

PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT KARBON-JUTE TERHADAP UJI IMPAK DAN UJI TARIK

Birma Pratista Mariyono Putra

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: birma.22040@mhs.unesa.ac.id

Mochamad Arif Irfai

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: arifirfai@unesa.ac.id

Abstrak

Tuntutan terhadap material dengan performa mekanik tinggi, bobot ringan, efisiensi energi, serta keberlanjutan lingkungan mendorong perkembangan material alternatif di industri otomotif. Komposit merupakan material hasil rekayasa yang mengombinasikan dua atau lebih material berbeda untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih unggul dibandingkan material konvensional. Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi fraksi volume komposit hibrida serat karbon dan serat jute terhadap kekuatan tarik, kekuatan impak dengan fokus aplikasi pada fender mobil, menggunakan metode eksperimental kuantitatif dengan proses fabrikasi komposit menggunakan metode vacuum infusion. Pengujian tarik dilakukan berdasarkan standar ASTM D3039 (nilai tujuan 88.3 MPa), sedangkan pengujian impak mengikuti standar ASTM D5942-96 (nilai tujuan 0.00294J/mm²), dilakukan Juni–Desember 2025 di laboratorium Universitas Negeri Surabaya dan Politeknik Negeri Malang. Hasil menunjukkan variasi komposisi memengaruhi performa mekanik, dengan kombinasi uji tarik optimal pada Variasi 4-3 dengan komposisi serat karbon 25%, serat jute 25%, dan matriks 50% dengan rata-rata nilai tegangan 134.93 Mpa, regangan 0.0015 dan modulus young 95.37 Gpa. Pada uji impak kombinasi terbaik terdapat pada variasi 4-6 karbon 25%, jute 25%, dan matriks 50% dengan rata-rata nilai energi serap sebesar 7.715 J dan kekuatan impak sebesar 0.09255 J/mm².

Kata Kunci: Komposit hybrid, Serat Jute, Uji impak, Uji Tarik, Vacuum infusion

Abstract

The demand for materials with high mechanical performance, lightweight characteristics, energy efficiency, and environmental sustainability has driven the development of alternative materials in the automotive industry. Composites are engineered materials formed by combining two or more different constituents to obtain mechanical properties superior to those of conventional materials. This study analyzes the effect of volume fraction variations in hybrid carbon fiber-jute fiber composites on tensile strength and impact strength, with a focus on automotive fender applications. A quantitative experimental approach was employed, with composite fabrication carried out using the vacuum infusion method. Tensile testing was conducted in accordance with ASTM D3039 (target range 88.3 MPa), while impact testing followed the ASTM D5942-96 standard (target range 0.00294J/mm²). The experiments were performed from June to December 2025 at the laboratories of Universitas Negeri Surabaya and Politeknik Negeri Malang. The results indicate that variations in composite composition significantly affect mechanical performance. The optimal tensile properties were obtained in variation 4-3, with a composition of 25% carbon fiber, 25% jute fiber, and 50% matrix, resulting in an average tensile strength of 134.93 MPa, a strain of 0.0015, and a Young's modulus of 95.37 GPa. In impact testing, the best performance was achieved in variation 4-6 with the same composition, yielding an average absorbed energy of 7.715 J and an impact strength of 0.09255 J/mm².

Keywords: Hybrid composite, Jute fiber, Impact test, Tensile test, Vacuum infusion

PENDAHULUAN

Bodi mobil baja memiliki bobot yang berat dimana dapat menyebabkan konsumsi bahan bakar mobil menjadi berlebihan, oleh karena itu, perlu adanya perbaikan melalui pengurangan bobot untuk efisiensi dan performa yang lebih baik (Buba *et al.*, 2023). Komposit dianggap sebagai pelopor dalam industri mobil, karena bobotnya yang ringan, menjadikan konsumsi bahan bakar yang lebih sedikit. Material komposit digunakan karena beberapa kekhususannya, seperti rendahnya korosi, perawatan yang mudah, dan variabilitas desain (Khan *et al.*, 2024). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan sifat yang diinginkan pada *fender* mobil

dari komposisi material logamnya menjadi material komposit(Croitoru *et al.*, 2020).

Komposit merupakan material rekayasa yang dibentuk dari gabungan dua atau lebih material berbeda, sehingga mampu menghasilkan sifat mekanik dan karakteristik yang lebih baik dibandingkan masing-masing material penyusunnya secara terpisah (Kamal & Ghofur, 2021). Komposit tersusun atas dua komponen utama, yaitu matriks sebagai bahan utama dan serat sebagai penguat, yang berfungsi untuk memperbaiki sifat mekanik matriks (Wisnijati & Yudhanto, 2018).

Serat Karbon adalah serat sintesis yang sangat populer di bidang Industri (Samudra dkk., 2023). Serat karbon terbuat dari 90% Poliakrilonitril dan 10% Rayon atau Petroleum Pitch (Roszaini & Othman, 2023) Serat

karbon memiliki sejumlah keunggulan, antara lain tahan terhadap korosi, mudah dibentuk, memiliki kekuatan yang tinggi, serta bobot yang lebih ringan dibandingkan logam (Susila dkk., 2021). Namun, serat karbon memiliki kelemahan utama yaitu harganya yang relatif mahal (Rahmatullahh & Irfai, 2020).

Dari berbagai jenis serat alami, jute menjadi salah satu pilihan yang potensial karena ketersediaannya melimpah di pasaran dalam bentuk lembaran, sehingga sesuai untuk diaplikasikan pada material komposit dengan biaya yang relatif rendah (Yudha dkk., 2023). Serat jute memiliki kekuatan yang sedang, namun tingkat elastisitasnya rendah dengan elongasi saat putus hanya sekitar 1,7%, sehingga tergolong getas (Suliyanthini dkk., 2014).

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut yang telah membahas susunan lapisan serat dan belum banyak penelitian yang membahas fraksi volume antara serat jute dan serat karbon, komposisi antara matriks, serat jute, dan serat karbon menjadi faktor penting dalam menentukan sifat mekanik komposit hibrida. Perbandingan antara resin epoksi dengan serat serta antara serat jute dan serat karbon dapat dihitung melalui fraksi volume. Hal ini menjadi dasar pemikiran untuk melakukan penelitian mengenai komposit hibrida yang diperkuat serat karbon dan serat jute dengan variasi fraksi volume serat, bertujuan memperoleh kekuatan impak untuk mengetahui ketangguhan material komposit dalam menyerap energi benturan sebelum patah saat terjadi benturan menggunakan ASTM D 5942-96 dengan nilai antara 0.00294J/mm^2 dan uji tarik yang bertujuan untuk memberikan informasi penting mengenai kekuatan tarik maksimum, regangan, dan modulus elastisitas material komposit, sehingga dapat diketahui apakah material memiliki sifat cukup kuat, tidak getas, serta stabil menggunakan ASTM D638 dengan nilai tensile strength 88.3 MPa, yield strength (PP) sebesar 5.88 GPa, dan elongation at break (PP) sebesar 2%. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menyesuaikan fraksi volume serat serta melakukan pengujian kekuatan tarik dan impak untuk menentukan komposisi terbaik. Penelitian ini menggunakan matriks resin epoksi dan penguat berupa serat jute dan serat karbon.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian ini menerapkan jenis penelitian eksperimental sebagai pendekatan utamanya. jenis penelitian eksperimental merupakan cara untuk mengidentifikasi adanya hubungan sebab-akibat antara beberapa variabel yang saling terkait pada perubahan fraksi volume serta lapisan untuk menentukan kombinasi yang menghasilkan kekuatan impak dan tarik terbaik.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengecoran Gedung A8, Universitas Negeri Surabaya.

- Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan untuk mengerjakan penelitian dimulai pada Juni 2025 – Desember 2025 hingga segala data dan analisa yang dibutuhkan terpenuhi.

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas

.. Penelitian ini menggunakan variasi fraksi volume sebagai variabel bebas, dimana volume serat jute : volume serat karbon : matriks, perbandingan yang digunakan sebagai berikut
 variasi 1 (VJ 40% : VK 10% : VM 50%)
 variasi 2 (VJ 35% : VK 15% : VM 50%)
 variasi 3 (VJ 30% : VK 20% : VM 50%)
 variasi 4 (VJ 25% : VK 25% : VM 50%)

- Variabel Terikat

- Uji Impak.
- Uji Tarik.

- Variabel Kontrol

- Matriks yang digunakan adalah resin epoksi.
- Menggunakan metode *vacuum infusion* dengan tekanan 1 pk.
- 4. Susunan serat yang digunakan disusun secara berurutan, yaitu serat karbon – serat jute – serat karbon.
- 3. Dimensi specimen sesuai standar ASTM D 5942-96, dan ASTM D638.
- 5. Proses pencetakan dilakukan menggunakan cetakan (mold) berbentuk balok dengan diameter yang seragam untuk seluruh specimen.

Teknik Pengumpulan Data

- *Pre-Processing*

- Studi Literatur dan Identifikasi Variabel
- Pengumpulan Data serat dan Spesifikasi serat

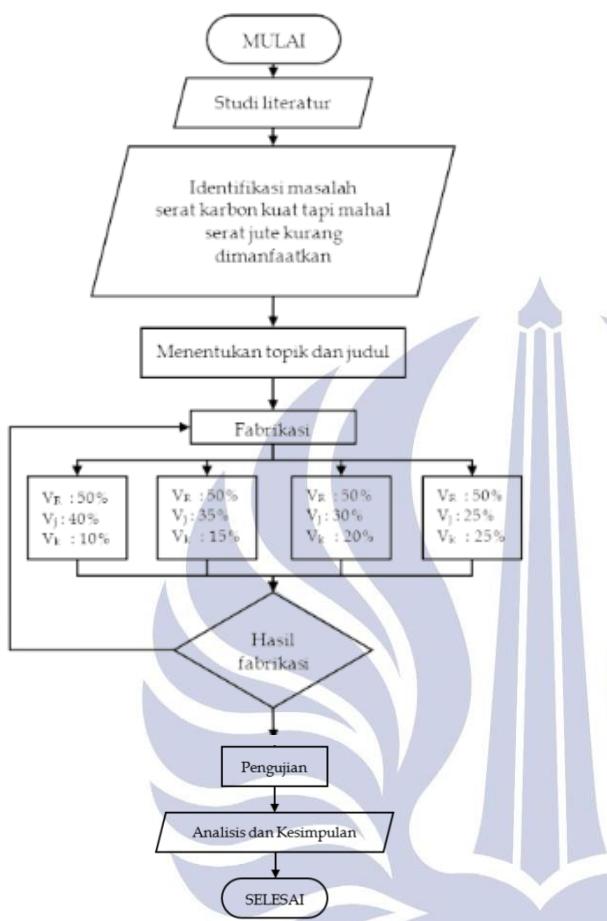
- *Processing*

- Simulasi fabrikasi *vacuum infusion*
- Analisis Hasil Simulasi dan Penentuan ketebalan
- Uji Eksperimen fraksi volume

- *Post Processing*

- Validasi Hasil

Flow Chart Penelitian



Gambar 1 Flowchart Penelitian

Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan melalui pendekatan ini dinilai memiliki tingkat validitas yang baik. Analisis terhadap data sangat penting untuk memperoleh kesimpulan yang tepat serta mengevaluasi keberhasilan penelitian..

Data yang diperoleh setelah pengujian dihitung menurut persamaan sesuai dengan standart ASTM.

- Rumus Energi Impak

$$W = m g R (\cos\beta - \cos\alpha)$$

Keterangan:

W = energi yang diserap benda uji (J)

M = berat pendulum (N)

R = jarak pendulum ke pusat rotasi (m)

β = sudut pendulum akhir

α = sudut pendulum awal

g = gravitasi bumi

- Rumus Kekuatan Impak

$$I = \frac{W}{b_i \times h_i}$$

Keterangan

I = Harga Impak (J/mm)

W = energi yang diserap benda uji (J)

b_i = lebar benda uji impak (mm)

h_i = tebal benda uji impak (mm)

- Rumus Tegangan Tarik

$$\sigma = (P)/A$$

Keterangan:

σ = Kekuatan tarik (Mpa)

P = Beban yang diberikan (N)

A = Luas penampang (mm^2)

- Rumus Regangan Tarik

$$\epsilon = (\Delta l)/(l_0) \times 100\%$$

$$\epsilon = (l_1 - l_0)/(l_0) \times 100\%$$

Keterangan :

ϵ = Regangan (%)

Δl = Pertambahan Panjang (mm)

l_0 = Panjang mula (mm)

l_1 = Panjang sesudah patah (mm)

- Rumus Modulus Young

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Keterangan :

E = Elastisitas (MPa)

σ = Tegangan tarik maksimum (N/mm^2)

ϵ = Regangan (%)

- Fraksi Volume (Suartama et al., 2020)

$$V_f = V_{\text{serat}} \% \times V_{\text{cetak}}$$

$$M_f = \rho_f \times V_f$$

$$V_m = V_m \% \times V_{\text{cetak}}$$

$$V_{\text{katalis}} = 1/3 \times V_m$$

Keterangan:

V_f = Volume serat (cm^3)

$V_{\text{serat}} \% =$ Volume serat (%)

$V_{\text{cetak}} =$ Volume cetakan (cm^3)

$M_f =$ Massa serat (gr)

$\rho_f =$ Massa jenis serat (gr/cm^3)

$V_m =$ Volume resin (cm^3)

$V_m \% =$ Volume resin (%)

$V_{\text{katalis}} =$ Volume katalis (cm^3)

HASIL DAN PEMBAHASAN

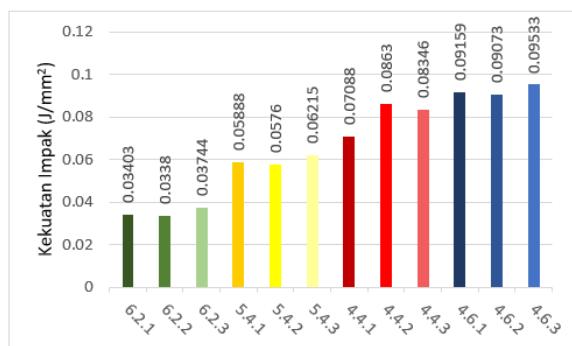
Hasil Pengujian Impak

Table 1 Data Hasil Pengujian

No	Variasi	Note	Sudut Awal (α)	Sudut Akhir (β)	Luas penampang (mm^2)	Energi Serap (J)	Kekuatan Impak (J/mm^2)
1	Karbon 10%	6.2.1	120.0	115.8	96.32	3.278	0.03403
2	Jute 40%	6.2.2	120.0	115.8	96.96	3.278	0.03380
3	Resin 50%	6.2.3	120.0	115.4	97.44	3.631	0.03744
1	Karbon 15%	5.4.1	120.0	113.3	89.92	5.295	0.05888
2	Jute 35%	5.4.2	120.0	113.5	89.28	5.143	0.05760
3	Resin 50%	5.4.3	120.0	112.8	91.68	5.698	0.06215
1	Karbon 20 %	4.4.1	120.0	112.6	77.44	5.489	0.07088
2	Jute 30 %	4.4.2	120.0	111.6	77.12	6.656	0.08630
3	Resin 60%	4.4.3	120.0	111.8	77.76	7.161	0.08346
1	Karbon 25 %	4.6.1	120.0	110.4	83.68	7.665	0.09159
2	Jute 25 %	4.6.2	120.0	110.5	83.36	7.564	0.09073
3	Resin 50%	4.6.3	120.0	110.1	83.04	7.917	0.09533

Pada tabel 1 memberikan informasi perbedaan variasi terhadap fraksi volume, sudut akhir, luas penampang, energi serap, kekuatan impak, dan jenis patahan. pengujian ini didapatkan hasil energi serap dan kekuatan impak perbedaan campuran serat terhadap fraksi volume dan luas penampang yang berbeda pada material komposit hibrid memiliki pengaruh pada hasil nilai (Widodo et al., 2022). Saat pengujian impact

menggunakan pendulum seberat 8,3 kg dengan panjang lengan 62cm serta sudut awal 120°.



Pada grafik 4.2 diatas dapat dilihat bahwa variasi 4.6 memiliki kekuatan impak tertinggi dengan rata rata nilai energi serap sebesar 0.08926 J/mm², lalu disusul oleh variasi 4.4 dengan rata rata nilai sebesar 0.08016 J/mm², setelah itu disusul oleh variasi 5.4 dengan rata rata nilai sebesar 0.0595 J/mm², dan variasi 6.2 memiliki rata rata nilai kekuatan impak terendah sebesar 0.03086 J/mm².

Analisa Data

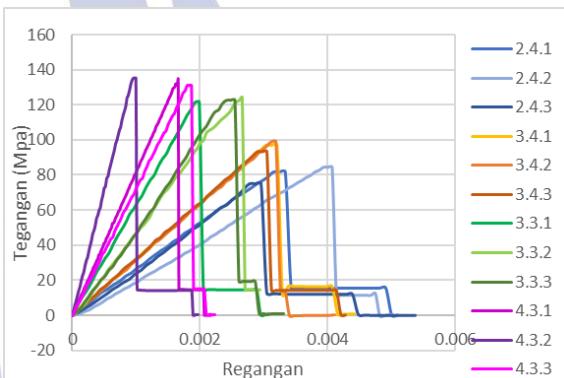
Berdasarkan hasil pengujian impact yang ditunjukkan pada Grafik 4.1 dan 4.2, dapat disimpulkan bahwa komposisi fraksi volume serat sangat berpengaruh terhadap kemampuan penyerapan energi dan kekuatan impak komposit hybrid. Variasi 4-3, yang memiliki proporsi serat karbon lebih banyak (4 lapis karbon dan 3 lapis jute), menunjukkan performa terbaik. Hal ini terlihat dari nilai energi serap tertinggi sebesar 7.4463 J serta kekuatan impak tertinggi mencapai 0.08926 J/mm². Secara berurutan, kemampuan impact berikutnya ditempati oleh variasi 3-3, lalu 3-4, dan yang terendah adalah variasi 2-4, di mana kandungan serat karbon paling sedikit. Penurunan proporsi serat karbon menyebabkan kemampuan komposit dalam menahan beban benturan berkangur signifikan, ditunjukkan oleh energi serap hanya 2.992 J dan kekuatan impak 0.03086 J/mm² pada variasi tersebut. Secara keseluruhan, semakin besar fraksi volume serat karbon dalam komposit, semakin tinggi energi serap dan kekuatan impaknya. Hal ini menunjukkan bahwa serat karbon berperan dominan dalam meningkatkan ketangguhan dan ketahanan komposit terhadap beban benturan, sedangkan peningkatan proporsi serat jute cenderung menurunkan performa impaknya. Dengan demikian, komposisi 4-3 (karbon lebih banyak dibanding jute) merupakan kandidat terbaik untuk aplikasi fender mobil yang membutuhkan ketahanan benturan tinggi.

Hasil Pengujian Tarik

Table 2 Data Hasil Pengujian

No	Variasi	Note	Beban Maks (N)	Perpanjangan (mm)	Tegangan Tarik Maks (Mpa)	Regangan Tarik	Modulus Young (Gpa)
1	Karbon 10%	2.4-1	4368.84	0.55	81.93	0.00333	24.54
2	Jute 40% Resin 50%	2.4-2	4592.28	0.67	84.61	0.00407	20.77
3		2.4-3	4059.16	0.48	74.98	0.00296	25.33
1	Karbon 15%	3.4-1	5535.04	0.52	96.69	0.0032	30.15
2	Jute 35% Resin 50%	3.4-2	5625.004	0.52	98.73	0.00319	30.94
3		3.4-3	5315.52	0.5	93.53	0.00305	30.62
1	Karbon 20%	3.3-1	5903.52	0.32	121.47	0.00199	60.99
2	Jute 30%	3.3-2	5979.96	0.43	124.42	0.00266	46.77
3	Resin 60%	3.3-3	5930.96	0.42	122.71	0.00254	48.21
1	Karbon 25%	4.3-1	6883.52	0.27	134.89	0.00166	80.93
2	Jute 25% Resin 50%	4.3-2	6932.52	0.16	135.13	0.001	135.13
3		4.3-3	6603.24	0.3	130.78	0.00186	70.06

Pada tabel 2 memberikan informasi perbedaan variasi terhadap fraksi volume, beban maks, displacement, tegangan tarik maks, regangan tarik, dan modulus young.



Grafik 2 Nilai Energi Serap

Pada grafik 2 diatas dapat dilihat bahwa variasi 4-3 memiliki tegangan tertinggi dengan rata rata nilai energi serap sebesar 133.6039 Mpa, lalu disusul oleh variasi 3-3 dengan rata rata nilai sebesar 122.8722 Mpa, setelah itu disusul oleh variasi 3-4 dengan rata rata nilai sebesar 96.32292 Mpa, dan variasi 2-4 memiliki rata rata nilai tegangan terendah sebesar 80.51251 Mpa.

Pada grafik 2 diatas dapat dilihat bahwa variasi 2-4 memiliki regangan tertinggi dengan rata rata nilai energi serap sebesar 0.003457, lalu disusul oleh variasi 3-4 dengan rata rata nilai sebesar 0.003151, setelah itu disusul oleh variasi 3-3 dengan rata rata nilai sebesar 0.002399, dan variasi 4-3 memiliki rata rata nilai regangan terendah sebesar 0.001511.

Pada grafik 2 diatas dapat dilihat bahwa variasi 4-3 memiliki *modulus young* tertinggi dengan rata rata nilai *modulus young* sebesar 95.378 Gpa, lalu disusul oleh variasi 3-3 dengan rata rata nilai sebesar 51.99433 Gpa, setelah itu disusul oleh variasi 3-4 dengan rata rata nilai sebesar 30.57333 Gpa, dan variasi 2-4 memiliki rata rata nilai *modulus young* terendah sebesar 23.55133 Gpa.

Analisa Data Uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian tarik pada Grafik 4.3, dapat disimpulkan bahwa proporsi serat karbon dalam komposit memberikan pengaruh dominan terhadap peningkatan kekuatan tarik, kekakuan material, serta penurunan regangan patah. Variasi 4-3, yang memiliki jumlah serat karbon paling banyak, menghasilkan performa mekanik yang paling unggul. Hal ini terlihat dari nilai tegangan maksimum tertinggi sebesar 133.6039 MPa, serta modulus Young tertinggi mencapai 95.378 GPa, menunjukkan bahwa material dengan fraksi volume karbon lebih tinggi memiliki ketahanan tarik dan kekakuan paling baik. Namun demikian, variasi ini memiliki regangan terendah, yaitu hanya 0.001511, mencerminkan sifat material yang kuat tetapi relatif lebih kaku dan kurang elastis. Urutan performa berikutnya ditempati oleh variasi 3-3, yang menunjukkan kekuatan tarik dan modulus Young berada pada peringkat kedua dengan nilai tegangan 122.8722 MPa dan modulus 51.99433 GPa. Variasi 3-4, dengan karbon lebih sedikit dibanding jute, memiliki performa lebih rendah dengan tegangan 96.32292 MPa dan modulus Young 30.57333 GPa. Sementara itu, variasi 2-4, yang mengandung serat karbon paling sedikit, menunjukkan performa terendah dengan tegangan 80.51251 MPa dan modulus Young hanya 23.55133 GPa. Meskipun demikian, variasi 2-4 memiliki regangan tertinggi (0.003457), menunjukkan bahwa peningkatan proporsi serat jute membuat komposit menjadi lebih elastis namun mengurangi kekuatan tariknya. Secara keseluruhan, semakin besar fraksi volume serat karbon dalam komposit, semakin tinggi tegangan maksimum dan modulus Young yang dihasilkan, sementara peningkatan proporsi serat jute meningkatkan regangan patah namun menurunkan kekuatan dan kekakuan material. Dengan demikian, variasi 4-3 merupakan komposisi terbaik untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik tinggi dan kekakuan besar, seperti fender mobil, sedangkan variasi dengan jute lebih dominan kurang sesuai untuk aplikasi struktural berpengaruh besar.

Hasil Foto Makro



Gambar 1 Foto Makro Setelah Uji Impak



Gambar 2 Foto Makro Setelah Uji Tarik

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian tarik dan impak yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi fraksi volume serat pada komposit hibrida serat karbon-serat jute memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekanik material. Peningkatan fraksi volume serat karbon cenderung meningkatkan kekuatan tarik maksimum dan kekakuan material, sedangkan peningkatan fraksi volume serat jute berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan deformasi atau regangan. Pada pengujian tarik, kombinasi fraksi volume seimbang antara serat karbon dan serat jute menunjukkan performa mekanik yang paling optimal, sehingga dinilai layak untuk aplikasi fender mobil berdasarkan kebutuhan kekuatan dan kekakuan material. Sementara itu, hasil pengujian impak menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat karbon berperan dominan dalam meningkatkan kemampuan komposit dalam menyerap energi benturan sebelum mengalami kegagalan. Secara keseluruhan, komposit hibrida serat karbon-serat jute memiliki potensi yang baik sebagai material alternatif fender mobil, dimana untuk kekuatan impak memenuhi standar akan teteapi untuk regangan tarik masih kurang.

SARAN

1. Penambah variasi fraksi volume serat karbon dan serat jute agar diperoleh hasil yang lebih akurat.
2. Untuk mengetahui hubungan kerusakan bisa ditambahkan pengujian seperti makro, dan mikro untuk mengamati pola patahan, distribusi serat, serta kualitas ikatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Buba, W. D., Bello, A. A., & Jatau, J. S. (2023). Production and Performance Evaluation of Sisal Fibre (Agave Sisalana) As Composite Material for Car Bumper. *European Journal of Mechanical Engineering Research*, 10(1), 46–81. <https://doi.org/10.37745/ejmer.2014/vol10n14681>
- Croitoru, E. I., Morariu, C. O., Soica, A., & Oancea, G. (2020). Composite automobile fender impact testing with a spherical ball. *Materiale Plastice*, 57(1), 175–190. <https://doi.org/10.37358/MP.20.1.5324>
- Irandoost, K. (2024). A mini-review on ductile fracture mechanism of cracked / notched composite elements. 6, 1–4.
- Jumriladin Putra Susila, D., Yuliyanto, Y., & Masdani, M. (2021). Pengaruh Serat Karbon Terhadap Sifat Mekanik dan Topografi pada Komposit Bermatriks Polyester BQTN 157. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(7), 1219–1236. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i7.271>
- Kamal, R. A., & Ghofur, M. A. (2021). Analisis Uji Balistik Komposit Serat Pelepas Salak Dengan Resin Epoksi dan Silicon Carbida (SiC) Menggunakan Metode Vacuum Bag. *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi Dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO)*, 3(November), 333–344. <https://doi.org/10.54706/senastindo.v3.2021.140>
- Khan, F., Hossain, N., Mim, J. J., Rahman, S. M., Iqbal, M. J., Billah, M., & Chowdhury, M. A. (2024). Advances of composite materials in automobile applications – A review. *Journal of Engineering Research (Kuwait)*, February. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.02.017>
- Nurul Farhana Roszaini, & Othman, S. A. (2023). The Investigation of General Properties of Carbon Fiber (CF) Composites - Preliminary Study. *Journal of Applied Science & Process Engineering*, 10(1), 59–65. <https://doi.org/10.33736/jaspe.5528.2023>
- Rahmatullahh, A., & Irfai, M. A. (2020). Pengaruh Fraksi Volume Komposit Hybrid dengan Penguatan Serat Rami dan Serat Karbon Bermatrik Polyester terhadap Kekuatan Bending dan Kekuatan Tarik. *Jtm*, 8(2), 61–66.
- Samudra, E., Setiawan, F., & Wicaksono, D. (2023). Pengujian Keausan Material Komposit Serat Karbon Pada Fuselage Uav Skywalker 1900. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik Elektronik, Engine*, 9(2), 223–230. <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i2.948>
- Suartama, I. P. G., Nugraha, I. N. P., & Dantes, K. R. (2020). Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polimer Polyester Diperkuat Serat Pelepas Gebang. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 4(1). <https://doi.org/10.23887/jjtm.v4i1.8312>
- Suliyanthini, D., Riza, W., Tinuk, & Aam. (2014). MODIFICATION RECYCLE JUTE FIBRE WASTE FOR BULLET PROOF VESTS By. Dewi Suliyanthini, Dr. Riza. W. Jonathan MM, Dr Tinuk, and Aam. MSi. *). *Jurnal Green Growth Dan Manajemen Lingkungan*, 3(1)(<http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jgg/issue/view/224>), 1–13.
- Widodo, L., Priyanto, K., & Margono, B. (2022). Analisis Ketangguhan Impak Komposit Polyester Berpenguatan Serat Daun Nanas Berdasarkan Jenis Anyaman. *Teknika*, 7(4), 217–227. <https://doi.org/10.52561/teknika.v7i4.207>
- Wisnijati, A., & Yudhanto, F. (2018). Analisis Kekuatan Mekanik Exhaust Cover Komposit Hybrid Untuk Sepeda Motor Dengan Metode Vacuum Infusion. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 7(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v7i1.710>
- Yudha, V., Ferriawan Yudhanto, & Joko Waluyo. (2023). Analisa Sifat Fisis Dan Mekanis Komposit Hibrid Serat Jute/Karbon Yang Dibuat Dengan Metode Vacuum Infusion Sebagai Alternatif Bahan Helm. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 8(1), 25–35. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v8i1.248>