



## Karakteristik Kekuatan Mekanis Komposit *Silencer Gokart*

Muhamad Fauzan Arkan

Universitas Tarumanagara, Jakarta

Email: fauzanarkan789@gmail.com

### Kata kunci:

komposit serat karbon, kekuatan mekanis, *silencer gokart*, uji bending, uji impact, uji kekerasan vickers, modulus elastisitas, matriks resin epoksi.

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Komposit serat karbon dipilih karena keunggulan dalam hal kekuatan tinggi, ringan, dan tahan terhadap suhu tinggi. *Silencer* pada *gokart* berfungsi untuk meredam kebisingan yang dihasilkan oleh mesin, dan penggunaan material komposit serat karbon diharapkan dapat meningkatkan performa akustik serta mengurangi berat keseluruhan kendaraan.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kekuatan mekanis komposit serat karbon yang digunakan sebagai bahan *silencer* pada *gokart*.

**Metode:** Metode penelitian melibatkan pembuatan spesimen uji dari komposit serat karbon dengan matriks resin epoksi. Variasi presentase serat dan orientasi lapisan diuji untuk menentukan konfigurasi yang optimal. Pengujian dilakukan meliputi uji bending, uji impact, dan uji kekerasan vickers untuk mengukur modulus elastisitas dan ketahanan terhadap beban dinamis.

**Hasil:** Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbandingan karbon terhadap resin 85/15 menghasilkan kekuatan bending tertinggi (0,712 N/mm<sup>2</sup>), sedangkan perbandingan 90/10 menghasilkan kekuatan terendah (0,529 N/mm<sup>2</sup>). Spesimen C dengan perbandingan 80/20 memiliki kekuatan sedang (0,662 N/mm<sup>2</sup>) dan nilai impact tertinggi (0,751 joule/mm<sup>2</sup>). Nilai impact terendah didapatkan pada spesimen A dengan perbandingan 90/10 (0,445 joule/mm<sup>2</sup>). Untuk uji kekerasan Vickers, spesimen B dengan perbandingan 85/15 memiliki kekerasan tertinggi (84,09 HVN), sementara spesimen A dengan perbandingan 90/10 menunjukkan kekerasan terendah (10,4 HVN). Spesimen C dengan perbandingan 80/20 memiliki kekerasan sedang (46,65 HVN).

**Kesimpulan:** Berdasarkan hasil penelitian, komposit serat karbon dengan perbandingan karbon terhadap resin 85/15 menunjukkan karakteristik kekuatan mekanis yang optimal untuk digunakan sebagai bahan *silencer* pada *gokart*.

### ABSTRACT

**Background:** Carbon fiber composites were chosen because of their advantages in terms of high strength, light weight, and resistance to high temperatures. The sound dampening on go-karts functions to reduce disturbances produced by the engine, and the use of carbon fiber composite material is expected to improve acoustic performance and reduce the overall weight of the vehicle.

### Keywords:

Carbon Fiber Composite, Mechanical Strength, Go Kart Damper, Bending

Test, Impact Test, Vickers Hardness Test, Modulus of Elasticity, Epoxy Resin Matrix. **Purpose:** This research aims to analyze the mechanical strength characteristics of carbon fiber composites used as dampening materials in go-karts.

**Method:** The research method involves making test specimens from carbon fiber composites with an epoxy resin matrix. Variations in fiber presentation and layer orientation were tested to determine the optimal configuration. Tests carried out include bending tests, impact tests and Vickers hardness tests to measure the modulus of elasticity and resistance to dynamic loads.

**Result:** The test results showed that the ratio of carbon to resin 85/15 resulted in the highest bending strength ( $0.712 \text{ N/mm}^2$ ), while the ratio of 90/10 yielded the lowest strength ( $0.529 \text{ N/mm}^2$ ). Specimen C with a ratio of 80/20 has a moderate strength ( $0.662 \text{ N/mm}^2$ ) and the highest impact value ( $0.751 \text{ joule/mm}^2$ ). The lowest impact value was obtained in specimen A with a ratio of 90/10 ( $0.445 \text{ joule/mm}^2$ ). For the Vickers hardness test, specimen B with a ratio of 85/15 had the highest hardness (84.09 HVN), while specimen A with a ratio of 90/10 showed the lowest hardness (10.4 HVN). Specimen C with a ratio of 80/20 has a moderate hardness (46.65 HVN).

**Conclusion:** Based on the results of the study, carbon fiber composites with a ratio of carbon to resin 85/15 show optimal mechanical strength characteristics for use as a silencer material in go-karts.

## PENDAHULUAN

Gokart adalah kendaraan kecil yang populer dalam olahraga otomotif dan rekreasi, yang mengandalkan performa mesin tinggi dan ketahanan struktur untuk mencapai kecepatan dan manuver optimal (VISWANADH et al., 2018). Salah satu komponen penting dalam gokart adalah silencer, yang berfungsi untuk meredam kebisingan yang dihasilkan oleh mesin. Penggunaan material yang tepat untuk silencer tidak hanya penting untuk mengurangi kebisingan, tetapi juga untuk memastikan keselamatan dan performa kendaraan.

Material komposit, khususnya komposit serat karbon, telah menjadi fokus perhatian dalam penelitian material karena karakteristiknya yang unggul (Gabriel Amnunuh, 2023; Saputra et al., 2022; Sari et al., 2020) Serat karbon dikenal memiliki kekuatan tinggi, ringan, dan tahan terhadap suhu tinggi, menjadikannya kandidat ideal untuk aplikasi otomotif yang membutuhkan material dengan rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi (Pramudiana, 2020) (Rusminanda & Drastiawati, 2021) . Komposit serat karbon terdiri dari serat karbon yang diperkuat dengan matriks resin, biasanya epoksi, yang memberikan struktur yang kaku dan tahan lama (Pramono & Sutisna, 2017) (Hariadi, 2022).

Penelitian mengenai karakteristik kekuatan mekanis komposit serat karbon pada *silencer gokart* sangat penting untuk memahami bagaimana material ini dapat mengoptimalkan performa kendaraan. Uji bending, uji impact, dan uji kekerasan vickers adalah beberapa metode yang digunakan untuk mengukur kekuatan mekanis material komposit (Negoro et al., 2023; Suugondo et al., 2022).

Dengan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik kekuatan komposit serat karbon diharapkan dapat dikembangkan silencer yang tidak hanya efektif dalam meredam

kebisingan, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan performa gokart (Tjahyono & Sutrisno, 2017; Wulandari, 2023). Penelitian ini juga memberikan dasar bagi pengembangan material komposit lainnya untuk aplikasi otomotif yang lebih luas, sehingga membuka peluang inovasi dalam desain dan manufaktur komponen kendaraan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh variasi persentase serat karbon dalam matriks resin epoksi terhadap kekuatan bending, impact, dan kekerasan komposit yang digunakan gokart.

Adapun manfaat yang didapatkan setelah melakukan penelitian sebagai berikut: Penggunaan komposit serat karbon dapat meningkatkan performa keseluruhan gokart dengan mengurangi berat dan meningkatkan efisiensi mesin. Dengan silencer yang lebih efektif dalam meredam kebisingan, pengalaman berkendara gokart akan menjadi lebih nyaman dan sesuai dengan regulasi kebisingan yang berlaku serta kendaraan yang lebih ringan membutuhkan lebih sedikit energi untuk bergerak, sehingga penelitian ini dapat berkontribusi pada peningkatan efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon dalam jangka panjang.

## METODE PENELITIAN

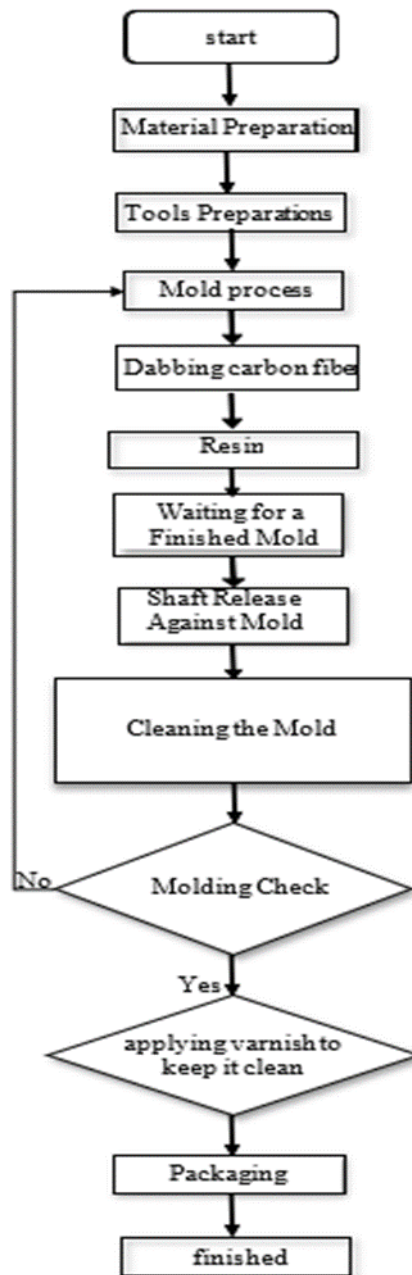
Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisik, Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur kebisingan dengan menguji silencer standar gokart dan silencer komposit serat karbon untuk mengetahui perbandingan karakteristik kebisingan dari kedua jenis material tersebut. Kegiatan penelitian ini telah dilaksanakan dalam waktu dua bulan atau selama delapan minggu.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, dalam penelitian ini material yang digunakan adalah serat karbon twill terhadap silencer gokart yang dilakukan dalam beberapa tahap yakni: pengukuran dan beri pembatas pada serat karbon, agar memudahkan pemotongan, hasil pemotongan dirapihkan, agar sesuai pada ukuran molding, siapkan molding dan lapiisi dengan wax anti lengket, agar memudahkan pelepasan spesimen, letakan bahan spesimen yang telah diukur dan dipotong ke dalam molding, tentukan 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, lalukan pelapisan sesuai dengan lapisan yang diinginkan.

Menghitung volume cetakan sesuai cetakan volume yang diperoleh sebagai berikut :  $\text{Volume} = 125 \times 12,7 \times 3,2 = 5,080 \times 10^{(-6)} = 0,0000508 \text{ m}^3$ , lapiisi molding dan spesimen dengan kain perca, agar sisa dari resin terserap ke kain, vakum hingga semua udara keluar tunggu sekiytar 30 menit, lepaskan spesimen dari molding dan tunggu hingga kering sekitar 1 x 24 jam lalu rapihkan spesimen. Setelah itu dilakukan setelah itu akan dilakukan pengujian bending test ASTM D7264 untuk pengujian impak ASTM D7136 setelah itu melakukan pengujian kekerasan vickers ASTM E92.

Metode pengolahan data yang dilakukan adalah melakukan pengujian *bending test*, pengujian impact, dan kekerasan vickers pada serat karbon twill terhadap sifat komposit untuk meningkatkan karakteristik *silencer gokart*. Pelaksanaan penelitian dimulai dari studi

literatur, persiapan pengumpulan data, analisis data dan kesimpulan secara garis besar dapat dilihat pada gambar 1. Diagram alir proses pelaksanaan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Bending Test

Rumus yang digunakan:

$$\sigma = (3 \times P \times L) / (2 \times W \times T^2)$$

Dimana:  $\sigma$  = Kekuatan Bending (N/ [mm] ^2 )

P = Beban Tekan atau Gaya (N)

L = Jarak dua titik tumpuan (mm)

W = Lebar spesimen (mm)

**Tabel 1. Hasil Pengujian Bending Test dengan Perbandingan Karbon terhadap Resin 90/10**

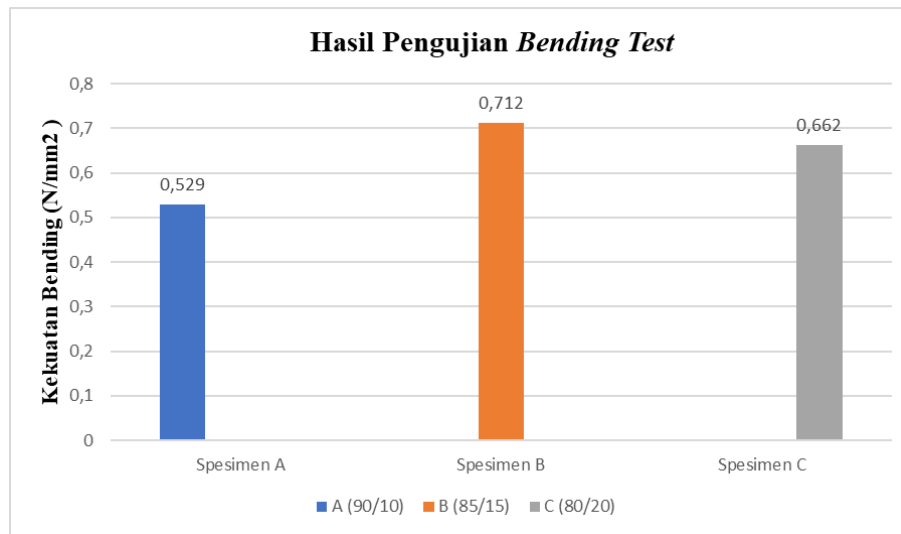
Spesimen	A1	A2	A3
Panjang (mm)	250	250	250
Lebar (mm)	25	25	25
Tebal (mm)	4	4	4
Force (kgf)	2,039	2,141	2,345
Force (N)	20	21	23
Jarak dua titik tumpuan (mm)	65	65	65
Kekuatan bending (N/mm <sup>2</sup> )	0,497	0,521	0,571
Rata-Rata (N/mm <sup>2</sup> )		0,529	

**Tabel 2. Hasil Pengujian Bending Test dengan Perbandingan Karbon terhadap Resin 85/15**

Spesimen	B1	B2	B3
Panjang (mm)	250	250	250
Lebar (mm)	25	25	25
Tebal (mm)	4	4	4
Force (kgf)	2,651	2,753	3,365
Force (N)	26	27	33
Jarak dua titik tumpuan (mm)	65	65	65
Kekuatan bending (N/mm)	0,646	0,671	0,820
Rata-Rata (N/mm <sup>2</sup> )		0,712	

**Tabel 3. Hasil Pengujian Bending Test dengan Perbandingan Karbon terhadap Resin 80/20**

Spesimen	C1	C2	C3
Panjang (mm)	250	250	250
Lebar (mm)	25	25	25
Tebal (mm)	4	4	4
Force (kgf)	2,549	2,753	2,855
Force (N)	25	27	28
Jarak dua titik tumpuan (mm)	65	65	65
Kekuatan bending (N/mm)	0,621	0,671	0,695
Rata-Rata (N/mm <sup>2</sup> )		0,662	



Gambar 1 Grafik 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 dan beban tersebut. Dalam metode pengujian bending, sampel serat karbon ditempatkan diatas dua titik penopang dan diberikan beban pada titik tengahnya (Pasaribu, 2016; Utomo & Drastiawati, 2021) 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. Disamping itu, pengujian ini sebenarnya dapat digunakan sebagai pemilihan material yang sesuai dan perancangan struktur yang membutuhkan kekuatan lentur yang sesuai.

Dilihat dari grafik 1. diatas, hasil pengujian Bending dengan proses perbandingan karbon terhadap resin 85/15 memiliki nilai kekuatan bending terbesar , yaitu sebesar 0,712 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil terendah diperoleh dengan proses perbandingan karbon terhadap resin 90/10, 0,529 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil sedang diperoleh spesimen C dengan proses perbandingan karbon terhadap resin 80/20 sebesar 0,662 N/mm<sup>2</sup>.

#### Hasil Pengujian Impact

Rumus yang digunakan:

$$HI=(G \times D \times (\cos[\beta] - \cos[\alpha]) \times L) / A = (\text{Joule} / \text{mm}^2)$$

Dimana:

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

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

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

## Karakteristik Kekuatan Mekanis Komposit Silencer Gokart

**Tabel 4. Hasil Pengujian Impact Test dengan Perbandingan 90:10**

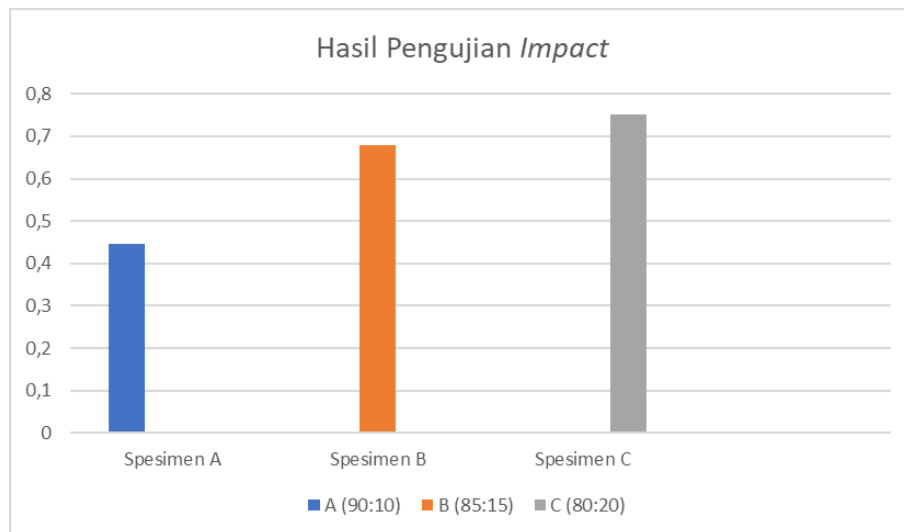
Spesimen	A1	A2	A3
Panjang (mm)	50	50	50
Lebar (mm)	13	13	13
Tebal (mm)	4	4	4
Luas Penampang	20	20	20
Sudut $\alpha$ ( $^{\circ}$ )	144	144	144
Sudut $\beta$ ( $^{\circ}$ )	102	101	83
Jarak Sumbu Pendulum dengan Pusat Berat (m)	0,6345	0,6345	0,6345
Panjang Tuas (m)	0,75	0,75	0,75
Berat Pendulum (kg)	26,12	26,12	26,12
Impact Energy (Joule/mm <sup>2</sup> )	0,373	0,384	0,578
Rata-Rata (Joule/mm <sup>2</sup> )		0,445	

**Tabel 5. Hasil Pengujian Impact Test dengan Perbandingan 85:15**

Spesimen	B1	B2	B3
Panjang (mm)	50	50	50
Lebar (mm)	13	13	13
Tebal (mm)	4	4	4
Luas Penampang	20	20	20
Sudut $\alpha$ ( $^{\circ}$ )	144	144	144
Sudut $\beta$ ( $^{\circ}$ )	82	70	68
Jarak Sumbu Pendulum dengan Pusat Berat (m)	0,6345	0,6345	0,6345
Panjang Tuas (m)	0,75	0,75	0,75
Berat Pendulum (kg)	26,12	26,12	26,12
Impact Energy (Joule/mm <sup>2</sup> )	0,589	0,715	0,735
Rata-Rata (Joule/mm <sup>2</sup> )		0,679	

**Tabel 6. Hasil Pengujian Impact Test dengan Perbandingan 80:20**

Spesimen	C1	C2	C3
Panjang (mm)	50	50	50
Lebar (mm)	13	13	13
Tebal (mm)	4	4	4
Luas Penampang	20	20	20
Sudut $\alpha$ ( $^{\circ}$ )	144	144	144
Sudut $\beta$ ( $^{\circ}$ )	68	66	65
Jarak Sumbu Pendulum dengan Pusat Berat (m)	0,6345	0,6345	0,6345
Panjang Tuas (m)	0,75	0,75	0,75
Berat Pendulum (kg)	26,12	26,12	26,12
Impact Energy (Joule/mm <sup>2</sup> )	0,735	0,755	0,765
Rata-Rata (Joule/mm <sup>2</sup> )	0,751		



**Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Impact**

**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 respon 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



## Karakteristik Kekuatan Mekanis Komposit Silencer Gokart

material, dan perilaku struktural pada saat tumbukan. Dari pengujian uji 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 80/20 yaitu pada spesimen C yaitu 0,751 joule/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai harga impact paling rendah didapat pada perbandingan 90/10 yaitu pada spesimen A yaitu 0,445 joule/mm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa material dengan struktur paling kuat diperoleh pada perbandingan 80/20 yaitu pada spesimen C (Handoyo, 2013).

### Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Rumus Kekerasan Vickers

Panjang diahonal rata-rata ( $\mu\text{m}$ ), dengan  $d$  rata-rata  $(d_1+d_2)/2$  ( $\mu\text{m}$ )

Kekerasan rata-rata  $(1,854 \times p)/d^2$  (HVN)

**Tabel 7. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers dengan Perbandingan Karbon terhadap Resin 90/10**

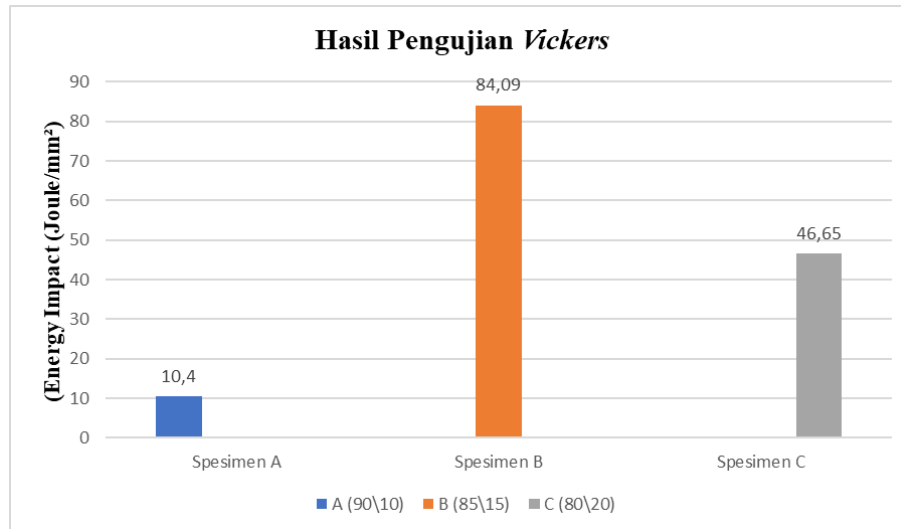
Spesimen	D1 ( $\mu\text{m}$ )	D2 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-Rata ( $\mu\text{m}$ )	P (kgf)	HVN	Rata-Rata (HVN)
A1	106,31	119,94	113,25	0,49	7,25	
A2	86	84,75	85,375	0,49	12,72	10,4
A3	117,25	64,56	90,9	0,49	11,23	

**Tabel 8. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers dengan Perbandingan Karbon terhadap Resin 85/15**

Spesimen	D1 ( $\mu\text{m}$ )	D2 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-Rata ( $\mu\text{m}$ )	P (kgf)	HVN	Rata-Rata (HVN)
B1	39,81	33,06	36,43	0,49	69,83	
B2	29,25	36,06	32,65	0,49	87,11	84,09
B3	36,94	25,44	31,19	0,49	95,33	

**Tabel 9. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers dengan Perbandingan Karbon terhadap Resin 80/20**

Spesimen	D1 ( $\mu\text{m}$ )	D2 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-Rata ( $\mu\text{m}$ )	P (kgf)	HVN	Rata-Rata (HVN)
C1	43,31	35,94	39,62	0,49	59,05	
C2	50,63	44,56	47,59	0,49	40,99	46,65
C3	47,94	48,44	48,2	0,49	39,93	



Gambar 3. Pengujian Kekerasan Vickers

### Pembahasan dan Analisa:

Secara umum, metode *vickers* sebagai pengujian kekerasan material dilakukan dengan cara menekan material atau spesimen uji dengan indenter intan dengan bentuk piramida dengan alas segi empat dan besar sudut dari permukaan yang berhadapan 136 derajat. Dengan metode tersebut, didapatkan hasil pengujian seperti pada Gambar 4.3 grafik hasil pengujian kekerasan vickers. Pada pelaksanaan pengujian kekerasan material atau benda dengan menggunakan metode vickers maka material atau benda yang akan diuji harus memiliki permukaan yang datar atau rata, halus, bersih (tidak ada noda seperti cat, kerak, oksida, minyak ataupun kotoran). Untuk mendapatkan permukaan yang rata ini maka harus dilakukannya proses pengamplasan 3 step (amplas kasar, amplas sedang dan amplas halus) dan pemolesan pada material yang akan diuji.

Dilihat dari grafik gambar 3, Hasil pengujian kekerasan hardness vickers dengan proses perbandingan karbon terhadap resin 85/15 pada spesimen B, memiliki nilai kekerasan terbesar, yaitu sebesar 84,09 HVN. Sedangkan hasil terendah diperoleh spesimen A dengan proses perbandingan karbon terhadap resin 90/10 sebesar 10,4 HVN. Sedangkan hasil sedang diperoleh spesimen C dengan proses perbandingan karbon terhadap resin 80/20 sebesar 46,65 HVN.

### KESIMPULAN

Dalam menganalisa karakteristik kekuatan mekanis komposit karbon silencer gokart, digunakan pengujian kekerasan material seperti pengujian bending, impact, dan hardness vickers number, yang kemudian menjadi tolak ukur dalam analisis kemampuan material tersebut.

Berdasarkan pada pengujian bending test setelah dihitung rata-rata bahwa spesimen B pada perbandingan 85/15 memiliki kekuatan bending terbesar 0,679 N/mm<sup>2</sup>. Spesimen C pada perbandingan 80/20 mengalami kekuatan bending terendah 0,751 N/mm<sup>2</sup>.

Berdasarkan pada pengujian impact setelah dihitung rata-rata bahwa spesimen C pada perbandingan 80/20 mengalami peningkatan gaya impact, yang dimana gaya impact 0,751 joule/mm<sup>2</sup>. Spesimen A yang pada perbandingan 90/10 mengalami penurunan gaya impact, yang dimana 0,445 joule/mm<sup>2</sup>.

Berdasarkan pengujian kekerasan hardness vikers number setelah dihitung rata-rata pada spesimen B pada perbandingan 80/20 memiliki kekerasan terbesar 84,09 HVN. Spesimen A pada perbandingan 90/10 memiliki kekerasan terendah 10,4 HVN.

Berdasarkan analisis pengujian bending dan impact, dapat disimpulkan bahwa material karbon, dapat digunakan sebagai silencer gokart, yang menahan getaran.

### DAFTAR PUSTAKA

- Gabriel Amnunuh, L. (2023). *Analisis Kekuatan Komposit Hgm-Epoxy Serat Karbon Dan Serat Kapas Menggunakan Variasi Laminasi Dengan Metode Hand Lay-Up*. Itn Malang.
- Handoyo, Y. (2013). Perancangan alat uji impak metode charpy kapasitas 100 joule. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2), 45–53.
- Hariadi, R. (2022). *Analisis Kekuatan Lentur Bahan Komposit Dari Campuran Serat Pelepah Pinang (Areca Catechu) Dengan Resin Epoxy*. Universitas Islam Riau.
- Negoro, D. A. K. R., Setiawan, F., & Putra, I. R. (2023). Analisis Kekuatan Tarik Material Komposit Serat Karbon Dengan Metode Vacuum Infusion Dan Vacuum Bagging. *Teknika Stkd: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 9(1), 159–167.
- Pasaribu, M. H. (2016). *Studi Eksperimental Perbandingan Karakteristik Kebisingan Knalpot Standart Satria Fu 150 Dengan Knalpot Komposit Serat Batang Kelapa Sawit Berdasarkan Pada Kecepatan*.
- Pramono, G. E., & Sutisna, S. P. (2017). Perbandingan Karakteristik Serat Karbon Antara Metode Manual Lay-Up dan Vacuum Infusion Dengan Penggunaan Fraksi Berat Serat 60%. *AME (Aplikasi Mekanika Dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 1–6.
- Pramudiana, I. (2020). *Analisa Uji Impak Komposit Matriks Epoxy-Karet 30%, 40%, 50% Penguat Serat Karbon, Rami, Dan Kenaf Sebagai Body Armor*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Rusminanda, A., & Drastiawati, N. S. (2021). Analisis Kekuatan Material Fiber Carbon dengan Variasi Core terhadap Kekuatan Impak pada Tulangan Bodi Mobil Garnesa Racing Team. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(02), 93–100.
- Saputra, R., Kardiman, K., & Santoso, D. T. (2022). Analisis Sifat Mekanis dan Sifat Fisis pada Komposit Serat Sabut Kelapa Serat Bambu Matriks Epoxy Sebagai Material Bumper Mobil. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(1), 37–48.
- Sari, E. D. R., Respati, S. M. B., & Nugroho, A. (2020). Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Serat Karbon-Resin Dengan Variasi Waktu Curing Dan Suhu Penahanan 80°C. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(2).
- Suugondo, S. B., Irawan, A. P., & Siahaan, E. (2022). Analisis Kekuatan Komposit Berpenguat Serat Karbon Dengan Matriks Resin Lycal 1011 Terhadap Sifat Mekanis. *Jurnal Syntax Admiration*, 3(7), 905–913.
- Tjahyono, A. T., & Sutrisno, T. (2017). Desain Silencer Knalpot Racing untuk Suzuki Satria. *Mechanova*, 6.
- Utomo, W. B., & Drastiawati, N. S. (2021). Pengaruh Variasi Jenis Core, Temperatur Curing Dan Post-Curing Terhadap Karakteristik Bending Komposit Sandwich Serat Karbon Dengan Metode Vacuum Infusion. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(02), 45–54.

- VISWANADH, P. K., Kakarla, S., & Komali, K. (2018). Design and Static Analysis of Go-Kart Chassis. *ANVESHANA'S Int. J. Res. Eng. Appl. Sci*, 3(2), 114–120.
- Wulandari, F. (2023). *Analisa Sifat Mekanis Pada Material Komposit Serat Karbon Dan Resin Epoxy Dengan Variasi Laminasi*. ITN MALANG.



**This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).**