

# Pengujian Spesimen Material Komposit Serat Pohon Lontar Dengan Uji Tarik Dalam Penerapan Bilah Turbin Angin

Surya Ferdiansyah<sup>1</sup>, Maria Fransisca Soetanto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung 40012

<sup>1</sup>E-mail: surya.ferdiansyah.aer21@polban.ac.id

<sup>2</sup>E-mail: mariasoetanto@polban.ac.id

## ABSTRAK

Pohon lontar (*Borassus Flabillifer*) merupakan tumbuhan yang banyak dijumpai di Nusa Tenggara Timur (NTT), hampir semua bagian dalam pohon lontar dapat dimanfaatkan. Salah satunya adalah pelepah pohon lontar yang dimanfaatkan untuk serat material komposit. Dalam penelitian ini, orientasi pelepah yang digunakan pada material komposit yaitu stik pelepah pohon lontar dengan *fiberglass* dan stik pelepah pohon lontar tanpa *fiberglass* dengan masing masing terdapat enam spesimen. Untuk mengetahui karakteristik material komposit digunakanlah metode uji tarik. Metode uji tarik menempatkan spesimen pada mesin uji tarik dengan dua cengkraman pada bagian atas dan bawah spesimen, lalu ditarik dengan gaya. Standar spesimen mengacu pada *American Standard Testing Material* (ASTM). Untuk pengujian uji tarik menggunakan standar ASTM D3039. Pada penelitian ini didapatkan hasil material komposit stik pelepah pohon lontar dengan *fiberglass* memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi dibanding tanpa *fiberglass*. Material stik pelepah pohon lontar dengan *fiberglass* memiliki nilai rata-rata modulus elastisitas sebesar 2.64 GPa, sedangkan tanpa *fiberglass* memiliki nilai rata-rata sebesar 1.94 GPa. Sehingga menyimpulkan bahwa material yang akan digunakan dalam penerapan bilah turbin angin yaitu material komposit stik pohon lontar dengan *fiberglass*.

## Kata Kunci

Pohon lontar, komposit, uji tarik, modulus elastisitas, turbin angin

*Borassus flabillifer is a plant most found in the Nusa Tenggara Timur (NTT), almost all section of the tree can be used. One of them is the stem of the wood that is used for fiber composite materials. In this study, the release orientation used on the composite material is the release stick of a folded tree with a fiberglass and the release stick of a non-fiberglass folding tree with six specimens respectively. To determine the characteristics of composite materials, use the tensile test method. The tensile test method puts the specimen onto the Universal Testing Machine (UTM) with two clamps on the top and bottom of the specimens, then pulled with the force. The specimen standard refers to the American Standard Testing Material (ASTM). The standard that used in this study is ASTM D3039. In this study obtained the result of the composite material of the stick of stem with fiberglass has a high modulus young compared to without fiberglass. The material of a stick stem with fiberglass has an average module value of 2.64 GPa, while without the glass plug has the average value of 1.94 GPa. The concluded that the material that will be used in the application of wind turbine blade is the material composite of the stem plug with fiberglass.*

## Keywords

*Borassus flabillifer, composite, tensile test, modulus young, wind turbine*

## 1. PENDAHULUAN

Pohon lontar merupakan tumbuhan yang berasal dari India yang kemudian tersebar ke Asia Tenggara termasuk Indonesia. Negara Indonesia mempunyai sebaran pohon lontar yang terbilang banyak, paling banyak dijumpai di antaranya

bagian timur Pulau Jawa, Madura, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, dan Sulawesi [1].

Pohon lontar merupakan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan menjadi makanan, bahan bangunan, maupun obat herbal. Sebaran alami

pohon lontar sangat banyak ditemui khususnya di Nusa Tenggara Timur (NTT). Salah satu manfaat pohon lontar yaitu menjadi serat sebagai bahan utama material komposit dan dapat dikembangkan menjadi alat-alat yang bermanfaat bagi kehidupan [2]. Pohon lontar tumbuh pada tanah yang memiliki penyerapan air yang baik dan di ketinggian 0 sampai 500 meter di atas permukaan laut [3].

Komposit merupakan gabungan dua bahan atau lebih yang ada dalam sebuah material, biasanya mengacu pada bahan yang mengandung serat atau *fiber* dan matriks. *Fiber* merupakan komponen komposit yang terdiri dari ratusan hingga ribuan filamen masing-masing memiliki diameter 5-15 mikrometer yang berperan sebagai penguat material [4].

Matriks merupakan bahan dalam material komposit yang memiliki fraksi volume. Matrik memiliki fungsi untuk mentransfer tegangan kepada serat atau *fiber* [5]. Matriks komposit dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian di antaranya [6]:

1. *Polymeric* matriks: *Thermoplastic* resin dan *thermoset* resin.
2. *Mineral* matriks: *silicon carbide* dan karbon.
3. *Metallic* matriks.

Serat merupakan bahan yang dapat digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit. Serat dapat berupa potongan-potongan yang memanjang sehingga membentuk jaringan yang utuh. Serat terdapat dua golongan yaitu, serat alami dan serat sintesis atau serat buatan manusia [7].

Serat alami atau serat alam merupakan bahan penguat komposit yang memiliki beberapa keuntungan dibandingkan serat sintesis. Serat alami biasanya lebih ringan dan dapat diolah secara ramah lingkungan. Selain itu, serat alami merupakan bahan terbarukan yang dapat dimanfaatkan [8].

Material teknik merupakan bahan yang memiliki zat atau unsur yang dapat digunakan untuk kebutuhan dunia teknik maupun dunia industri. Bahan tersebut dapat digunakan secara langsung dengan melalui proses pengolahan maupun digunakan sebagai bahan baku produk yang bermanfaat. Untuk mengetahui kualitas dari

sebuah material, dibutuhkan pengujian material [9].

Pengujian material terdapat dua jenis yaitu pengujian merusak (*destructive test*) dan pengujian tidak merusak (*non destructive test*). Pengujian merusak adalah metode untuk mengetahui sifat-sifat mekanik dari sebuah material dengan memberikan beban mekanik hingga spesimen mengalami deformasi atau perubahan bentuk [10].

Sifat mekanik material merupakan sifat yang menyatakan kemampuan material dalam menerima beban. Sehingga material tersebut dapat diketahui sifat material seperti kekuatan, kekakuan, elastisitas, dan plastisitas [11].

Uji tarik merupakan pengujian merusak dengan memberikan gaya secara kontinu yang diterapkan pada spesimen hingga putus. Umumnya data yang dapat diolah berupa perubahan panjang spesimen dan juga beban maksimum yang dapat diterima oleh spesimen [12].

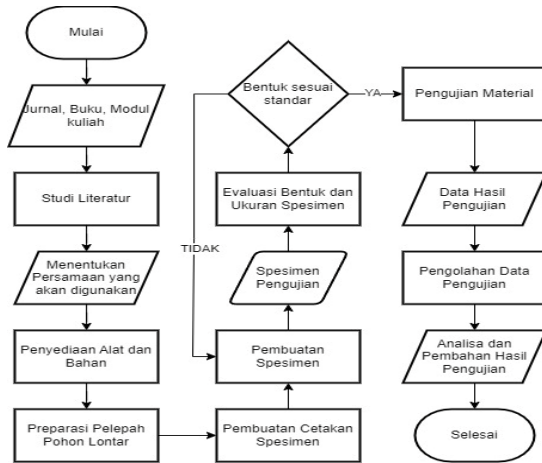
Turbin angin merupakan sebuah alat yang memanfaatkan energi angin dan dapat mengubahnya menjadi energi listrik. Dalam pembuatan struktur bilah pada turbin angin mempertimbangkan beban tarik yang terjadi pada bilah. Beban tarik pada bilah turbin angin diakibatkan oleh udara yang bergesekan langsung dengan permukaan bilah. Beban tarik akan meningkat pada sambungan antara bilah dan hub [13].

Pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian uji tarik material komposit dengan matriks resin *epoxy* dan serat pelepah pohon lontar untuk mengetahui sifat material material tersebut yang akan diterapkan dalam bilah turbin angin.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan metode yang dilakukan untuk membuat percobaan yang mendapatkan hasil. Pada Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1. Diaram alir

## 2.2 Penyediaan alat dan bahan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya

1. Mangkuk plastik
2. Timbangan
3. Stik kayu
4. Ampelas
5. *Cutter*
6. *Docetail cutter*
7. Mesin uji tarik

Sedangkan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini di antaranya:

1. Pelepah pohon lontar
2. Resin *epoxy*
3. *Hardener*
4. Wax
5. *Fiberglass*
6. Pelat aluminium

## 2.3 Preparasi Pelepah Pohon Lontar

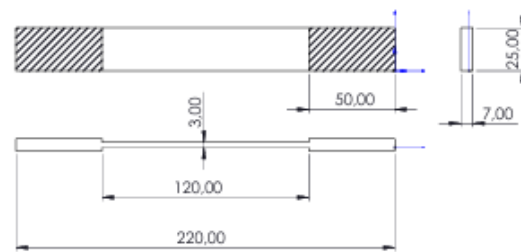
Pada proses ini, bahan baku pelepah pohon lontar dalam keadaan mentah, sehingga butuh proses pengeringan agar mudah dilakukan pengolahan. Proses pengeringan pelepah pohon lontar dengan cara mengeringkannya di bawah terik matahari. Pelepah pohon lontar yang telah diolah menjadi stik seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Stik pelepah pohon lontar

## 2.4 Pembuatan Cetakan dan Spesimen

Pada tahapan ini spesimen dibuat dengan acuan standar dari ASTM. Untuk uji tarik standar yang digunakan yaitu ASTM D3039 [14]. Dengan gambar rancangan spesimen pada Gambar 3 dalam satuan milimeter.



Gambar 3. Ukuran spesimen ASTM D3039

Cetakan dibuat dengan menggunakan stik kayu yang dibentuk sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan sebelumnya. Pada Gambar 4 merupakan cetakan yang telah dibuat.



Gambar 4. Cetakan spesimen

### 2.5 Prosedur Uji Tarik

Pada pengujian uji tarik dilakukan untuk mengetahui modulus elastisitas sebuah material. Berikut langkah-langkah dalam melakukan pengujian uji tarik:

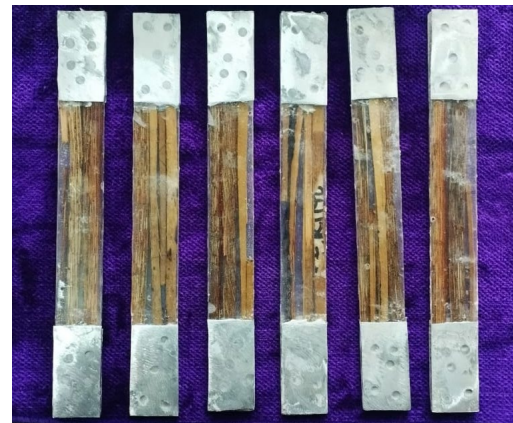
1. Mengukur luas area spesimen yang akan diuji.
2. Memasukkan hasil luas area ke komputer.
3. Menyalakan mesin uji tarik.
4. Membuka kepala penjepit dan bawah penjepit.
5. Posisikan spesimen di kedua penjepit tersebut.
6. Lalu cengkeram kedua penjepit tersebut.
7. Tekan tombol tarik untuk memulai pengujian.
8. Tunggu hingga spesimen patah.
9. Hasil pengujian akan muncul pada komputer.
10. Lepas spesimen yang telah patah.
11. Ulangi hingga semua spesimen telah diuji.
12. Matikan mesin uji tarik.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan pengujian, jenis spesimen yang di gunakan ada dua, di antaranya pelepah pohon lontar dengan *fiberglass* dan pelepah pohon lontar tanpa *fiberglass*. Masing-masing jenis dibuat sebanyak enam spesimen. Pada Gambar 5 Dan 6 Menunjukkan hasil spesimen yang telah dibuat.



Gambar 5. Spesimen pelepah pohon lontar dengan *fiberglass*



Gambar 6. Spesimen pelepah pohon lontar tanpa *fiberglass*

Setelah melakukan pengujian uji tarik terdapat beberapa posisi putusnya spesimen, dapat dilihat pada Gambar 7 Posisi putus spesimen dominan pada bagian dekat cengkeraman.



Gambar 7. Spesimen setelah uji tarik

Dalam pengujian uji tarik nilai yang akan dihitung yaitu Modulus Elastisitas (E). Untuk mendapatkan nilai E dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (1)$$

Keterangan:

E = Modulus Elastisitas (GPa)

$\sigma$  = Tegangan (MPa)

$\varepsilon$  = Regangan

Sedangkan dalam mencari nilai tegangan ( $\sigma$ ) dapat menggunakan rumus pada persamaan (2).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Keterangan:

F = Beban (Newton)

A = Area ( $m^2$ )

Nilai regangan ( $\varepsilon$ ) dapat dicari menggunakan rumus pada persamaan (3).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (3)$$

Keterangan:

$\Delta L$  = Pertambahan Panjang (m)

L = Panjang Awal (m)

Berikut hasil data yang telah diolah menggunakan spesimen berbahan komposit pelepeh pohon lontar dengan *fiberglass* terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data uji tarik spesimen dengan *fiberglass*

Spesimen	Fmax N	$\sigma$ MPa	$\Delta L$ m	$\varepsilon$	E GPa
1	4877	65.03	0.0031	0.026	2.53
2	5148	68.64	0.0035	0.029	2.38
3	4599	61.32	0.0029	0.024	2.54
4	5015	66.87	0.0032	0.026	2.52
5	4798	63.97	0.0027	0.023	2.84
6	4500	60.00	0.0024	0.020	3.02
Rata Rata	4823	64.30	0.0029	0.025	2.64

Sedangkan Pada Tabel 2. Spesimen berbahan pelepeh pohon lontar tanpa *fiberglass*, data yang telah diolah di antaranya.

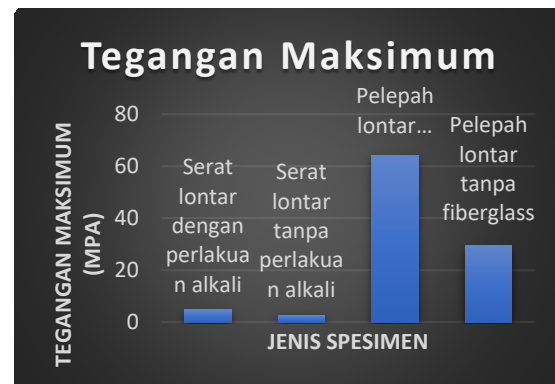
Tabel 2. Data uji tarik spesimen tanpa *fiberglass*

Spesimen	Fmax N	$\sigma$ MPa	$\Delta L$ m	$\varepsilon$	E GPa
1	3044	40.59	0.0024	0.020	2.04
2	1786	23.81	0.0012	0.010	2.35
3	2360	31.47	0.0021	0.017	1.80

4	2703	36.04	0.0021	0.018	2.06
5	1873	24.98	0.0026	0.022	1.15
6	1462	19.50	0.0011	0.009	2.20
Rata Rata	2205	29.40	0.0019	0.016	1.94

Dari tabel-tabel tersebut menyatakan bahwa material yang menggunakan *fiberglass* cenderung memiliki rata rata nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan hanya pelepeh pohon lontar saja.

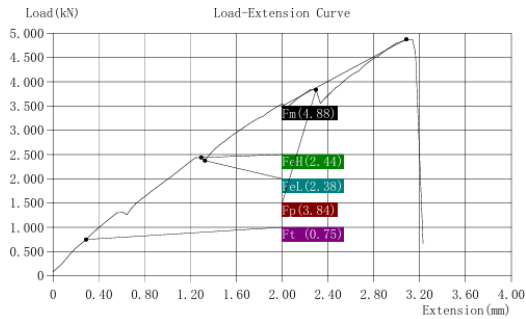
Untuk perbandingan, Boimau, Seran, Bunganaen, dan Selan melakukan penelitian dengan judul “Efek Panjang Serat Terhadap Sifat Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Buah Lontar Yang Diberi Perlakuan Alkali” dengan hasil rata-rata tegangan maksimum yang dapat diterima sebesar 4.70 MPa untuk perlakuan alkali dan 2.70 tanpa perlakuan alkali [15]. Grafik perbandingan terdapat pada Gambar 8.



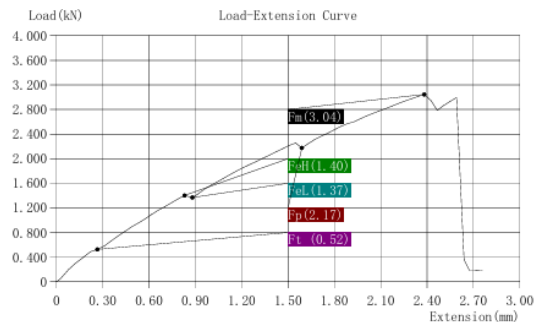
Gambar 8. Perbandingan tegangan maksimum uji tarik

Terdapat grafik beban terhadap pertambahan panjang pada komputer mesin uji tarik saat melakukan pengujian uji tarik. Pada Gambar 9 dan 10 terdapat sampel grafik beban terhadap pertambahan panjang dari spesimen *fiberglass* pelepeh pohon lontar dan pelepeh pohon lontar. Dengan keterangan:

1.  $F_m$  = Gaya maksimum (*maximum force*) dalam satuan kN
2.  $F_{eH}$  = Kekuatan luluh tertinggi (*upper yield strength*) dalam satuan kN
3.  $F_{eL}$  = Kekuatan luluh terendah (*lower yield strength*) dalam satuan kN
4.  $F_p$  = Kekuatan luluh bukti (*proof force*) dalam satuan kN
5.  $F_t$  = Total kekuatan luluh bukti (*total proof force*) dalam satuan kN

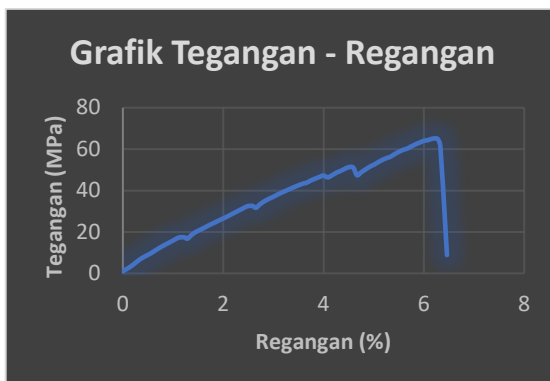


Gambar 9. Grafik *load-extension fiberglass* pelepah pohon lontar

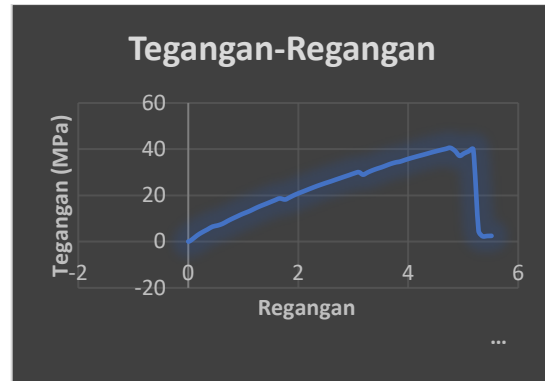


Gambar 10. Grafik *load-extension* pelepah pohon lontar

Pada kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa beban tarik yang diterima oleh spesimen *fiberglass* pelepah lebih besar dibanding hanya pelepah pohon lontar saja. Sedangkan untuk grafik tegangan terhadap regangan didapatkan secara manual dengan mengolah data mentah yang terdapat pada komputer mesin uji tarik. Pada Gambar 11 dan 12 terdapat sampel grafik beban terhadap regangan dari spesimen *fiberglass* pelepah pohon lontar dan pelepah pohon lontar.



Gambar 11. Grafik *stress-strain fiberglass* pelepah pohon lontar



Gambar 12. Grafik *stress-strain* pelepah pohon lontar

Hasil dari pengujian uji tarik berupa nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas. Dari kedua variasi, hasilnya menyatakan bahwa nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas dari spesimen yang menggunakan *fiberglass* memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan hanya pelepah. Rata rata nilai modulus elastisitas *fiberglass* pelepah pohon lontar 2.64 GPa sedangkan spesimen pelepah pohon lontar hanya mendapatkan nilai modulus elastisitas sebesar 1.94 GPa.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian ini menyimpulkan bahwa rata-rata tegangan tarik yang dihasilkan oleh material komposit pelepah pohon lontar dengan *fiberglass* lebih tinggi dibandingkan tanpa *fiberglass*, dengan persentase sebesar 54.28%. Sama halnya dengan regangan yang dihasilkan oleh spesimen dengan *fiberglass* lebih tinggi dibandingkan tanpa *fiberglass*, dengan persentase sebesar 35.37%. Maka material komposit pelepah pohon lontar dengan *fiberglass* lebih unggul dalam kekuatan tarik.

#### 5. SARAN

Adapun beberapa saran yang diberikan penulis sehubungan dengan Penelitian ini dijabarkan pada poin-poin di bawah ini:

1. Dalam proses pengolahan pelepah pohon lontar, alangkah lebih baik lagi jika pada saat pengeringan menggunakan mesin pemanas (*oven*) agar dapat terpantau suhu yang diinginkan dan lamanya pengeringan.
2. Pada proses pembuatan spesimen akan lebih bagus jika menggunakan mesin vakum untuk menyedot udara keluar agar tidak ada udara yang terperangkap pada spesimen.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nasri, R. Suryaningsih, and E. Kurniawan, "Lontar atau Borassus flabellifer," *Info Teknis EBONI*, vol. 14, no. 1, pp. 35–46, 2017.
- [2] A. S. Hasibuan and A. F. Aksa, "Dan Peningkatan Pendapatan Masyarakat," no. Kefamenanu 85613, 2023.
- [3] S. Sirajuddin, M. Mulyadi, G. D. Dirawan, F. Amir, and N. Pertiwi, "Conservation Status of Lontar Palm Trees (*Borassus flabellifer* Linn) In Jeneponto District, South Sulawesi, Indonesia," *Journal of Tropical Crop Science*, vol. 3, no. 1, pp. 28–33, 2016, doi: 10.29244/jtcs.3.1.28-33.
- [4] M. Yani, B. Suroso, and R. Rajali, "Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik," *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 1, pp. 74–83, 2019, doi: 10.30596/rmme.v2i1.3071.
- [5] P. H. Tjahjanti, "Teori Dan Aplikasi Material Komposit Dan Polimer," *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, p. 17, 2018.
- [6] D. Gay, *Composite materials: design and applications*. CRC press. Boca Raton: CRC Press, 2022.
- [7] S. Sundari, *Komposit*. Riau: Universitas Riau, 2021.
- [8] R. Damaru, A. Novaringga, Darmansyah, and S. Br. Ginting, "Indonesian Journal of Chemical Science Resin Composite Synthesis Reinforced with Banana Tree Fiber with Carboxylic Silica (SiO<sub>2</sub>-COOH) Addition as a Nanofiller," *J. Chem. Sci.*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [9] E. Budianto and S. D. Handono, *Pengujian Material*, Pertama. Lampung: CV. Laduny Alifatama, 2020.
- [10] W. Hidayat, "Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material," *Jurnal Material Teknik*, vol. 4, pp. 1–19, 2019.
- [11] M. Ashby, H. Shercliff, and D. Cebon, *Materials: engineering, science, processing, and design*, Fourth Edi. Kidlington: Katey Britcher, 2019.
- [12] Regna Tri Jayanti, "Studi Pengujian Sifat Mekanik Material Baja ST-37," *Majalah Teknik Industri*, vol. 29, no. 2, pp. 66–73, 2021.
- [13] Anonim, "Wind Turbine Blade Forces," *Windmills Tech*. Accessed: Jun. 16, 2024. [Online]. Available: <https://windmillstech.com/wind-turbine-blade-forces/>
- [14] ASTM International, "Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials," 2017.
- [15] K. Boimau, "Efek Panjang Serat Terhadap Sifat Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Buah Lontar Yang Diberi Perlakuan Alkali," *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 5, no. 1, pp. 129–140, 2022, doi: 10.29407/jmn.v5i1.17948.