



## Analisa Kekuatan Material dan Biaya Produksi FRP (Fiber Reinforced Plastic) dengan Substitusi Serat Rami Nanas

Moh Rizki Maulana<sup>1\*</sup>, Imam Nur Rokhim<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Kontruksi Perkapalan, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Gresik

\*Penulis Korespondensi: [mrizkymaulana499@gmail.com](mailto:mrizkymaulana499@gmail.com)

**Abstract.** *This study aims to evaluate the mechanical properties and estimate the production costs of Fiber Reinforced Plastic (FRP)-based composite materials by replacing synthetic fibers with pineapple hemp (Palf) fiber. Testing was conducted using the Rockwell hardness (HRM) test method and the Charpy impact test according to ASTM standards. Based on the test results, the composite with FRP fiber demonstrated an average hardness of 60.67 HRM and an impact value of 0.481 J/mm<sup>2</sup>, while the composite with pineapple hemp fiber had an average hardness of 50 HRM and an impact value of 0.370 J/mm<sup>2</sup>. In terms of cost, manufacturing a panel using pineapple hemp fiber costs approximately IDR 83,850, higher than a panel made from FRP, which is only IDR 62,700. Despite its slightly lower mechanical performance, pineapple hemp fiber excels in terms of sustainability, environmental friendliness, and utilization of agricultural waste. Therefore, this fiber has the potential to be an alternative composite material for applications that do not require high structural strength.*

**Keywords:** *production cost, FRP, composite, material strength, pineapple hemp fiber.*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat mekanik dan estimasi biaya produksi material komposit berbasis Fiber Reinforced Plastic (FRP) dengan menggantikan serat sintetis menggunakan serat rami nanas (Palf). Pengujian dilakukan dengan metode uji kekerasan Rockwell (HRM) serta uji impak Charpy sesuai standar ASTM. Berdasarkan hasil pengujian, komposit dengan serat FRP menunjukkan kekerasan rata-rata sebesar 60,67 HRM dan nilai impak sebesar 0,481 J/mm<sup>2</sup>, sedangkan komposit dengan serat rami nanas memiliki kekerasan rata-rata 50 HRM dan nilai impak 0,370 J/mm<sup>2</sup>. Dari sisi biaya, pembuatan panel menggunakan serat rami nanas memerlukan biaya sekitar Rp83.850, lebih tinggi dibandingkan panel berbahan FRP yang hanya Rp62.700. Meskipun memiliki performa mekanik yang sedikit lebih rendah, serat rami nanas unggul dalam hal keberlanjutan, ramah lingkungan, serta pemanfaatan limbah pertanian. Oleh karena itu, serat ini berpotensi menjadi alternatif bahan komposit untuk aplikasi yang tidak membutuhkan kekuatan struktural tinggi.

**Kata kunci:** biaya produksi ,FRP, komposit, kekuatan material, serat rami nanas.

### LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu material, khususnya pada material berbasis serat alam, terus mengalami kemajuan seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia akan teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Inovasi dalam pemanfaatan bahan alami menjadi salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap material sintetis yang cenderung tidak ramah lingkungan. Dalam konteks ini, serat alam mulai banyak dikembangkan sebagai bahan penguat dalam komposit karena memiliki keunggulan seperti ringan, biodegradable, serta ketersediaannya yang melimpah. Salah satu jenis serat

alam yang potensial untuk dikembangkan adalah serat daun nanas, yang merupakan limbah pertanian dengan jumlah melimpah di Indonesia.

Selama ini, pemanfaatan serat daun nanas masih tergolong terbatas, umumnya hanya digunakan sebagai bahan baku produk kerajinan, furnitur, hingga kain fashion. Padahal, serat daun nanas memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan dalam bidang teknik, khususnya sebagai bahan penguat komposit. Pemanfaatan ini tidak hanya memberikan nilai tambah terhadap limbah perkebunan nanas, tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi permasalahan lingkungan akibat limbah yang belum dikelola secara optimal. Oleh karena itu, pengolahan serat daun nanas menjadi material komposit menjadi langkah strategis dalam mendukung pengembangan material ramah lingkungan sekaligus meningkatkan nilai ekonomi limbah pertanian (Zahra et al., 2024).

Di sisi lain, serat rami telah lama dikenal sebagai salah satu serat alam dengan sifat mekanik yang unggul, terutama dalam hal kekuatan tarik dan daya tahan. Serat ini banyak digunakan dalam industri tekstil maupun komposit. Namun, ketersediaan serat rami yang relatif terbatas serta meningkatnya kebutuhan industri mendorong perlunya pencarian alternatif bahan baku yang memiliki karakteristik serupa. Dalam hal ini, serat daun nanas muncul sebagai kandidat yang potensial karena selain memiliki kekuatan mekanik yang baik, juga tersedia dalam jumlah besar sebagai limbah pertanian (Purwokerto, 2025).

Selain itu, berbagai penelitian menunjukkan bahwa serat daun nanas memiliki kemampuan yang baik sebagai bahan penguat komposit, terutama ketika dikombinasikan dengan material lain dalam bentuk komposit hibrida. Misalnya, penggabungan serat nanas dengan glasswool terbukti dapat meningkatkan kekuatan tarik dan modulus elastisitas material secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa serat nanas tidak hanya dapat berfungsi sebagai alternatif pengganti serat rami, tetapi juga sebagai pelengkap yang mampu meningkatkan performa mekanik komposit. Dengan demikian, pemanfaatan serat nanas dapat membuka peluang inovasi dalam pengembangan material komposit yang lebih kuat, ringan, dan ramah lingkungan.

Penggunaan serat daun nanas sebagai substitusi serat rami juga memiliki implikasi positif terhadap aspek keberlanjutan. Dengan meningkatnya produksi nanas di Indonesia, pemanfaatan limbah daun nanas sebagai sumber serat dapat menjadi solusi yang efisien dari segi ekonomi dan lingkungan. Selain mengurangi limbah agroindustri, langkah ini

juga mendukung pengembangan bahan baku lokal yang berkelanjutan. Diversifikasi penggunaan serat alam ini turut memperkuat ketahanan industri tekstil dan komposit nasional terhadap fluktuasi pasokan bahan baku impor (Hidayat et al., 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan serat daun nanas sebagai pengganti atau pelengkap serat rami merupakan inovasi yang penting dan strategis. Penelitian lebih lanjut yang mencakup proses ekstraksi, karakterisasi, serta penerapan serat daun nanas dalam material komposit sangat diperlukan. Dengan demikian, diharapkan dapat tercipta material komposit yang tidak hanya memiliki sifat mekanik yang baik, tetapi juga berkelanjutan dan memiliki daya saing tinggi di tingkat nasional maupun global.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk menganalisis performa material komposit FRP (Fiber Reinforced Plastic) dengan substitusi serat rami nanas (Palf) sebagai bahan penguat. Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi dan perumusan masalah, dilanjutkan dengan studi literatur dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan penelitian terdahulu guna mendukung landasan teori. Proses eksperimen meliputi pembuatan spesimen komposit menggunakan metode cetakan berbahan triplek dengan matriks resin polyester yang dicampur katalis, serta penguat berupa kombinasi serat rami nanas dan serat kaca (woven roving). Serat rami nanas terlebih dahulu diberi perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH 10% selama 3 jam untuk meningkatkan daya ikat dengan matriks. Selanjutnya, serat ditata dalam cetakan yang telah dilapisi minyak sebagai release agent, kemudian dituangkan resin dan diberikan tekanan sekitar 40 kg hingga mengering.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Perbandingan Biaya dari 2 Spesimen**

Perbandingan biaya antara spesimen serat rami nanas (Palf), dan FRP (Fiber Reinforced Polymer) menunjukkan bahwa serat alam seperti rami nanas memiliki potensi sebagai alternatif yang lebih ekonomis dibandingkan FRP sintetis. Serat rami nanas (palf), yang merupakan bahan alami melimpah dan mudah terurai, biasanya memiliki biaya bahan baku yang lebih rendah dibandingkan FRP yang berbasis serat kaca atau

karbon yang harganya relatif mahal. Misalnya, serat nanas(palf) yang diproses dengan perlakuan alkali dapat digunakan sebagai penguat komposit dengan biaya produksi yang lebih rendah, meskipun kekuatan mekaniknya masih di bawah standar FRP sintetis. Serat rami juga dikenal sebagai serat alami yang kuat dan ekonomis, sering dijual dengan harga yang jauh lebih murah dibandingkan bahan sintetis seperti FRP. Dengan demikian, dari segi biaya, penggunaan serat rami dan nanas sebagai bahan komposit dapat mengurangi pengeluaran material tanpa mengorbankan aspek keberlanjutan lingkungan, sementara FRP tetap unggul dalam hal performa mekanik namun dengan biaya yang lebih tinggi.

**Tabel 1. Perhitungan Biaya Per Panel**

Komponen	Harga per Unit (Rp)	Kebutuhan per Panel	Biaya (Rp) - Rami-Nanas
Serat (Rami-Nanas)	Rp 150/g	300 g	Rp45.500
Resin Polyester	Rp 50/g	750 g	Rp37.500
Katalis	Rp 180/g	7,5 g	Rp1.350
Cetakan sederhana		Di Pakai Berulang Kali	
<b>Total</b>			<b>83.850</b>
Komponen	Harga per Unit (Rp)	Kebutuhan per Panel	Biaya (Rp) – Serat Matt
Glass Fiber Matt	Rp 30/g	450 g	Rp13.500
Resin Polyester	Rp 50/g	950 g	Rp47.500
Katalis	Rp 180/g	9,5 g	Rp1.700
Cetakan sederhana		Di Pakai Berulang Kali	
<b>Total</b>			<b>62.700</b>

**Tabel 2. Total Biaya Per Spesimen**

Aspek	biaya per panel	bahan lingkungan	ramah lingkungan	ketersediaan Bahan Umumnya	Kekuatan Mekanik
Serat Rami Nanas	RP 83.850	Ya		Bergantung Daerah Umumnya	Sedang - Cukup Kuat
Serat Matt	RP 62.700	Tidak		Tersedia	Tinggi

Data pada Tabel 1 dan 2 menunjukkan perbandingan biaya pembuatan panel komposit antara dua jenis material, yaitu serat Rami-Nanas (palf) dan serat Matt (Glass Fiber Matt). Untuk serat Rami-Nanas (palf), total biaya per panel sebesar Rp83.850, terdiri dari serat seharga Rp45.500, resin polyester Rp37.500, dan katalis Rp1.350, dengan cetakan yang dapat digunakan berulang kali. Sementara itu, panel berbahan serat Matt memiliki total biaya Rp62.700, terdiri dari Glass Fiber Matt Rp13.500, resin polyester Rp47.500, dan katalis Rp1.700, juga menggunakan cetakan berulang. Dari aspek lingkungan, serat Rami-Nanas (palf) lebih ramah lingkungan namun ketersediaannya bergantung daerah, sedangkan serat Matt tidak ramah lingkungan namun umumnya tersedia. Kekuatan mekanik serat Matt lebih tinggi dibandingkan serat Rami-Nanas (palf) yang berkisar sedang hingga cukup kuat.

### Hasil Pembahasan Dan Perhitungan Data Pengujian

Berikut ini merupakan langkah langkah pengujian dan data yang diperoleh pada Saat melakukan pengujian heardness test dan pengujian impack.

**Tabel 1 Nilai Uji Hardness Test**

TITIK	Jenis Komposit	Beban (kgf)	Penetrator	Skala	Kedalaman Penetrasi (mm)	Nilai HRM	Keterangan
1	Serat Rami nanas	100	Bola baja Ø ¼"	HRM	1,02	55	Kekerasan sedang
2	Serat Rami Nanas	100	Bola baja Ø ¼"	HRM	1,02	50	Kekerasan sedang
3	Serat Rami Nanas	100	Bola baja Ø ¼"	HRM	0,51	45	Lunak, cocok untuk non-struktur

**Analisa Kekuatan Material dan Biaya Produksi FRP  
(Fiber Reinforced Plastic) dengan Substitusi Serat Rami Nanas**

TITIK	Jenis Komposit	Beban (kgf)	Penetrator	Skala	Kedalaman Penetrasi (mm)	Nilai HRM	Keterangan
1	Serat Rami nanas	100	Bola baja Ø ¼"	HRM	1,02	55	Kekerasan sedang
2	Serat Rami Nanas	100	Bola baja Ø ¼"	HRM	1,02	50	Kekerasan sedang
3	Serat Rami Nanas	100	Bola baja Ø ¼"	HRM	0,51	45	Lunak, cocok untuk non-struktur

Setelah dilakukan pengujian kekerasan (hardness test) terhadap spesimen material Serat Rami nanas (palf) dan Serat FRP menggunakan metode Rockwell HRM, diperoleh nilai kekerasan dari masing-masing titik uji. Nilai tersebut menunjukkan kemampuan material untuk menahan deformasi plastis permanen saat dikenai beban tekan oleh indenter (penekannya). Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan karakteristik material apakah termasuk material lunak, sedang, atau keras. Nilai kekerasan yang tinggi umumnya mengindikasikan ketahanan aus yang baik, sedangkan nilai rendah menunjukkan material lebih mudah mengalami deformasi. Data ini penting untuk menentukan kecocokan material terhadap aplikasi teknik tertentu, seperti komponen mesin, struktur, atau peralatan.

### Pengujian Impact

**Tabel 4. Hasil Pengujian Impact**

No	Spesimen	Panjang (MM)	Lebar (MM)	Tebal (MM)	Tebal Di bawah notch	Berat Pendulum (KG)	Sudut Cos a	Sudut Cos b
1	Serat	127	10	12.70	10	20	100°	92°
2	Rami	127	10	12.70	10	20	100°	92°
3	Nanas	127	10	12.70	10	20	100°	90°
1	Serat	127	10	12.70	0,9	20	100°	90°
2	FRP	127	10	12.70	10	20	100°	89°
3		127	10	12.70	10	20	100°	88°

$$K = \frac{W}{A_0} \quad (\text{Joule/mm}^2)$$

### Keterangan:

- **W** = usaha impact dalam Joule

- $A_0$  = Luas penampang di bawah takik ( $\text{mm}^2$ )

**Tabel 5. Nilai Uji Dan Hasil Uji Impact**

Tipe Material = Serat Rami Nanas

No	Suhu Benda Uji	Luas CSA ( $\text{MM}^2$ )	Besar Sudut ( $\text{Cos } b$ )	Usaha Impact ( $\text{Joule}$ )	Nilai Impact ( $\text{J}/\text{mm}^2$ )
1	27°	119	92°	40.82/J	0.3437
2	29°	120	92°	40.82/J	0.3402
3	30°	120	90°	51.08/J	0.4257

Tipe Material = Serat FRP

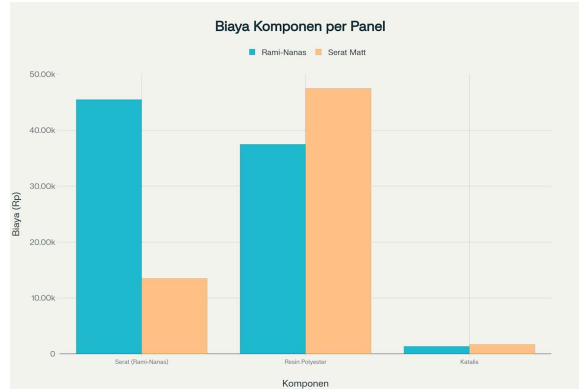
No	Suhu Benda Uji	Luas CSA ( $\text{MM}^2$ )	Besar Sudut ( $\text{Cos } b$ )	Usaha Impact ( $\text{Joule}$ )	Nilai Impact ( $\text{J}/\text{mm}^2$ )
1	28°	108	90°	51.08/J	0.4720
2	30°	120	89°	55.26/J	0.4605
3	29°	120	88°	61.31/J	0.5110

Berdasarkan table 4 dan 5 di atas, telah dilakukan pengujian impact pada dua jenis material, yaitu Serat Rami Nanas dan FRP (Fiber Reinforced Plastic). Untuk material Serat Rami Nanas, pengujian dilakukan pada suhu 27°C, 29°C, dan 30°C. Luas penampang spesimen berada dalam rentang 119  $\text{mm}^2$  hingga 120  $\text{mm}^2$ , dengan sudut ayunan pendulum tetap sebesar 100°. Hasil pengujian menunjukkan bahwa usaha impact yang dibutuhkan berkisar antara 40,82 Joule hingga 51,08 Joule, sedangkan nilai impact-nya berada antara 0,3402  $\text{J}/\text{mm}^2$  hingga 0,4257  $\text{J}/\text{mm}^2$ . Data ini menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan nilai impact seiring dengan naiknya suhu, yang menandakan bahwa material cenderung menjadi lebih tangguh pada suhu yang lebih tinggi.

Untuk material Serat FRP, pengujian dilakukan pada suhu 28°C hingga 30°C, dengan luas penampang antara 108  $\text{mm}^2$  dan 120  $\text{mm}^2$ , serta besar sudut yang sama yaitu 100°. Usaha impact yang dicatat lebih besar dibandingkan Serat Rami Nanas, yakni antara 51,08 Joule sampai 61,31 Joule. Nilai impact yang dihasilkan pun lebih tinggi, berkisar antara 0,4605  $\text{J}/\text{mm}^2$  hingga 0,5110  $\text{J}/\text{mm}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa material FRP memiliki daya tahan terhadap benturan yang lebih tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa walaupun Serat Rami Nanas menunjukkan performa mekanik yang

cukup baik, material FRP tetap menunjukkan kinerja yang lebih unggul dalam hal ketahanan terhadap impact.

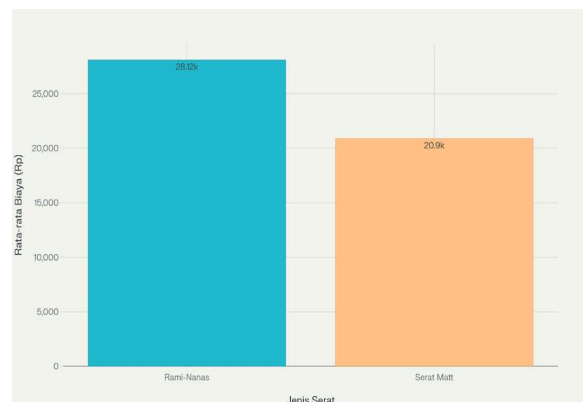
### **Analisa Grafik Data Pengujian**



**Gambar 1. Grafik Biaya Komponen Per Panel**

Grafik tersebut menggambarkan perbandingan biaya komponen per panel antara dua jenis material komposit, yaitu serat Rami-Nanas (palf) dan serat Matt. Tiga komponen utama yang dibandingkan meliputi serat, resin polyester, dan katalis. Pada komponen serat, biaya yang dikeluarkan untuk serat Rami-Nanas jauh lebih tinggi dibandingkan dengan serat Matt, dengan perbedaan sekitar tiga kali lipat. Sebaliknya, untuk resin polyester, serat Matt memerlukan biaya yang lebih besar daripada Rami-Nanas (palf). Sementara itu, biaya untuk katalis pada kedua jenis material hampir sama, dengan selisih yang sangat kecil.

Grafik berikut menampilkan rata-rata biaya per panel untuk kedua jenis panel, yaitu Serat Rami-Nanas (palf) dan Serat Matt. Rata-rata biaya dihitung dari total biaya komponen utama pada masing-masing panel.



**Gambar 2. Grafik Rata - Rata biaya per Panel**

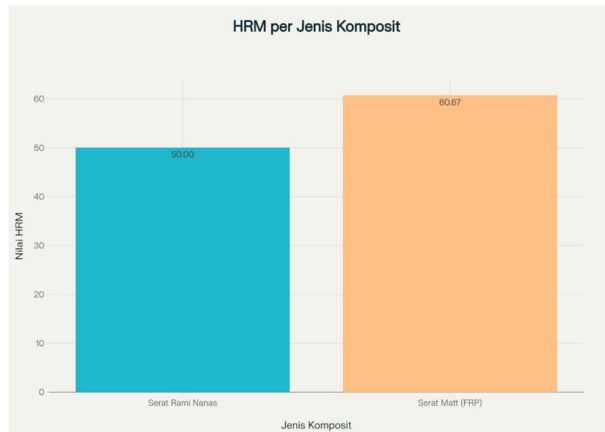
- Rata-rata biaya per panel Serat Rami-Nanas: Rp28.117
- Rata-rata biaya per panel Serat Matt: Rp20.900

Grafik tersebut memperlihatkan perbandingan rata-rata biaya produksi antara dua jenis serat komposit, yakni serat Rami-Nanas (palf) dan serat Matt. Terlihat bahwa serat Rami-Nanas (palf) memiliki biaya rata-rata yang lebih tinggi, sekitar Rp28.120, sedangkan serat Matt hanya sekitar Rp20.900. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa penggunaan serat Rami-Nanas (palf) dalam pembuatan komposit memerlukan biaya yang lebih besar, yang kemungkinan disebabkan oleh proses pengolahan yang lebih kompleks atau harga bahan baku yang lebih mahal dibandingkan dengan serat Matt Dan konsumsi Resin pada serat matt karena breaksi dengan cepat sementara serat rami daun nanas tidak karena tidak ada reaksi sama sekali.

#### **Grafik Data Pengujian Hardness Test**

Berdasarkan data uji kekerasan Rockwell pada Tabel 3, terdapat dua jenis komposit yang diuji, yaitu Serat Rami Nanas ( Palf ) dan Serat Matt (FRP). Untuk Serat Rami Nanas, tiga sampel diuji dengan beban 100 kgf dan penetrator bola baja Ø 1/4", menghasilkan kedalaman penetrasi masing-masing 1,02 mm, 1,02 mm, dan 0,51 mm, serta nilai HRM sebesar 55, 50, dan 45. Hasil ini menunjukkan bahwa komposit Serat Rami Nanas ( Palf ) memiliki kekerasan sedang hingga lunak, sehingga lebih cocok digunakan untuk aplikasi non-struktural.

Sementara itu, pada komposit Serat Matt (FRP), juga dilakukan pengujian pada tiga sampel dengan parameter yang sama. Kedalaman penetrasi yang dihasilkan adalah 1,02 mm, 1,53 mm, dan 1,53 mm, sedangkan nilai HRM-nya sebesar 48, 68,5, dan 65,5. Nilai kekerasan yang dihasilkan pada Serat Matt (FRP) umumnya lebih tinggi dan stabil, sehingga material ini tergolong keras sedang dan lebih cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan dan kestabilan lebih baik dibanding Serat Rami Nanas.



**Gambar 3. Grafik Nilai Rata - Rata HRM**

Berikut adalah grafik nilai rata-rata Hardness Test berdasarkan data pada Grafik:

- Serat Rami Nanas: 50.00 HRM
- Serat FRP : 60.67 HRM

Berdasarkan grafik batang yang menggambarkan nilai HRM pada kedua jenis komposit, terlihat bahwa Serat Matt (FRP) memiliki nilai HRM yang lebih tinggi, yaitu 60,67, dibandingkan dengan Serat Rami Nanas yang hanya mencapai 50,00. Nilai HRM (Hardness Rockwell M) ini menunjukkan tingkat kekerasan material, sehingga dapat disimpulkan bahwa komposit Serat Matt (FRP) lebih keras dibandingkan dengan komposit Serat Rami Nanas.

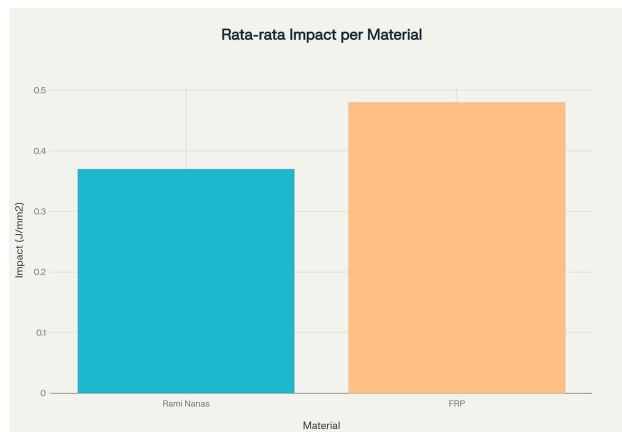
Perbedaan nilai HRM ini mengindikasikan bahwa Serat Matt (FRP) memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap penetrasi atau deformasi permukaan. Hal ini bisa menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan material untuk aplikasi yang membutuhkan kekerasan dan daya tahan lebih tinggi. Sementara itu, Serat Rami Nanas, meskipun memiliki nilai HRM yang lebih rendah, tetap dapat dipertimbangkan untuk aplikasi yang tidak terlalu menuntut kekerasan tinggi namun mungkin lebih ramah lingkungan atau ekonomis.

### **Grafik Data Pengujian Impact**

Data pada Tabel 4 dan 5 di atas merupakan hasil pengujian impact pada dua jenis material, yaitu FRP dan Serat Rami Nanas (palf). Untuk material Serat Rami Nanas (palf), dilakukan tiga kali pengujian pada suhu benda uji yang berbeda yaitu 27°C, 29°C, dan 30°C. Nilai usaha impact yang didapat berkisar antara 40.82 Joule hingga 51.08 Joule, dengan nilai impact tertinggi sebesar 0.4257 J/mm<sup>2</sup> pada suhu 30°C. Luas penampang

spesimen bervariasi antara 119 mm<sup>2</sup> hingga 120 mm<sup>2</sup>, sedangkan besar sudut tetap pada 100°. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa Serat Rami Nanas (palf), memiliki ketahanan impact yang relatif stabil meskipun terjadi perubahan suhu.

Sementara itu, material Serat FRP juga diuji sebanyak tiga kali dengan variasi suhu 28°C hingga 30°C. Usaha impact yang tercatat berkisar antara 51.08 hingga 61.31 Joule, dan nilai impact tertinggi sebesar 0.5110 J/mm<sup>2</sup> terjadi pada suhu 30°C. Luas penampang spesimen Serat Rami Nanas (palf) relatif konstan mendekati 120 mm<sup>2</sup> dengan besar sudut 100°. Jika dibandingkan dengan Serat Rami Nanas (Palf), Serat FRP memiliki nilai impact yang sedikit lebih Besar, yang mengindikasikan bahwa Serat FRP memiliki kemampuan menyerap energi benturan yang lebih baik dibandingkan Serat Rami Nanas (Palf) dalam pengujian ini.



**Gambar 4. Grafik Rata - Rata Nilai Impact**

Berikut adalah grafik nilai rata-rata impact berdasarkan data pada tabel:

- Serat Rami Nanas: 0,370 J/mm<sup>2</sup>
- Serat FRP: 0,481 J/mm<sup>2</sup>

Grafik yang menunjukkan nilai rata-rata energi benturan dari dua jenis material, yaitu Serat Rami Nanas dan Serat FRP, memperlihatkan perbedaan yang cukup jelas dalam kemampuan menyerap energi benturan. Pada grafik batang tersebut, sumbu horizontal (X) merepresentasikan jenis material, sementara sumbu vertikal (Y) menunjukkan nilai rata-rata energi benturan dalam satuan J/mm<sup>2</sup>. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa Serat Rami Nanas memiliki nilai rata-rata impact sebesar 0,370 J/mm<sup>2</sup>, sedangkan Serat FRP mencapai nilai rata-rata impact sebesar 0,481 J/mm<sup>2</sup>.

Perbedaan ini mengindikasikan bahwa Serat FRP memiliki ketahanan benturan yang lebih tinggi dibandingkan Serat Rami Nanas. Hal ini terlihat dari tinggi batang pada grafik yang lebih besar untuk Serat FRP dibandingkan Serat Rami Nanas. Dengan demikian, Serat FRP lebih efektif dalam menahan energi benturan sebelum mengalami kerusakan, sehingga lebih unggul untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan impact yang tinggi. Grafik ini memudahkan pemahaman secara kuantitatif mengenai keunggulan performa material FRP dibandingkan dengan Serat Rami Nanas serta memfasilitasi perbandingan antara kedua material tersebut secara jelas.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa komposit FRP berbasis serat sintetis masih unggul dari segi performa mekanik, khususnya dalam hal kekerasan dan ketahanan benturan, dibandingkan dengan komposit yang menggunakan serat rami nanas (palf). Meskipun demikian, serat rami nanas tetap memiliki potensi sebagai alternatif material komposit yang lebih ramah lingkungan, walaupun saat ini belum sepenuhnya mampu menandingi kekuatan serat sintetis. Dari sisi biaya, penggunaan serat rami nanas juga masih relatif lebih mahal akibat proses pengolahan yang lebih kompleks, sehingga menjadi tantangan dalam efisiensi produksi. Namun, dengan meningkatnya perhatian terhadap keberlanjutan dan material eco-friendly, serat rami nanas tetap memiliki peluang untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan komposit di masa depan.

## **DAFTAR REFERENSI**

- ASTM International. (2010). Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics1. *Annual Book of ASTM Standards*, 10(April), 1–17. <https://doi.org/10.1520/D6110-10.1>
- Cai, Z., Senalik, C. A., & Ross, R. J. (2021). Chapter 12: Mechanical properties of wood-based composite materials. In: *Wood handbook - wood as an engineering material. USDA - General Technical Report*, 15.
- Chen, Y. J., Liou, Y. C., Ho, W. H., Tsai, J. T., Liu, C. C., & Hwang, K. S. (2022). Non-destructive acoustic screening of pineapple ripeness by unsupervised machine learning and Wavelet Kernel methods. *Science Progress*, 104(3\_suppl), 31–35. <https://doi.org/10.1177/00368504221110856>

- Derianto, R., Taufiqurrahman, M., & Ivanto, M. (2024). Rancang Bangun Alat Uji Impact 100 Joule Type Charpy Skala Laboratorium (1)\* Rizky Derianto, (2) Muhammad Taufiqurrahman, (3) Muhammad Ivanto. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin (JTRAIN) Derianto, Taufiqurrahman & Ivanto*, 5(2), 19–24.
- Gooch, J. W. (2011). Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials. *Encyclopedic Dictionary of Polymers*, 52–52. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6247-8\\_863](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6247-8_863)
- Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. (2016). Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), 323–331.
- Hidayat, R., Islami, N., Putra, R., & Rahman, A. (2024). Analisis Uji Tarik dan Bending Komposit Hybrid Serat Nanas dan Glasswool Dengan Matriks Polyester. 8(2), 209–220.
- Muzayadah, N. L. M., Hardiyant, I. F., Nugroho, A. N., Aritonang, R. S. A., & Nurtiasto, T. S. N. (2024). Efek Metode Fabrikasi Terhadap Sifat Mekanik Pada Material Komposit Sandwich 3C3 Karbon Ud 12 K 0°/Divinycell Core. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), 669–683. <https://doi.org/10.21776/jrm.v15i2.1426>
- Noviyanto Adi, V., Suryani Lubis, G., & Tarbiyatun Nasyin Maleiva, L. (2025). Analisis pengaruh komposisi terhadap nilai uji impak pada material komposit hybrid serat pinang dan serat kelapa. *Lubis & Maleiva*, 6(2), 33–40.
- Putri Haziza, E., & Aritonang, S. (2024). Studi Komparasi Karakteristik Mekanik Serat Alam sebagai Bahan Anti Peluru: Jurnal Review. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur, Dan Energi*, 7(1), 168–175.
- Setyawan, B. A., Hatuwe, M. R., & Marsudi, M. (2020). Kualitas Karaktometri Material Kevlar Substitusi Fiberglass pada Kapal Ikan Nelayan Indonesia. *Jurnal Ilmiah Giga*, 22(1), 9. <https://doi.org/10.47313/jig.v22i1.738>
- Siregar. (2022). PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PIPA KOMPOSIT BERBAHAN CHOPPED STRAND MAT (CSM) BERLAPIS KAIN MORI. ,8.5.2017 ,7787 2005–2003.
- Utami, N., & Cahyo, E. (2022). Sifat Mekanik Komposit Fiberglass Melalui Uji Lentur. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 322–329. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.798>
- Wiranto, A., & Suhardiman. (2021). Analisa Kekuatan Komposit Polimer Dengan Penguat Serat Daun Nanas. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 4(1), 47–55.
- Zahra, F., Safriwardy, F., Habibi, M., & Nuzan Rizki, M. (2024). *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas Dengan Variasi Fraksi Volume Menggunakan Resin Polyester Bening*. 8(2), 201–208.