

Analisa kekuatan mekanis komposit serat kelapa dengan polyvinyl chloride (PVC) untuk body Go-Kart

Dward Dabble Taliak
Universitas Tarumanagara, Indonesia
Email: Taliakdward@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis kekuatan mekanis komposit serat kelapa dengan resin epoxy sebagai material alternatif body go-kart. Serat kelapa dipilih karena ketersediaannya yang melimpah, harga yang ekonomis, serta sifat ramah lingkungan. Metode penelitian menggunakan eksperimen dengan variasi komposisi serat kelapa terhadap resin yaitu 80:20, 70:30, dan 60:40. Spesimen diuji melalui uji bending, uji impact Charpy, serta uji kekerasan Vickers. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbandingan 70:30 memberikan kekuatan bending tertinggi sebesar 21,18 N/mm² dan kekerasan rata-rata tertinggi 166 VHN, sedangkan perbandingan 60:40 menghasilkan energi impact tertinggi sebesar 0,623 J/mm². Perbandingan 80:20 memiliki nilai terendah pada semua parameter. Hasil ini menegaskan bahwa variasi fraksi serat kelapa berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanis komposit. Secara keseluruhan, komposit dengan perbandingan 70:30 memberikan performa mekanis paling seimbang dan dapat direkomendasikan sebagai bahan alternatif untuk body go-kart yang lebih kuat, ringan, serta ramah lingkungan.

Kata kunci: serat kelapa, komposit, kekuatan mekanis, epoxy, go-kart

Abstract

This study aims to analyze the mechanical strength of coconut fiber composites with epoxy resin as an alternative material for go-kart bodies. Coconut fiber was selected due to its availability, low cost, and eco-friendly properties. The experimental method used fiber-to-resin ratios of 80:20, 70:30, and 60:40. The specimens were tested through bending tests, Charpy impact tests, and Vickers hardness tests. The results indicated that the 70:30 ratio provided the highest bending strength of 21.18 N/mm² and the highest average hardness of 166 VHN, while the 60:40 ratio produced the highest impact energy of 0.623 J/mm². The 80:20 ratio showed the lowest values across all parameters. These findings confirm that variations in coconut fiber fractions significantly affect the mechanical properties of the composites. Overall, the 70:30 ratio demonstrated the most balanced mechanical performance and is recommended as an alternative material for go-kart bodies, offering enhanced strength, lightweight properties, and environmental sustainability.

Keywords: coconut fiber, composite, mechanical strength, epoxy, go-kart



PENDAHULUAN

GO-kart adalah salah satu transportasi perancangan mekanikal yang menggunakan mesin kendaraan bermotor sebagai penggerak utama (Saepuddin, Permadi, Putra, Tjiptady, & Chanda, 2023). GO-kart pertama kali dirancang di California pada tahun 1956, oleh Art Ingels dan seorang perancang mobil balap perusahaan kurtis kraft (Ridho, 2023). Dalam sebuah Go-Kart memiliki beberapa komponen seperti rangka (frame), sistem kemudi, sistem pengereman, body, poros roda belakang dan komponen lain. Salah satu komponen penting dalam Go-kart adalah body GO-kart yang dirancang berfungsi untuk mengurangi hambatan udara, yang dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dan stabilitas kendaraan pada kecepatan tinggi (Munardi, 2016).

Komposit didefinisikan sebagai penggabungan dua macam material atau lebih yang memiliki sifat yang berbeda, yaitu matriks dan penguat (Ghazali, 2022; Syaputra, 2016). Dari pencampuran tersebut akan menghasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki

keuntungan tahan terhadap korosi dan memiliki kekuatan yang baik (Munir, Salsabila, & Rosyid, 2023; Ruzuqi & Waas, 2021; Siregar, Yudo, & Kiryanto, 2017; Wirawan, Setyabudi, & Widodo, 2017).

Serat adalah komponen utama dari sebuah komposit (Setiawan, Yudo, & Jokosisworo, 2017; Titani, Imalia, & Haryanto, 2018; Utama & Zakiyya, 2016; Wahyudi & Yuono, 2017). Serat terbagi menjadi dua jenis yaitu serat sintetis dan serat alam. Serat sintetis merupakan serat yang dibuat melalui sintesis kimia, berbeda dengan serat alami yang dihasilkan melalui organisme makhluk hidup (Ahmad, Arif, & Adlie, 2024; Santoso, 2021; Siagian & Putra, 2024; Suparno, 2020). Serat alam juga memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat sintetis, komposit serat alam lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan serat sintetis khususnya komposit serat kelapa, telah menjadi fokus perhatian dalam penelitian.

Permasalahan penelitian yang mendasari studi ini adalah: (1) Bagaimana pengaruh variasi presentase serat kelapa dalam matriks resin epoksi terhadap kekuatan bending, impact, dan kekerasan komposit untuk aplikasi body Go-Kart? (Arkan, 2024). (2) Komposisi serat kelapa manakah yang memberikan performa mekanis optimal untuk memenuhi persyaratan struktural body Go-Kart? (3) Apakah komposit serat kelapa dapat menjadi alternatif material yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan dibandingkan material konvensional?

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan industri otomotif untuk mengembangkan material alternatif yang lebih sustainable dan cost-effective (Arrozi, Widyianto, Sampurno, Widowati, & Aminatun, 2025; Putra, Waluyo, Siahaan, Ilmi, & Savero, 2025; Rahmatullah, 2024). Dengan meningkatnya kesadaran lingkungan dan kebutuhan untuk mengurangi ketergantungan pada material sintetis, pengembangan komposit berbasis serat alam menjadi sangat penting untuk masa depan industri otomotif ringan.

Penelitian sebelumnya telah mengkaji berbagai aspek komposit serat alam. Hartanto (2009) meneliti pengaruh perlakuan alkali dan fraksi volume serat terhadap kekuatan bending, tarik, dan impact komposit berpenguat serat rami. Strong (2008) dalam bukunya "Fundamentals of composites manufacturing" membahas metode dan aplikasi material komposit. Suugondo et al. (2022) menganalisis kekuatan komposit berpenguat serat karbon dengan matriks resin terhadap sifat mekanis. Namun, penelitian spesifik tentang optimasi komposisi serat kelapa untuk aplikasi body go-kart masih terbatas.

Kesenjangan penelitian yang teridentifikasi adalah kurangnya data empiris tentang komposisi optimal serat kelapa dalam komposit untuk aplikasi otomotif ringan. Sebagian besar penelitian terdahulu fokus pada serat alam lain atau tidak mengoptimalkan secara sistematis rasio serat terhadap matriks untuk aplikasi spesifik seperti body go-kart.

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi sistematis tiga variasi komposisi serat kelapa (80:20, 70:30, dan 60:40) dengan pendekatan multi-pengujian mekanis (bending, impact, dan kekerasan) yang secara khusus ditujukan untuk aplikasi body go-kart. Penelitian ini juga menggunakan pendekatan komparatif yang komprehensif untuk menentukan komposisi optimal.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) Menganalisis pengaruh variasi presentase serat kelapa terhadap sifat mekanis komposit; (2) Menentukan komposisi optimal serat kelapa-resin epoxy untuk aplikasi body go-kart; (3) Mengevaluasi kelayakan teknis dan ekonomis komposit serat kelapa sebagai material alternatif.

Manfaat penelitian ini mencakup: (a) Manfaat teoritis: memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu material komposit berbasis serat alam untuk industri otomotif ringan; (b) Manfaat praktis: menyediakan data teknis untuk pengembangan material body go-kart yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan; (c) Manfaat ekonomi: mendukung pemanfaatan limbah serat kelapa sebagai bahan baku industri dan mengurangi ketergantungan pada material impor.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis sifat mekanis komposit serat kelapa pada tiga variasi komposisi berbeda. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisik, Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan alat uji gbending, alat uji impact charpy, alat uji vickers microhardness dengan menguji spesimen komposit serat kelapa untuk mengetahui perbandingan karakteristik kekuatan mekanis komposit silencer gokart.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, dalam penelitian ini material yang digunakan adalah serat kelapa terhadap *body* gokart yang dilakukan dalam beberapa tahap yakni, pengukuran dan beri pembatas pada serat kelapa, agar memudahkan pemotongan, hasil pemotongan dirapihkan, agar sesuai pada ukuran molding, siapkan molding dan lapiisi dengan *wax* anti lengket, agar memudahkan pelepasan spesimen, letakan resin yang akan digunakan, campurkan antara resin dan pengeras dengan perbandingan yang tertera (3:1), letakan bahan spesimen yang telah diukur dan dipotong ke dalam molding, lapiisi bahan spesimen dengan resin, lakukan pelapisan sesuai dengan lapisan yang diinginkan, dan menghitung volume cetakan sesuai cetakan volume.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian *Impact*

Rumus yang digunakan:

$$HI = \frac{G \times D \times (\cos \beta - \cos \alpha) \times L}{A} \left(\frac{\text{Joule}}{\text{mm}^2} \right)$$

Dimana:

$$G = 26.12 \text{ kg}$$

$$D = 0.6345 \text{ m}$$

$$L = 0.75 \text{ m}$$

Tabel 1. hasil pengujian Impact Test dengan perbandingan 80 : 20

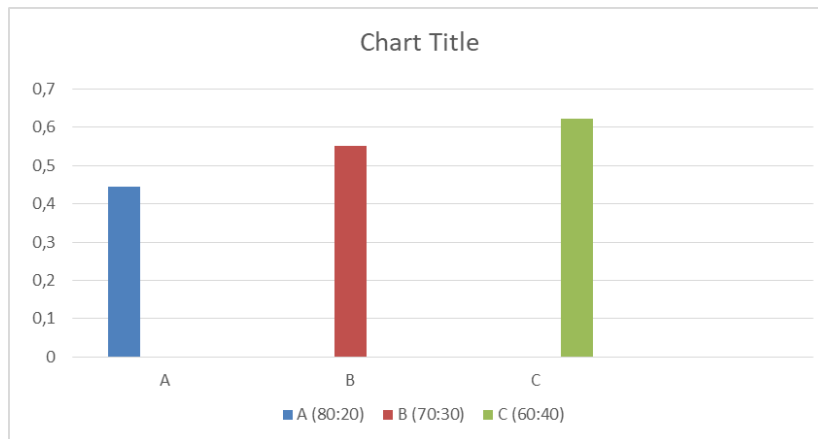
Spesimen	A1	A2	A3	A4	A5
Panjang (mm)	150	150	150	150	150
Lebar (mm)	13	13	13	13	13
Tebal (mm)	4	4	4	4	4
Luas Penampang	20	20	20	20	20
Sudut α (°)	144	144	144	144	144
Sudut β (°)	90	105	95	106	99
Jarak Sumbu Pendulum dengan					
Pusat Berat (m)	0,6345	0,6345	0,6345	0,6345	0,6345
Panjang Tuas (m)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Berat Pendulum (kg)	26,12	26,12	26,12	26,12	26,12
Impact Energy (Joule/mm ²)	0,820	0,691	0,088	0,114	0,516
Rata-Rata (Joule/mm ²)	0,446				

Tabel 2. hasil pengujian Impact Test dengan perbandingan 70 : 30

Spesimen	B1	B2	B3	B4	B5
Panjang (mm)	150	150	150	150	150
Lebar (mm)	13	13	13	13	13
Tebal (mm)	4	4	4	4	4
Luas Penampang	20	20	20	20	20
Sudut α (°)	144	144	144	144	144
Sudut β (°)	102	111	112	105	102
Jarak Sumbu Pendulum dengan					
Pusat Berat (m)	0,6345	0,6345	0,6345	0,6345	0,6345
Panjang Tuas (m)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Berat Pendulum (kg)	26,12	26,12	26,12	26,12	26,12
Impact Energy (Joule/mm ²)	0,478	0,854	0,258	0,691	0,478
Rata-Rata (Joule/mm ²)	0,552				

Tabel 3. hasil pengujian Impact Test dengan perbandingan 60 : 40

Spesimen	B1	B2	B3	B4	B5
Panjang (mm)	150	150	150	150	150
Lebar (mm)	13	13	13	13	13
Tebal (mm)	4	4	4	4	4
Luas Penampang	20	20	20	20	20
Sudut α (°)	144	144	144	144	144
Sudut β (°)	98	95	97	99	93
Jarak Sumbu Pendulum dengan					
Pusat Berat (m)	0,6345	0,6345	0,6345	0,6345	0,6345
Panjang Tuas (m)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Berat Pendulum (kg)	26,12	26,12	26,12	26,12	26,12
Impact Energy (Joule/mm ²)	1,051	0,088	1,116	0,516	0,344
Rata-Rata (Joule/mm ²)	0,623				



Gambar 2. Chart

Pembahasan

Pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Dalam pengujian mekanik, terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, uji puntir adalah pengujian yang menggunakan beban statik. Sedangkan uji *impact* menggunakan beban dinamik. Pada pembebanan cepat atau disebut juga beban *impact*, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini akan diubah dalam berbagai respons pada material seperti deformasi plastis.

Hasil pengujian ini memberikan informasi penting tentang sifat mekanik dan daya tahan bahan terhadap beban tumbukan yang dapat terjadi dalam situasi nyata, seperti kecelakaan atau kondisi lingkungan tertentu. Beberapa parameter yang umumnya dievaluasi dalam pengujian *impact* melibatkan analisis energi yang diserap, deformasi material, dan perilaku struktural pada saat tumbukan. Dari

pengujian *impact* yang telah dilakukan maka didapat jenis atau klasifikasi patahan, jenis patahan yang didapat pada pengujian *impact* kali ini adalah patahan getas dan patahan ulet.

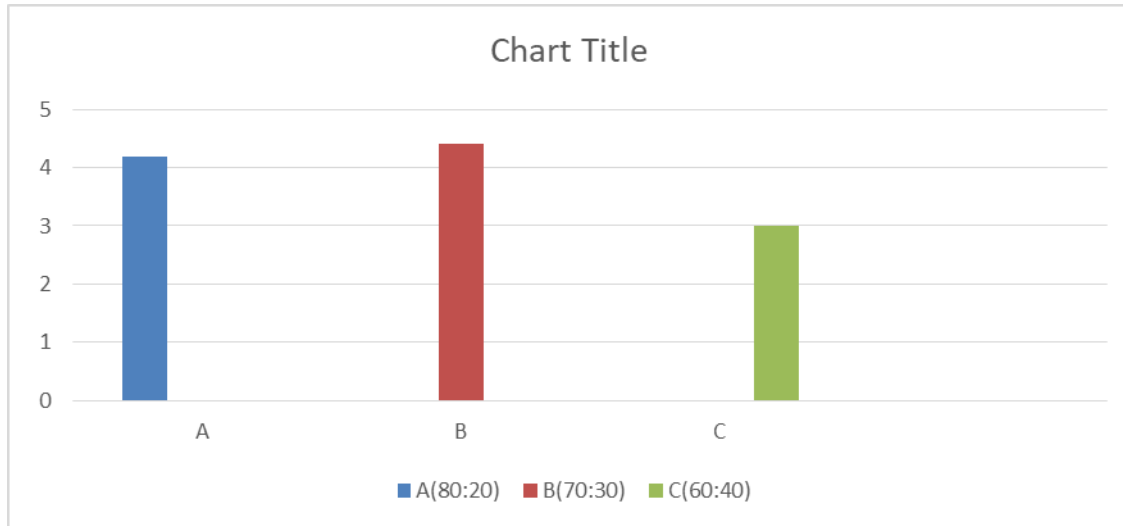
Dilihat dari grafik di atas, nilai harga *impact* tertinggi diperoleh pada perbandingan 60:40 yaitu pada spesimen C yaitu 0,623 Joule/mm² sedangkan nilai harga *impact* paling rendah didapat pada perbandingan 80:20 yaitu pada spesimen A yaitu 0,446 Joule/mm². Hal ini menunjukkan bahwa material dengan struktur paling kuat diperoleh pada perbandingan 60:40 yaitu pada spesimen C.

Hasil pengujian Vickers

Rumus kekerasan vickers :

Panjang diagonal rata-rata (μm), dengan d rata-rata $\frac{d_1+d_2}{2}$ (μm)

Kekerasan rata-rata $\frac{1,854 \times P}{d^2}$ (VHN)



Pembahasan dan Analisa:

Pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Dalam pengujian mekanik, terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, uji puntir adalah pengujian yang menggunakan beban statik. Sedangkan uji *impact* menggunakan beban dinamik. Pada pembebanan cepat atau disebut juga beban *impact*, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini akan diubah dalam berbagai respons pada material seperti deformasi plastis.

Dilihat dari grafik di atas, hasil pengujian kekerasan *hardness vickers* dengan proses perbandingan serat kelapa terhadap resin 70:30 pada spesimen B, memiliki nilai kekerasan terbesar, yaitu sebesar 166 VHN. Sedangkan hasil terendah diperoleh spesimen C dengan proses perbandingan serat kelapa terhadap resin 60:40 sebesar 153 VHN. Sedangkan hasil sedang diperoleh spesimen A dengan proses perbandingan serat kelapa terhadap resin 80:20 sebesar 157 VHN.

Hasil Pengujian *Bending Test*

Rumus yang digunakan:

$$\sigma = \frac{3 \times P \times L}{2 \times W \times T^2}$$

Dimana:

- σ = Kekuatan Bending (N/mm²)
- P = Beban Tekan atau Gaya (N)
- L = Jarak Dua Titik Tumpuan (mm)
- W = Lebar Spesimen (mm)
- T = Tebal Spesimen (mm)

Table 4. Hasil Pengujian *Bending Test* dengan Perbandingan serat kelapa terhadap Resin 80:20

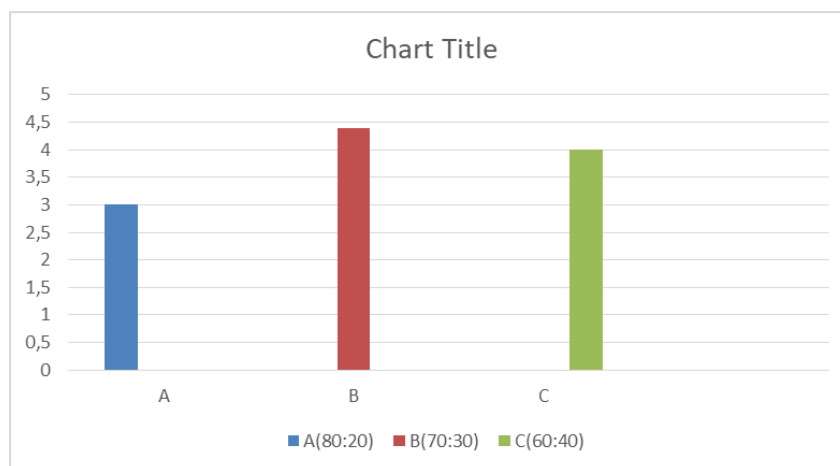
Spesimen	A1	A2	A3	A4	A5
Panjang (mm)	150	150	150	150	150
Lebar (mm)	13	13	13	13	13
Tebal (mm)	4	4	4	4	4
Force (kgf)	3,263	3,569	3,161	3,670	3,263
Force (N)	32	35	31	36	32
Jarak Dua Titik					
Tumpuan (mm)	65	65	65	65	65
Kekuatan					
Bending (N/mm ²)	15	16,406	14,531	16,875	15
Rata-Rata					
(N/mm ²)	15.5624				

Tabel 5. Hasil Pengujian *Bending Test* dengan Perbandingan serat kelapa terhadap Resin 70:30

Spesimen	B1	B2	B3	B4	B5
Panjang (mm)	150	150	150	150	150
Lebar (mm)	13	13	13	13	13
Tebal (mm)	4	4	4	4	4
Force (kgf)	4,588	4,792	4,282	4,588	4,792
Force (N)	45	47	42	45	47
Jarak Dua Titik					
Tumpuan (mm)	65	65	65	65	65
Kekuatan					
Bending (N/mm ²)	21,094	22,031	19,688	21,094	22,031
Rata-Rata					
(N/mm ²)	21.1876				

Tabel 6. Hasil Pengujian *Bending Test* dengan Perbandingan serat kelapa terhadap Resin 60:40

Spesimen	C1	C2	C3	C4	C5
Panjang (mm)	150	150	150	150	150
Lebar (mm)	13	13	13	13	13
Tebal (mm)	4	4	4	4	4
Force (kgf)	4,385	4,385	4,588	4,690	4,588
Force (N)	43	43	45	46	45
Jarak Dua Titik					
Tumpuan (mm)	65	65	65	65	65
Kekuatan					
Bending (N/mm ²)	20,156	20,156	21,094	21,563	21,094
Rata-Rata					
(N/mm ²)	20.8126				



Gambar 3. Hasil Pengujian Bending Test

Pembahasan dan Analisa:

Uji *bending* atau pengujian lentur pada material serat karbon, ASTM D7264, merupakan metode untuk menguji kekuatan dan perilaku material serat karbon ketika diberikan beban. Proses uji ini melibatkan pemberian beban pada sampel serat karbon dan pengamatan terhadap respons material terhadap beban tersebut. Dalam metode pengujian *bending*, sampel serat karbon, ditempatkan di atas dua titik penopang dan diberikan beban pada titik tengahnya. Beban ini dapat diterapkan secara perlahan hingga sampel mengalami deformasi atau patah. Selama uji, berbagai parameter seperti tegangan dan regangan pada konsep kelenturan dapat diukur dalam pengujian *bending*. Uji *bending* pada material serat karbon ini memberikan keterangan mengenai sifat mekanik dan kinerja material dalam aplikasi yang melibatkan beban lentur. Di samping itu, pengujian ini sebenarnya dapat digunakan sebagai pemilihan material yang sesuai dan perancangan struktur yang membutuhkan kekuatan lentur yang sesuai.

Dilihat dari grafik di atas, hasil pengujian *bending* dengan proses perbandingan serat kelapa terhadap resin 70:30 pada spesimen B memiliki nilai kekuatan *bending* terbesar, yaitu sebesar 21.1876 N/mm². Sedangkan hasil terendah diperoleh spesimen A dengan perbandingan serat kelapa terhadap resin 80:20 sebesar 15,5624 N/mm². Sedangkan hasil sedang diperoleh spesimen C dengan proses perbandingan serat kelapa terhadap resin 60:40 sebesar 20.8126 N/mm².

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian komprehensif yang meliputi pengujian bending, impact, dan vickers hardness number, dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi serat kelapa dalam matriks resin epoxy berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanis komposit. Komposit dengan perbandingan 70:30 menunjukkan performa mekanis paling optimal dengan kekuatan bending tertinggi sebesar 21.1876 N/mm² dan kekerasan terbesar 166 VHN, meskipun energi impact-nya lebih rendah dibandingkan komposisi 60:40. Komposisi 60:40 unggul dalam hal ketahanan impact dengan energi serap 0,623 Joule/mm², namun memiliki kekerasan terendah. Sementara itu, komposisi 80:20 menunjukkan performa terendah pada semua parameter uji. Secara keseluruhan, komposisi 70:30 direkomendasikan sebagai material optimal untuk body go-kart karena memberikan keseimbangan terbaik antara kekuatan bending dan kekerasan, yang

merupakan parameter kritis untuk aplikasi struktural. Material komposit serat kelapa terbukti memiliki karakteristik kekuatan mekanis yang baik dan berpotensi menjadi alternatif material ramah lingkungan dan ekonomis untuk pembuatan body Go-Kart.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengujian tambahan seperti uji tarik dan uji fatik untuk mendapatkan karakterisasi material yang lebih lengkap. Selain itu, perlu dilakukan optimasi lebih lanjut pada komposisi antara 60:40 dan 70:30 untuk mendapatkan keseimbangan optimal antara kekuatan bending dan ketahanan impact. Penelitian tentang perlakuan permukaan serat kelapa dengan metode alkalisasi atau treatment kimia lainnya juga dapat dilakukan untuk meningkatkan ikatan antarmuka serat-matriks. Pengembangan prototype body go-kart dengan material komposit optimal dan pengujian performanya dalam kondisi operasional nyata akan menjadi langkah selanjutnya untuk validasi aplikasi komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Nazli, Arif, Zainal, & Adlie, Taufan Arif. (2024). Impact Characterization of Safety Helmets Made From Areca Fiber-Reinforced Polyester Composites. *JURUTERA-Jurnal Umum Teknik Terapan*, 11(02), 108–115.
- Arkan, Muhamad Fauzan. (2024). Karakteristik Kekuatan Mekanis Komposit Silencer Gokart. *Jurnal Sosial Dan Sains*, 4(8), 716–727.
- Arrozi, Wahyu, Widyianto, Agus, Sampurno, Yoga Guntur, Widowati, Asri, & Aminatun, Tien. (2025). DESAIN DAN ANALISIS TELESKOPIK SILINDER HIDROLIK PADA MESIN PRES HIDROLIK MOBILE. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 7(2), 66–81.
- Ghazali, M. (2022). *PENGUJIAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT KAYU MAHONI TANPA PENGARUH ALKALI*. Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara.
- Munardi, Dhika. (2016). Desain Dan Analisis Perancangan Sistem Pengereman Dan Geometri Roda Pada Gokart 150cc DOHC. *Yogyakarta. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*.
- Munir, Misbahul, Salsabila, Fillah Romadhon, & Rosyid, Ahmad Nizar. (2023). *Sifat Mekanis Partikel Titanium Diboride Komposit Matriks Paduan Aluminium Bertulang: Tinjauan Komprehensif*.
- Putra, Rizky Dwiantra, Waluyo, Dangan, Siahaan, Timbul, Ilmi, Nurul, & Savero, Alvin Muhammad. (2025). Kinerja Papan Komposit Ramah Lingkungan Terhadap Api: Studi Literatur. *Jurnal Serambi Engineering*, 10(3).
- Rahmatullah, Hasan Ravi. (2024). *Rancangan Ulang Produk Aki Baterai Lithium Motor & Rancangan Business Model Canvas Produk Dengan Metode Lean Start Up*.
- Ridho, Naji. (2023). *KAJI ULANG KONSTRUKSI MOBIL GOKART DI JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK*. 021008 Universitas Tridianti.
- Ruzuqi, Rezza, & Waas, Victor Danny. (2021). Analisis kekuatan tarik dan impak material komposit polimer dalam aplikasi fiberboat. *ALE Proceeding*, 4, 121–126.
- Saepuddin, Ahmad, Permadi, Luchyto Chandra, Putra, Agus Dwi, Tjiptady, Bella Cornelia, &

- Chanda, M. Rizki. (2023). Analisis Perancangan Sistem Transmisi Rantai Go-Kart Listrik 2.6 HP. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 2(2), 80–85. <https://doi.org/10.33379/metrotech.v2i2.2752>
- Santoso, Ir Budi. (2021). *Kenaf (Hibiscus cannabinus L.): Perspektif dan Potensinya sebagai Sumber Serat Alam Masa Depan*. PT Kanisius.
- Setiawan, Hanung Bayu, Yudo, Hartono, & Jokosisworo, Sarjito. (2017). Analisis Teknis Komposit Serat Daun Gebang (*Corypha Utan L.*) Sebagai Alternatif Bahan Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tekuk Dan Impak. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2).
- Siagian, Dean Edbert Natanael, & Putra, Muhammad Hakiem Sedo. (2024). Serat alam sebagai bahan komposit ramah lingkungan. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(1), 55–60.
- Siregar, Ilham Chaerul Rizqi, Yudo, Hartono, & Kiryanto, K. (2017). Analisa kekuatan tarik dan tekuk pada sambungan pipa baja dengan menggunakan kanpe clear NF sebagai pengganti las. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(4).
- Suparno, Ono. (2020). Potensi Dan Masa Depan Serat Alam Indonesia Sebagai Bahan Baku Aneka Industri. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2).
- Syaputra, Ridho. (2016). *Sifat-Sifat Mekanis Bahan Komposit dengan Serat Kulit Durian sebagai Bahan Penguat*.
- Titani, Fena Retyo, Imalia, Calaelma Logys, & Haryanto, Haryanto. (2018). Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass pada Komposit Resin Polyester untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Pesawat Terbang. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 19(1), 23–28.
- Utama, Firman Yasa, & Zakiyya, Hanna. (2016). Pengaruh variasi arah serat komposit berpenguat hibrida fiberhybrid terhadap kekuatan tarik dan densitas material dalam aplikasi body part mobil. *Mekanika*, 15(2).
- Wahyudi, Fachri Arif, & Yuono, Lukito Dwi. (2017). Pengaruh komposisi serat terhadap kekuatan impak komposit yang diperkuat serat bambu. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2).
- Wirawan, Willy Artha, Setyabudi, Sofyan Arief, & Widodo, Teguh Dwi. (2017). Pengaruh jenis matrik terhadap sifat tarik pada natural fiber komposit. *Seminar Nasional Teknologi Terapan (MESIN)*, 3(01), 29–34.

