



2580-2798 (e)
2588-6225 (p)

Inovtek Polbeng: Jurnal Inovasi Teknologi Politeknik Negeri Bengkalis
(Bengkalis State Polytechnic Technology Innovation Journal)

journal homepage: <https://jurnal.polbeng.ac.id/index.php/IP/index>

ANALISIS KEKUATAN MATERIAL KOMPOSIT PERPADUAN SERAT RAMI DAN SERAT TAPIS SEBAGAI ALTERNATIF *FIBERGLASS*

Harlian Kustiwanza¹⁾, Alamsyah¹⁾, Samsu Dlukha Nurcholik¹⁾, Chris Jeremy Verian Sitorus¹⁾, Hariyono¹⁾
Sintia Kartika Putri¹⁾

¹⁾Teknik Perkapalan, Jurusan Teknologi Kemaritiman, Institut Teknologi Kalimantan,
Jalan Soekarno Hatta Km.15, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia 76127

Corresponding Author: harlian.kustiwanza@lecturer.itk.ac.id

Article Info

Abstract

Keywords:

Composite; Ramie Fiber;
Tapis Fiber; Tensile Strength;
Bending Strength.

Article history:

Received: 30/04/2025
Last revised: 30/06/2025
Accepted: 28/06/2025
Available online: 30/06/2025
Published: 30/06/2025

DOI: <https://10.35314/bkamf823>

Abstrak

Dalam industri perkapalan, komposit banyak digunakan dalam pembuatan kulit kapal dikarenakan memiliki kelebihan tersendiri, seperti memiliki kekuatan yang dapat diatur, kekuatan lelah yang baik, dan kekuatan jenis komposit yang lebih tinggi serta tahan terhadap korosi. Bahan dasar komposit yang terbuat dari serat alam seperti serat rami yang berpotensi besar digunakan dalam bidang rekayasa, khususnya sebagai penguat bahan baru komposit dan limbah perkebunan yang memiliki potensi cukup besar diantaranya adalah pelepah kelapa yang termasuk jenis limbah padat yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa yang termasuk hasil ikutan dari proses pemanenan tandan buah segarnya. Dengan itu tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik serat alam anyaman rami dan tapis serta kekuatan tekuk dari serat alam anyaman rami dan tapis sebagai komposit bahan pembuatan kulit kapal dengan menggunakan Metode Pelapisan Manual pada saat proses pembuatan komposit. Penelitian ini dilakukan dengan menguji spesimen variasi anyaman rami variasi tapis dan variasi perpaduan anyaman rami dan tapis. Dan menghasilkan nilai rata-rata tarik dan bending disetiap variasi, yang mana dari ketiga variasi tersebut nilai terbesar dimiliki oleh variasi tapis (pelepah kelapa) dengan nilai kekuatan tarik sebesar 79,859 MPa dan nilai kekuatan bending sebesar 119,808 MPa.

Abstract

In the shipbuilding industry, composites are widely used in the construction of ship hulls due to their unique advantages, such as customizable strength, good fatigue resistance, higher specific strength, and corrosion resistance. Composite materials made from natural fibers, such as ramie fiber, have great potential in engineering applications, especially as reinforcement in new composite materials. Additionally, agricultural waste such as coconut frond, which is a type of solid waste resulting from coconut plantations and a by-product of the fresh fruit bunch harvesting process, also holds significant potential. Therefore, this study aims to investigate the tensile strength of natural fiber woven ramie and coconut frond (tapis), as well as the flexural strength of these materials as composites for ship hull construction, using the Hand Lay-Up Method in the composite manufacturing process. The research involved testing specimens with variations of woven ramie, coconut frond, and a combination of both. The results showed average tensile and flexural strength values for each variation, with the highest values obtained from the coconut frond (tapis) variation, which exhibited a tensile strength of 79.859 MPa and a flexural strength of 119.808 MPa.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan material komposit, khususnya fiberglass, telah menjadi hal yang umum dalam industri perkapalan di Indonesia. Fiberglass menjadi pilihan utama terutama untuk kapal-kapal nelayan, menggantikan kayu yang kini penggunaannya semakin dibatasi oleh regulasi pemerintah. Keterbatasan pasokan bahan baku kayu dan meningkatnya harga kayu turut mempercepat peralihan

penggunaan material kapal dari kayu ke fiberglass. Selain itu, kapal kayu memerlukan perawatan intensif dengan masa pakai yang relatif pendek. Sebaliknya, kapal fiberglass menawarkan keunggulan berupa masa pakai yang lebih lama, perawatan yang lebih mudah, serta biaya operasional yang lebih efisien [1].

Material *fiberglass reinforced plastic* (FRP) juga dikenal memiliki keunggulan lain, seperti bobot yang ringan, ketahanan yang tinggi terhadap korosi, serta biaya perakitan yang lebih ekonomis karena minimnya penggunaan komponen sambungan seperti baut [2]. Seiring dengan perkembangan teknologi material, penggunaan fiberglass semakin meluas dalam industri perkapalan. Material ini disusun dari serat kaca yang diperkuat oleh matriks resin, di mana pola susunan serat menjadi faktor penting yang menentukan kekuatan mekanik kapal [3].

Namun, masih terdapat permasalahan signifikan dalam penerapan material fiberglass di galangan kapal Indonesia. Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar galangan kapal berbahan fiberglass belum menerapkan standar teknik dan standar mutu yang baku dalam proses produksinya. Kondisi ini menyebabkan kualitas dan kekuatan struktur kapal sulit untuk dipastikan sesuai dengan persyaratan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), terutama pada bagian lambung kapal yang sering mengalami benturan [4].

Material fiberglass sendiri terdiri atas dua komponen utama, yaitu serat sebagai penguat dan matriks plastik sebagai pengikat, yang bersama-sama membentuk struktur yang ringan namun kuat. Dibandingkan dengan material carbon fiber yang lebih mahal, fiberglass dinilai lebih ekonomis dan memiliki kelenturan yang baik, meskipun tidak sekuat atau seringan carbon fiber [5].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa susunan serat dalam laminasi fiberglass memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dan tekuk material tersebut. Variasi susunan serat yang berbeda memberikan hasil kekuatan yang beragam sehingga sulit untuk diterapkan standar baku dalam produksi material fiberglass [6]. Hal ini disebabkan oleh proses pembuatan fiberglass yang memerlukan tahapan laminasi, berbeda dengan material konvensional yang langsung siap pakai [7].

Selain itu, perkembangan teknologi komposit saat ini tidak hanya terbatas pada serat sintetis, tetapi juga mulai mengembangkan komposit berbasis serat alam seperti serat bambu, serat nanas, serat tebu, dan serat pisang. Ketersediaan bahan baku serat alam yang melimpah serta permintaan yang tinggi terhadap produk komposit di pasar membuka peluang penelitian dan penerapan yang lebih luas terhadap material komposit ramah lingkungan [8], [9].

Dengan memperhatikan pentingnya standar dalam proses laminasi dan susunan serat pada fiberglass, diperlukan kajian mendalam untuk menentukan susunan yang optimal guna memenuhi standar kekuatan yang dipersyaratkan, sekaligus meningkatkan keselamatan dan keandalan kapal. Standarisasi proses produksi diharapkan dapat meningkatkan mutu kapal fiberglass hasil produksi galangan dalam negeri serta menjamin keselamatan pengguna kapal secara lebih baik [10].

Saat ini sudah terjadi pergeseran perkembangan dalam pembuatan komposit menjadi komposit dengan bahan penguat serat alam, yang mana sebelumnya banyak teknologi komposit yang menggunakan serat berpenguat serat sintesis [11]. Komposit sering digunakan pada pembuatan material kulit kapal pada industri perkapalan, karena memiliki kelebihan seperti kekuatan lelah yang baik dan dapat diatur, dan juga ketahanannya terhadap korosi. Serat yang terdapat pada komposit terdiri dari serat sintesis dan serat alam. Adapun serat yang terbuat dari bahan anorganik dan bahan kimia ialah serat sintesis [12]. Indonesia juga memiliki serat alam sebagai potensi yang besar pada bahan limbah hasil perkebunan, dan pertanian, serta hutan.

Adapun bahan dasar komposit yang terbuat dari serat alam seperti serat rami dan serat tapis (pelepeh kelapa). Serat rami berpotensi besar digunakan dalam bidang rekayasa, khususnya untuk penguat bahan baru komposit. Serat rami mempunyai nilai kekuatan, daya tahan serap air dan kelembapan, serta tahan terhadap panas dan bakteri, yang merupakan peringkat yang lebih tinggi dari serat yang lainnya setelah sutera [13].

Pelepah kelapa termasuk jenis limbah padat yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa yang termasuk hasil ikutan dari proses pemanenan tandan buah segarnya[14]. Serat pelepah kelapa yang mudah didapat, murah, dan mengurangi polusi terus dimanfaatkan dan dikembangkan agar menghasilkan komposit yang lebih sempurna di kemudian hari[15]. Oleh karena itu penelitian material komposit penguat serat dengan menggunakan anyaman serat rami dan serat tapis sebagai alternative *fiberglass* ini akan dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dari serat alam anyaman rami dan tapis sebagai komposit bahan pembuatan kulit kapal dan untuk Mengetahui kekuatan *bending* dari serat alam anyaman rami dan tapis sebagai komposit bahan pembuatan kulit kapal. Dengan harapan dari hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan penelitian berikutnya, dan dapat dijadikan sebagai referensi baru bagi masyarakat yang menggunakan kapal tersebut.

2. METODE

2.1 Matrik

Matrik berfungsi mentransmisikan tegangan menuju serat, serta membentuk dan melepas ikatan pada serat atau permukaan matrik, sehingga dapat melindungi dan memisahkan serat, serta dapat menstabilkan setelah proses pembuatan. Yang digunakan dalam penelitian ini adalah Resin *polyster*, yaitu jenis resin yang sering digunakan saat peroses pembuatan (*manufacturing*), yang saat proses pembuatan menggunakan katalis sebagai bahan pengeras resin. Resin ini juga memiliki keunggulan seperti ringan, mudah dibentuk, tahan korosi, dan murah.

2.2 Material Penguat

Bahan penguat terdiri dari beberapa bentuk, bisa seperti bentuk serat yang pendek, memanjang, *whiskers*, partikel ataupun berupa lembar anyaman. Fungsi serat pada umumnya digunakan untuk bahan penguat yang dapat menahan beban dengan sifat kaku dan juga kuat. Untuk itu matrik bisa diperkuat agar dapat memenuhi syarat yang diantaranya, memiliki kekuatan dan modulus yang tinggi, serta dapat menahan beban yang diberikan pada material komposit tersebut.

2.3 Uji Tarik

Tujuan dilakukannya pengujian ini tidak lain adalah untuk melihat perubahan yang terjadi pada material dan mempengaruhi sifat mekanik yang terdapat di dalamnya sebagai reaksi dari pembebanan tarik seperti, regangan, tegangan, dan nilai modulus. Terdapat sebagian material yang bersifat getas atau rapuh yang mana menyebabkan material tersebut patah tanpa mengalami deformasi terlebih dahulu. Dan benda elastis merupakan sebutan untuk material yang mengalami deformasi atau kekuatan maksimum benda dalam menahan beban atau gaya tarik yang diberikan, bisa juga disebut *ultimate tensile strength*. setelahnya dilakukan pengukuran atau perhitungan pada benda uji untuk mendapatkan kurva tegangan regangan rekayasa. Nilai tegangan bisa didapat dari hasil bagi antara beban yang terdapat pada benda uji dengan luas awal penampang benda uji.

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

dimana :

P = Beban yang bekerja (N)

A = Luas penampang uji (mm^2)

σ = Tegangan (MPa)

Sedangkan nilai regangan dapat diperoleh dari pembagian pertambahan panjang benda uji ΔL dengan panjang awal benda uji L_0 .

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0}$$

dimana :

ΔL = Pertambahan panjang benda uji(mm)

L_0 = Panjang awal benda(mm)

Besar nilai modulus elastis dapat diperoleh dari pembagian antara nilai tegangan dengan nilai regangan, dan bisa didapatkan melalui persamaan:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

dimana :

E = modulus elastisitas tarik (MPa)

σ = kekuatan tarik (MPa)

ε = regangan (mm/mm)

2.4 Uji Tekuk (Bending)

Uji tekuk dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik terhadap spesimen uji baik dari segi bahan yang digunakan atau komponen yang menerima beban saat pengujian pada suatu titik tengah dari panjang benda uji yang diletakkan pada dua tumpuan. Metode pengujian yang akan diterapkan pada pengujian ini adalah metode *3 point bending*.

Pada pengujian dengan 2 titik dudukan dan dengan memberikan bebanan pada bagian tengah benda uji, dapat ditemukan nilai tegangan maksimum melalui persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{\frac{PL}{4} \times \frac{1}{2}d}{b \times \frac{d_1}{12}} \quad (4)$$

$$\sigma = \frac{12PLd}{8bd^3} \quad (5)$$

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (6)$$

dimana :

σ = Nilai kekuatan bending (MPa)

P = Beban (N)

L = Panjang batang benda uji (mm)

b = Lebar batang uji (mm)

d = Tebal dari benda uji (mm)

2.5 Prosedur Pembuatan

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yakni tahap persiapan alat dan bahan, tahap pengambilan data, lalu tahap pengolahan data. Pada tahap persiapan alat dan bahan dilakukan pembuatan cetakan yang mana menggunakan bahan kaca sesuai ukuran yang telah ditentukan, melengkapi serat yang akan digunakan, lalu persiapan resin beserta katalis sesuai variasi yang telah ditentukan, pembuatan spesimen komposit. Kemudian pada tahapan pengambilan data, dilakukan pengujian tarik dan tekuk pada spesimen yang telah dibuat, lalu tahapan terakhir pada tahap pengolahan data yang luaran berupa grafik regangan tegangan, dilakukan analisis data yang telah diperoleh setelah pengujian tarik dan tekuk pada specimen.

2.5.1 Alat dan Bahan

Adapun alat pendukung dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Sarung tangan
- Masker
- Cetakan Kaca
- Kuas
- Gelas Ukur
- Alat suntik
- Penjepit klip
- Gunting
- *Cutter*
- Penggaris
- Spidol
- Mesin gerinda
- Timbangan digital

Dan beberapa bahan yang diperlukan selama proses pembuatan ialah:

- Resin dan Katalis
- Release agent atau wax
- NaOH
- Serat Rami dan Serat Tapis

2.5.2 Pembuatan Spesimen

Pada proses pembuatan ini dilakukan beberapa tahapan untuk membuat komposit berpenguat.

1. Persiapan alat serta bahan yang akan digunakan saat proses pembuatan komposit.
2. Melakukan proses mencuci dan merendam serat yang akan digunakan agar serat bersih. Setelah dicuci dengan bersih dilakukan proses pengeringan serat dengan cara di jemur dibawah sinar matahari kurang lebih 2-3 hari.
3. Melakukan pengukuran dan pemotongan bahan yang akan di bentuk. Setelah itu serat yang telah disiapkan disesuaikan dengan ukuran cetakan spesimen.
4. Kemudian dilakukan penimbangan serat menggunakan timbangan digital yang telah disiapkan sebelumnya. Tujuan dilakukan penimbangan serat ini adalah untuk memastikan bahwa jumlah serat yang digunakan pada setiap pembuatan komposit adalah sama.
5. Selanjutnya mengoleskan *mirror glaze* yang telah disiapkan pada permukaan cetakan kaca dengan merata.
6. Setelah itu menyiapkan resin yang akan digunakan sesuai dengan takaran yang dibutuhkan untuk pencetakan spesimen. Untuk satu cetakan ini menggunakan 126 ml resin dan 1 ml

katalis. Setelah itu dilakukan pencampuran resin dan katalis yang kemudian di aduk selama kurang lebih 1-2 menit hingga tercampur merata.

7. Setelah pencampuran, resin dan katalis dituangkan pada cetakan yang sudah dioles dengan menggunakan *release agent* dan diratakan. Setelah itu ditambahkan serat diatas resin, setelahnya melakukan pengulangan sesuai dengan banyak lapisan yang ditentukan, dan ditutup dengan penutup cetakan yang telah disediakan.
8. Setelah komposit dicetak selanjutnya komposit dikeringkan atau didiamkan selama 24 jam.
9. Komposit yang telah dikeringkan, komposit dikeluarkan dari cetakan menggunakan *cutter* untuk membersihkan resin yang kering diluar cetakan dan bisa digunakan untuk membantu melepaskan tutup kaca dan komposit dari cetakan., setelahnya dilakukan penghalusan sisi-sisi ada komposit. Kemudian dilakukan penggambaran atau pembentukan pada komposit untuk pemotongan komposit sesuai ukuran dan standar ASTM.
10. Setelah komposit yang akan diuji selesai dibuat, selanjutnya adalah proses pembentukan spesimen dari komposit yang dibuat sebelumnya. Pembentukan ini dilakukan sesuai dengan ukuran standar pengujian tarik dan tekuk, yang mana menggunakan standar uji ASTM.



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik



Gambar 2. Spesimen Uji Bending

2.6 Prosedur Pengujian

Selanjutnya setelah pembentukan selesai, spesimen uji disiapkan untuk pengujian tarik dan tekuk. Selanjutnya setelah pembentukan selesai, spesimen uji disiapkan untuk pengujian tarik dan tekuk.

2.6.1 Uji Tarik

Untuk uji tarik, spesimen uji dipasangkan pada kedua rangum penjepit pada alat uji tarik dan dikencangkan agar spesimen terjepit dengan kuat. Setelah pemasangan spesimen, dilakukan pengujian tarik dengan menghidupkan mesin uji tarik. Setelah beberapa saat spesimen akan putus dan data yang dihasilkan selama proses penarikan akan muncul pada layar komputer alat uji tarik.



Gambar 3. Hasil Uji Tarik

2.6.2 Uji Tekuk (*Bending*)

Untuk uji tekuk, setelah menyiapkan specimen adalah menentukan jarak tumpuan yang akan digunakan pada saat menguji spesimen. Setelahnya memasang specimen uji dengan baik pada tumpuan yang telah ditentukan. Setelah pemasangan specimen, dilakukan pengujian *bending* dengan menghidupkan mesin uji. Setelah beberapa saat specimen akan mulai tertekan dan data yang dihasilkan selama proses penekanan akan muncul pada layar komputer alat uji *bending*.

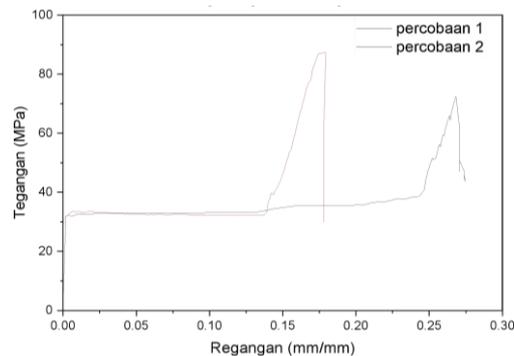


Gambar 4. Hasil Uji Bending

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

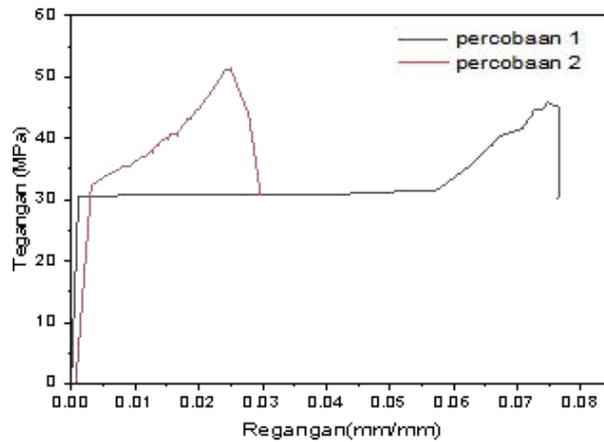
3.1 Hasil Uji Tarik

Pengujian ini menggunakan 6 sampel spesimen uji yang terdiri dari 3 Variasi yaitu pengujian spesimen dengan serat Pelepah kelapa, Anyaman Rami, dan Campuran yang masing-masing variasi dilakukan 2 kali percobaan. Pada pengujian ini didapatkan hasil data dalam bentuk *soft file* yang akan diolah menjadi grafik. Data ini merupakan hasil dari pengujian spesimen dengan bahan berpenguat serat dengan fraksi volume 80% *resin polyster* dan 20% serat variasi.



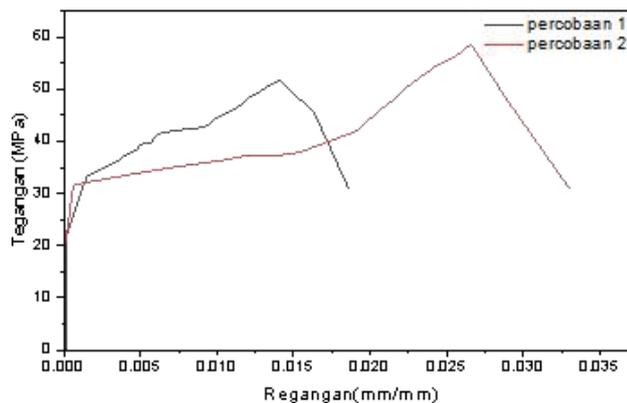
Gambar 5. Grafik Tegangan Regangan Percobaan Variasi Pelepah Kelapa

Pada Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian tarik dari 2 kali percobaan pada variasi pelepah kelapa dengan variasi 80% resin polyster dan 20% serat. Percobaan pertama ini memiliki *Maximum Point Stress* sebesar 72,426 MPa dan memiliki nilai *Elongation* sebesar 0.268 mm. Dan percobaan kedua pada gambar 5 menunjukkan hasil pengujian tarik yang didapatkan berupa *Maximum Point Stress* sebesar 87,294 MPa dan memiliki nilai *Elongation* sebesar 0.179 mm. Dengan nilai rata-rata *Maximum Point Stress* sebesar 79,859 MPa dan memiliki nilai *Elongation* sebesar 0.224 mm.



Gambar 6. Grafik Tegangan Regangan Percobaan Variasi Anyaman Rami

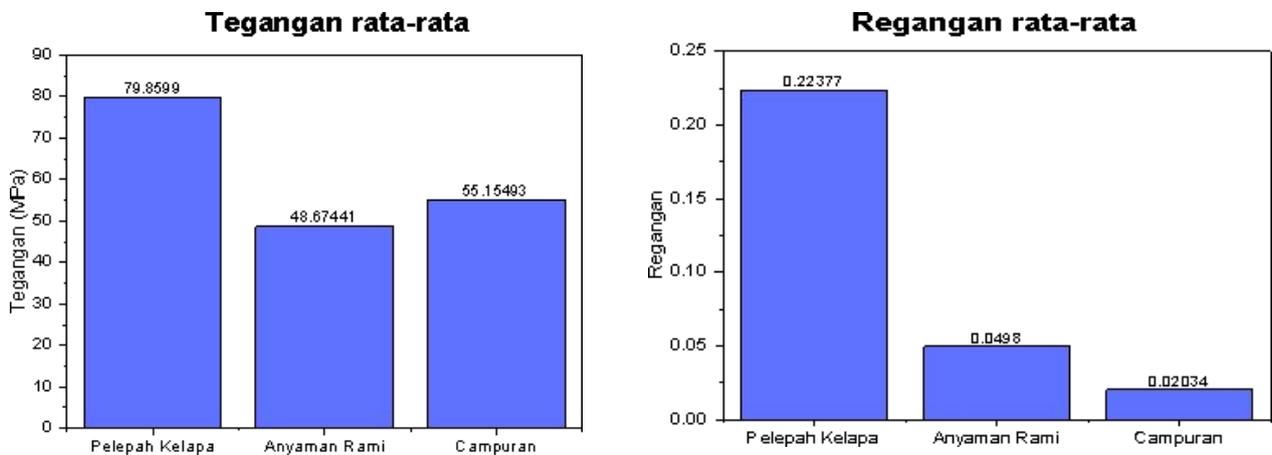
Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian tarik dari 2 kali percobaan pada variasi anyaman rami dengan variasi 80% resin polyster dan 20% serat. Grafik tersebut menunjukkan variasi anyaman rami percobaan pertama memiliki *Maximum Point Stress* sebesar 45,859 MPa dan memiliki nilai *Elongation* sebesar 0.0747 mm. Gambar 6 juga menunjukkan hasil pengujian tarik percobaan kedua variasi anyaman rami. Hasil yang didapatkan dari pengujian kedua ini berupa *Maximum Point Stress* sebesar 51,490 MPa dan memiliki nilai *Elongation* sebesar 0.0249 mm. Dengan nilai rata-rata *Maximum Point Stress* sebesar 48,674 MPa dan memiliki nilai *Elongation* sebesar 0.0498 mm.



Gambar 7. Grafik Tegangan Regangan Percobaan Variasi Campuran

Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian tarik percobaan pertama pada variasi campuran. Grafik tersebut menunjukkan variasi campuran percobaan pertama memiliki *Maximum Point Stress* sebesar 51,563 MPa dan memiliki nilai *Elongation* sebesar 0.0141 mm. Gambar 7 juga menunjukkan hasil pengujian tarik percobaan kedua. Hasil yang didapatkan dari pengujian kedua ini berupa *Maximum Point Stress* sebesar 58,657 MPa dan memiliki nilai *Elongation* sebesar 0.0266 mm. Dengan nilai rata-rata *Maximum Point Stress* sebesar 55,155 MPa dan memiliki nilai *Elongation* sebesar 0.02 mm.

Adapun hasil nilai rata-rata semua spesimen yang telah diuji di tampilkan dalam bentuk rangkuman dalam grafik yang ditampilkan pada Gambar 8 berikut.

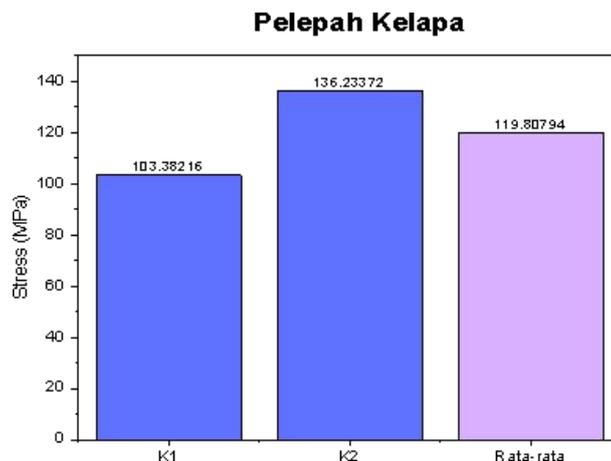


Gambar 8. Grafik Tegangan Regangan Rata-Rata Spesimen Semua Variasi

3.2 Hasil Uji Tekuk (Bending)

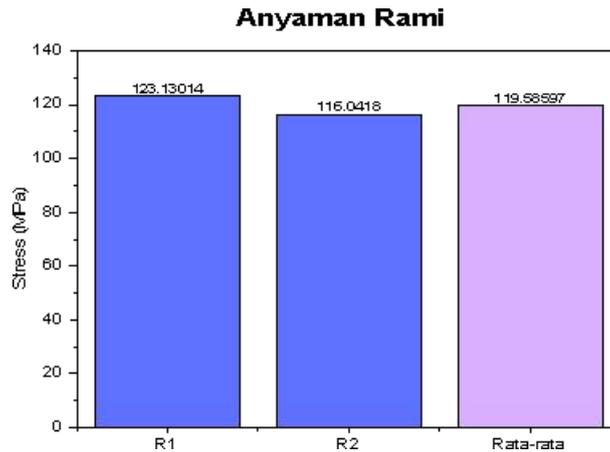
Pengujian ini menggunakan 6 sampel spesimen uji yang terdiri dari 3 Variasi yaitu pengujian spesimen dengan serat Pelelah kelapa, Anyaman Rami, dan Campuran yang masing-masing variasi dikakukan 2 kali percobaan. Pada pengujian ini didapatkan hasil data dalam bentuk softfile yang akan diolah menjadi grafik. Data ini merupakan hasil dari pengujian spesimen dengan bahan berpenguat serat dengan fraksi volume 80% *resin polyster* dan 20% serat variasi.

Adapun data yang diperoleh pada variasi Pelelah Kelapa dengan fraksi volume 80% *resin polyster* dan 20% serat setelah pengujian dilakukan, data tersebut dapat dibuat menjadi grafik yang menunjukkan nilai kekuatan tekuk dari spesimen tersebut. Hasil grafik hubungan tegangan dan regangan pada percobaan pertama dan kedua untuk variasi pelelah kelapa dapat dilihat pada Gambar 9.



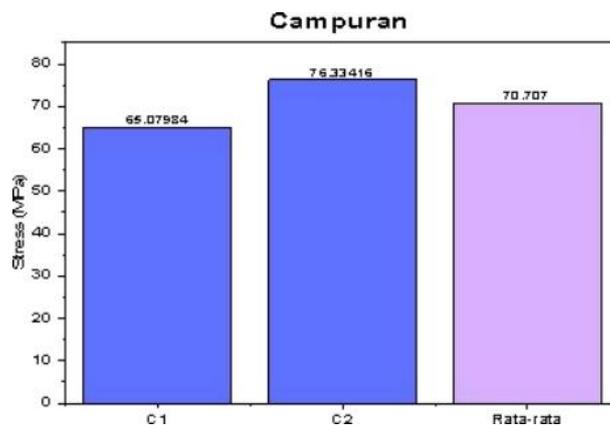
Gambar 9. Grafik Tegangan Percobaan Variasi Pelelah Kelapa

Gambar 9 menunjukkan hasil pengujian bending pada variasi pelelah kelapa dengan fraksi volume 80% *resin polyster* dan 20% serat. Percobaan pertama ini memiliki *Maximum Point Stress* sebesar 103,382 MPa. Gambar 9 menunjukkan kurva hasil pengujian bending percobaan kedua pada variasi pelelah kelapa. Dapat dilihat percobaan kedua memiliki *Maximum Point Stress* sebesar 136,234 MPa. Dengan nilai rata-rata *Maximum Point Stress* sebesar 119,808 MPa.



Gambar 10. Grafik Tegangan Percobaan Variasi Anyaman Rami

Gambar 10 menunjukkan kurva hasil pengujian *bending* percobaan pertama dan kedua pada variasi anyaman rami dengan fraksi volume 80% *resin polyster* dan 20% serat, termasuk juga nilai rata-rata dari kedua percobaan tersebut. Dapat dilihat percobaan pertama memiliki *Maximum Point Stress* sebesar 123,130 MPa. Gambar 10 menunjukkan kurva hasil pengujian *bending* percobaan kedua pada variasi anyaman rami. Dapat dilihat percobaan kedua memiliki *Maximum Point Stress* sebesar 116,042 MPa. Dengan nilai rata-rata *Maximum Point Stress* sebesar 119,586 MPa.



Gambar 11. Grafik Tegangan Percobaan Variasi Campuran

Gambar 11 merupakan kurva hasil pengujian *bending* percobaan pertama dan kedua, serta nilai rata-rata pada variasi serat campuran. Dapat dilihat percobaan pertama memiliki *Maximum Point Stress* sebesar 65,0798 MPa. Gambar 11 menunjukkan kurva hasil pengujian *bending* percobaan kedua pada variasi serat campuran. Dapat dilihat percobaan kedua memiliki *Maximum Point Stress* sebesar 76,334 MPa. Dengan nilai rata-rata *Maximum Point Stress* sebesar 70,707 MPa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi susunan serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *bending* material komposit. Variasi pelepah kelapa menunjukkan nilai kekuatan tarik dan *bending* tertinggi dibandingkan variasi anyaman rami dan campuran. Nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi dicapai oleh variasi pelepah kelapa sebesar 79,859 MPa, diikuti oleh variasi campuran sebesar 55,155 MPa, dan variasi anyaman rami sebesar 48,674 MPa.

Sementara itu, untuk kekuatan bending, variasi pelepah kelapa juga menunjukkan performa terbaik dengan rata-rata kekuatan bending sebesar 119,808 MPa, diikuti oleh variasi anyaman rami dengan rata-rata 119,586 MPa, dan variasi campuran sebesar 70,707 MPa.

Hasil ini mengindikasikan bahwa pelepah kelapa memiliki potensi yang lebih baik sebagai material penguat dalam pembuatan komposit dibandingkan anyaman rami dan campuran keduanya, baik dari aspek kekuatan tarik maupun kekuatan bending.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada tim peneliti atas kerja sama rekan-rekan penulis naskah jurnal atas dedikasi dalam penyusunan dan penyuntingan artikel, tim *proofreading* serta bahasa atas perbaikan gaya dan ketepatan tata bahasa, hingga penelitian ini dapat terselesaikan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Ardhy, M. Eru Putra, dan Islahuddin, "Pembuatan Kapal Nelayan Fiberglass Kota Padang Dengan Metode Hand Lay Up," *Rang Teknik Journal*, vol. 2, no. 1, hlm. 143–147, Jan 2019, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.umsb.ac.id/index.php/RANGTEKNIKJOURNAL>
- [2] B. Margono, Haikal, dan L. Widodo, "Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Plastik Hdpe Berpenguat Serat Ampas Tebu Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Bending," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 6, no. 2, hlm. 55–61, Sep 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ame/index>
- [3] B. Ma'ruf, "Studi Standardisasi Konstruksi Laminasi Lambung Kapal Fiberglass," *Jurnal Standardisasi*, vol. 13, no. 1, hlm. 16–25, 2011, [Daring]. Tersedia pada: <https://www.researchgate.net/publication/325270027>
- [4] B. Ma'ruf, "Analisis Kekuatan Laminasi Lambung Kapal Fiberglass yang Menggunakan Material Multiaxial," *Jurnal Standardisasi*, vol. 16, hlm. 31–40, Mar 2014.
- [5] S. Alfissin, Z. Yuliadi, dan D. Wahyudi, "Pengaruh Susunan Serat Laminasi Fiberglass terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk Material Menggunakan Variasi Chopped Standart Mat dan Woven Roving," *Jurnal Midship*, vol. 2, hlm. 20–23, Okt 2019.
- [6] W. Ririantika, Syaifuddin, dan R. M. Hutaharuk, "Pengaruh Variasi Susunan Serat Terhadap Kekuatan Material Fiberglass Pada Kapal Perikanan Produksi Galangan Kapal Karya Sakti Bengkalis".
- [7] I. Marzuki, A. Zubaydi, dan B. Ma'ruf, "Kajian Penerapan Aturan Klasifikasi Pada Laminasi Struktur Konstruksi Lambung Kapal Ikan Fiberglass 3 GT," *Jurnal Wave*, vol. 11, no. 1, hlm. 15–22, Jul 2017, doi: 10.29122/jurnalwave.v11i1.2055.
- [8] F. A. Kurniawan Nasution, "Penyelidikan Karakteristik Mekanik Tarik Komposit Serbuk Kasar Kenaf," *Jurnal Inotera*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [9] H. N. Beliu, Y. M. Pell, dan J. Ut Jasron, "Analisa Kekuatan Tarik dan Bending pada Komposit Widura - Polyester," *Lontar : Jurnal Teknik Mesin Undana*, vol. 3, no. 2, hlm. 11–20, Okt 2016.

- [10] R. Muharom, Alamsyah, T. Hidayat, dan H. Syahab, “The Influence of Fiberglass Fiber Arrangement Variations on the Tensile and Bending Strength of Ships,” *Indonesian Journal of Maritime Technology*, vol. 2, no. 2, Des 2024, doi: 10.35718/ismatech.v2i2.1203.
- [11] L. Ilham Pradika, Wijianto, dan J. Sedyono, “Analisis Komposit Dengan Penguat Serat Rami 40% Dan Serbuk Kayu Sengon 60% Pada Fraksi Volume 40%, 50%, 60% Bermatrik Resin Polyester Untuk Panel Akuistik,” 2016.
- [12] L. Banowati, H. Hartopo, G. Octariyus, dan J. Suprihanto, “Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit Rami Epoksi Dan Dan Hibrid Rami-E-Glass Epoksi,” *INDEPT*, vol. 9, hlm. 80–89, 2020.
- [13] P. Ilmu Purboputro dan A. Hariyanto, “Analisis Sifat Tarik Dan Impak Komposit Serat Rami Dengan Perlakuan Alkali Dalam Waktu 2, 4, 6, Dan 8 Jam Bermatrik Poliester,” *Media Mesin: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 18, hlm. 64–75, Jul 2017.
- [14] R. Widiastuti dan D. Kurnia Syabana, “Serat Pelepah Kelapa Sawit (Sepawit) Untuk Bahan Baku Produk Kerajinan,” dalam *Prosiding Seminar Nasional 4th UNS SME’s Summit & Awards 2015*, 2015, hlm. 7–14.
- [15] W. Iswidodo, A. Lungiding, dan T. Prasetyo, “Pemanfaatan Serat Pelepah Kelapa Dalam Pembuatan Komposit Sebagai Bahan Lambung Kapal,” dalam *Seminar Nasional TREN D (Technology of Renewable Energy and Development)*, FTI Universitas Jayabaya, Jun 2022, hlm. 50–58.