik, modulus elastisitas, orientasi, serta fraksi volume serat di dalam matriks yang secara keseluruhan berperan penting dalam menentukan kekuatan tekan material komposit.
2. Jenis dan sifat matriks ditentukan oleh karakteristik resin, seperti kekuatan tekan, ketangguhan, serta kemampuannya dalam mentransfer beban ke serat, yang secara signifikan memengaruhi kinerja material komposit.
3. Ikatan antar serat dan matriks (*interfacial bonding*) ditentukan oleh kualitas adhesi antara serat dan matriks yang berperan dalam meningkatkan efisiensi transfer beban serta ketahanan material komposit terhadap kegagalan tekan.
4. Metode fabrikasi, seperti *hand lay-up*, *vacuum bagging*, atau *vacuum infusion*, berpengaruh terhadap tingkat kerapatan laminasi dan jumlah *void* yang terbentuk dalam material komposit.
5. Kandungan *void* dan cacat internal, berupa porositas atau ketidaksempurnaan struktur, dapat menurunkan kekuatan tekan material komposit secara signifikan.
6. Susunan dan urutan laminasi (*lay-up sequence*), yang ditentukan oleh orientasi dan urutan lapisan serat, berpengaruh terhadap respons material komposit dalam menahan beban tekan.
7. Kondisi lingkungan, seperti paparan air laut, tingkat kelembapan, dan variasi temperatur, dapat memengaruhi sifat mekanik material komposit, terutama pada aplikasi maritim.

Standar pengujian kekuatan tekuk untuk material komposit umumnya mengacu pada standar internasional ASTM D7264 (Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials), yang menetapkan metode pengujian, dimensi spesimen, konfigurasi pembebanan, serta perhitungan nilai kekuatan dan modulus lentur. (Mutiarra Ramadhan & Mujiyanto, 2023)

## 2.4 Kekuatan Tarik Material

Kekuatan tarik merupakan sifat mekanik material yang menyatakan besarnya tegangan maksimum yang dapat ditahan material saat dikenai beban tarik hingga terjadi kerusakan. Pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan memberikan beban tarik secara bertahap pada spesimen uji hingga terjadi patah atau kegagalan material. Nilai kekuatan tekan dinyatakan dalam satuan tegangan, biasanya Pascal (Pa) atau Megapascal (MPa).

Pada material komposit, kekuatan tekan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Jenis dan sifat serat penguat Karakteristik serat seperti kekuatan tarik, modulus elastisitas, panjang, dan orientasi serat sangat menentukan kemampuan komposit dalam menahan beban tarik.
2. Matriks pengikat Jenis matriks (misalnya resin epoksi atau poliester) berperan dalam mentransfer beban dari matriks ke serat serta menjaga kesatuan struktur komposit.
3. Fraksi volume serat Semakin tinggi fraksi volume serat hingga batas optimal, semakin besar kontribusi serat dalam menahan beban tarik komposit.
4. Ikatan antarmuka serat–matriks Kualitas adhesi antara serat dan matriks mempengaruhi efisiensi transfer beban, sehingga berdampak langsung pada kekuatan tarik komposit.
5. Orientasi dan distribusi serat Serat yang tersusun sejajar dengan arah beban tarik akan menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan orientasi acak.
6. Cacat dan kualitas proses manufaktur Keberadaan void, gelembung udara, atau ketidaksempurnaan proses pencetakan dapat menurunkan kekuatan tarik komposit.

Standar pengujian kekuatan tarik untuk material komposit umumnya mengacu pada standar internasional seperti ASTM D3039 (Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials) atau standar yang relevan lainnya, yang menetapkan metode preparasi spesimen, konfigurasi pengujian, dan cara perhitungan nilai kekuatan tekan. (Stanciu et al., 2021)

## 2.5 Kajian Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Penelitian Terdahulu	Objek / Material Penelitian	Temuan Utama	Keterbatasan / Celah Penelitian (Gap)	Relevansi Gap Terhadap Penelitian Ini
1	<i>Fabrication and characterization of coir/carbon fiber reinforced epoxy hybrid composite. (Singh et al., 2020a)</i>	Coir fiber + carbon fiber + epoxy resin hybrid composites	Hybrid menunjukkan peningkatan sifat mekanik (tarik, lentur, impak) dibanding komposit serat	Fokus bukan pada aplikasi marine / karakter lambung perahu.	Gap: perlu penelitian pada carbon/coir hybrid untuk aplikasi marine (air laut / tahan korosi).

			tunggal; perlakuan permukaan meningkatkan bonding.		
2	<i>Development and Characterization of Hybrid Coconut-S-Glass Fiber Composites.</i> (Chandel et al., 2025)	Coconut + S-glass fiber hybrid epoxy composites	Hybrid menunjukkan peningkatan tensile & flexural strength dibanding komposit natural saja.	Belum menguji carbon fiber; lebih fokus pada glass fiber.	Gap memperlihatkan perlunya perbandingan carbon vs glass dalam hybrid dengan serabut kelapa.
3	<i>Tensile and morphological properties of carbon-coir fiber epoxy composites</i> (Junus et al., 2025a)	Carbon fiber + coconut coir fiber epoxy	Memperlihatkan sifat tarik dan morfologi; penggunaan serabut kelapa memengaruhi kekuatan.	Data lengkap (fleksural) belum detail; fokus pada sifat tarik.	Gap: perlu analisis kelenturan & aplikasi marine yang lebih spesifik.
4	<i>Analisis Variasi Serat Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Hybrid Dari Serat Sabut Kelapa, Fiberglass, Dan Epoxy</i> (Mochammad Rifki Ramadhani et al., 2025)	Serat sabut kelapa + fiberglass epoxy	Kombinasi serat menghasilkan performa mekanik terbaik pada variasi tertentu; tensile ~25,52 MPa, flexural ~71,86 MPa.	Tidak menggunakan carbon fiber; material fiberglass memiliki performa berbeda.	Gap: perlu hybrid carbon/serabut kelapa dibanding hybrid lain.
5	<i>Pengaruh Waktu Treatment Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Tapis Kelapa</i> (Putu et al., n.d.)	Serat kelapa tapis fiber + polyester	Treatment NaOH berpengaruh terhadap kekuatan tarik & lentur.	Fokus hanya serat kelapa/unsaturated polyester; tanpa carbon fiber.	Gap: perlu efek treatment pada hybrid carbon/serabut kelapa.
6	<i>Karakteristik Kekuatan Impak Dan Kekerasan Hybrid Biokomposit</i> (Mawardi & Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe Jl Banda	Serat alami + serat sintetis (epoxy)	Hybrid alami-sintetis meningkatkan dampak & hardness.	Tidak menyebutkan carbon fiber secara spesifik; jenis serat sintetis generik.	Gap: butuh fokus carbon fiber + coir untuk sifat mekanik khusus aplikasi hull.

	Aceh-Medan Km, 2022)				
7	<i>Mechanical Properties Of Coconut–Carbon Fiber Hybrid Composites</i>	Coir + carbon hybrid composite	Hybrid mampu meningkatkan mechanical behavior dibanding natural fiber saja.	Tidak rinci pada standar ASTM/marine.	Gap: butuh standarisasi uji mekanik (ASTM) & konteks marine application.
8	<i>Study On The Mechanical Characteristics Of A Natural Fiber.(Raj et al., 2025)</i>	Hybrid berbagai serat (termasuk flax/carbon)	Hybridisasi meningkatkan strain tetapi flexural menurun bila fiber natural lemah.	Tidak spesifik ke coconut + carbon; fokus pada natural fiber umum.	Gap: cari kombinasi optimal carbon/serabut kelapa dengan stacking tertentu.
9	<i>A Comprehensive Review On Natural Fiber Reinforced Hybrid(Kaufmann et al., 2025b)</i>	Tinjauan hybrid composites	Hybrid natural–syntetic umumnya lebih baik dibanding natural saja; kendala adhesi & kelembapan.	Review; bukan eksperimen spesifik carbon/coir.	Gap menunjukkan perlunya penelitian eksperimental tentang carbon & coir dengan interfacial bonding optimization.

**Kesimpulan:**

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, studi mengenai komposit hybrid serabut kelapa dan serat sintesis umumnya masih berfokus pada peningkatan sifat mekanik secara umum, penggunaan serat selain carbon fiber, serta pengujian mekanik yang terbatas dan belum dikaitkan secara spesifik dengan kebutuhan struktural aplikasi kelautan. Selain itu, komposit carbon fiber–serabut kelapa masih jarang dikaji sebagai material lambung perahu nelayan dengan penekanan pada kekuatan tarik dan kelenturan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan menganalisis secara khusus karakteristik tarik dan lentur komposit hybrid carbon fiber dan serabut kelapa sebagai alternatif material lambung perahu nelayan yang aplikatif dan berkelanjutan.