



## Pengaruh Komposisi Fiberglass-Epoksi Terhadap Kekuatan Tarik Material Komposit Sebagai Alternatif Rangka E-Scooter

Muhammad Husni Wibowo<sup>1</sup>, Asrori Asrori<sup>2\*</sup>

<sup>1-2</sup> Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [asrori@polinema.ac.id](mailto:asrori@polinema.ac.id)

**Abstract.** Composite materials have the potential to be used as an alternative material for e-scooter frames due to their low weight and good mechanical strength. The mechanical properties of composite materials are strongly influenced by their constituent materials, particularly the fiber fraction. This study aims to analyze the effect of fiberglass composition variations on the tensile strength of composite materials as an alternative for e-scooter frames. The results show that increasing the fiberglass content leads to an improvement in the tensile strength of the composite material. The tensile strength increased by 51.52% when the fiberglass content was increased from 40% to 50%, while an increase of 19.5% was observed from 50% to 60%, indicating a decreasing rate of improvement. At higher fiberglass compositions, voids were observed due to imperfections in the manufacturing process, which affected the bonding between the fiber and the resin. In addition, increasing the fiberglass content resulted in a reduction in tensile strain from 1.1% at 40% fiberglass to 0.55% at 60% fiberglass, indicating that the material became stiffer and more brittle. These results indicate a trade-off between increased tensile strength and reduced ductility of the composite material.

**Keywords:** Composite Material Composition; Composite Materials; E-Scooter Frame; Fiberglass; Tensile Strength.

**Abstrak.** Material komposit memiliki potensi sebagai material alternatif rangka e-scooter karena bobotnya yang ringan dan kekuatan mekaniknya yang baik. Sifat mekanik material komposit sangat dipengaruhi oleh material penyusunnya, khususnya fraksi serat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi fiberglass terhadap kekuatan tarik material komposit sebagai alternatif rangka e-scooter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan komposisi fiberglass meningkatkan kekuatan tarik material komposit. Peningkatan kekuatan tarik dari komposisi 40% ke 50% sebesar 51,52%, sedangkan dari 50% ke 60% sebesar 19,5%, dengan laju peningkatan yang menurun. Pada komposisi fiberglass yang tinggi ditemukan adanya rongga akibat ketidaksempurnaan proses manufaktur yang mempengaruhi ikatan antara serat dan resin. Selain itu, peningkatan komposisi fiberglass menyebabkan penurunan regangan tarik dari 1,1% pada komposisi 40% menjadi 0,55% pada komposisi 60%, yang menunjukkan material menjadil lebih kaku dan getas. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh antara peningkatan kekuatan tarik dan penurunan keuletan material komposit.

**Kata Kunci:** Fiberglass; Kekuatan Tarik; Komposisi Material Komposit; Material Komposit; Rangka E-Scooter.

### 1. LATAR BELAKANG

Material komposit adalah material gabungan yang terdiri dari matrik dan penguat yang dirancang untuk menghasilkan sifat mekanik unggul seperti kekuatan tinggi, bobot ringan, serat tahan terhadap korosi (Judawisastra, 2025). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa material komposit telah banyak diaplikasikan terhadap struktur transportasi karena kemampuannya dapat menggantikan material logam konvensional (Judawisastra, 2025). Pada kendaraan listrik seperti e-scooter, rangka berperan sebagai struktur utama yang harus mampu menahan beban tarik dan beban berulang selama pengoperasian.

Meskipun studi mengenai material komposit telah banyak dilakukan, kajian yang secara spesifik membahas pengaruh komposisi fiberglass-epoksi terhadap kekuatan tarik material komposit sebagai alternatif rangka e-scooter masih terbatas (Iswanto, 2022). Perbedaan

komposisi dapat menyebabkan variasi mekanik yang signifikan dan berpengaruh kepada keamanan serta umur pakai rangka. Banyak kebutuhan modern membutuhkan kombinasi bahan yang tidak biasa karena sifat yang tidak dapat dipenuhi oleh paduan logam konvensional seperti keramik dan bahan polimer. Hal ini terutama berlaku untuk bahan yang dibutuhkan untuk aerospace, underwater, dan aplikasi transportasi (Hamam Fajarudin, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini memiliki urgensi untuk mengisi celah penelitian tersebut dengan menganalisis pengaruh komposisi material komposit terhadap kekuatan tarik rangka *e-scooter*. (Yakub, 2015) Fiberglass sering digunakan pada dunia industri otomotif dan semua body sepeda motor menggunakan komposit berpenguat fiberglass (Patut, 2023).

## 2. KAJIAN TEORITIS

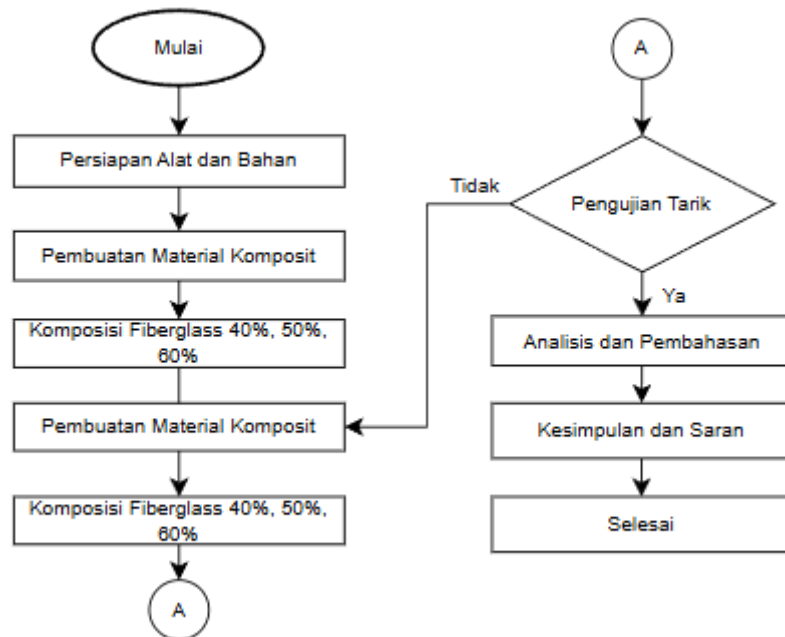
Bedasarkan penelitian yang dilakukan oleh Feby (2023) material komposit serat karbon dan resin epoxy didapatkan semakin banyak jumlah lapisan serat pada material komposit serat karbon matriks resin epoxy, maka *tensile strength* meningkat. Hal ini dikarenakan rata-rata *tensile* pada variasi lapisan 1, 3, dan 5 mengalami peningkatan. Didapat nilai *tensile* komposit serat karbon pada variasi 1 layer sebesar 40,607 Mpa. Kekuatan *tensile* material serat karbon pada 3 layer mengalami kenaikan 18,71% dengan nilai sebesar 48,208 Mpa dan pada variasi 5 layer juga mengalami peningkatan sebesar 48,51% dengan nilai 71,594 Mpa.

Pada dasarnya kriteria rangka yang baik adalah memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi tetapi ringan dan mempunyai ketahanan terhadap korosi. Berdasarkan kriteria tersebut digunakanlah material komposit, dimana dapat diperoleh kriteria yang lebih baik dibandingkan rangka yang menggunakan baja atau aluminium. Rangka dapat dibuat lebih ringan dan kuat, tetapi lebih penting *desainer* dapat mengontrol karakteristik pengendalian tidak dibataasi oleh penggunaan *metal* (Yakub, 2015).

Phang (2022) melakukan penelitian untuk mengetahui rangka sepeda listrik menggunakan material komposit serat karbon dengan variasi laminasi dengan perbandingan material serat karbon, metal Aluminium 6061, dan Baja AISI 1020. Dari hasil perbandingan massa rangka pada material komposit serat karbon 1 layer dengan metal Aluminium 6061 dan Baja AISI 1020 ditemukan bahwa material serat karbon 1 layer lebih ringan dibandingkan material metal.. Material komposit 1 layer pada rangka scooter mendapatkan distribusi tegangan maksimal sebesar 84,306 Mpa yang mana nilai ini sama dengan material komposit 3 layer dan 5 layer.

### 3. METODE PENELITIAN

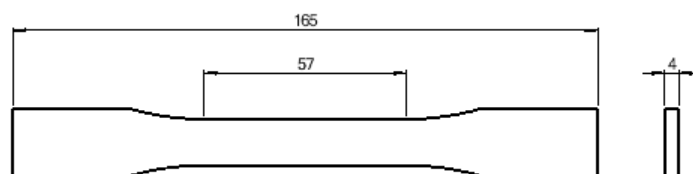
Diagram alir penelitian ini dibuat untuk mengetahui langkah-langkah kegiatan penelitian, dapat terlihat pada gambar



**Gambar 1** Diagram Alir Penelitian.

Penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi fiberglass-epoksi terhadap kekuatan tarik material komposit. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi fiberglass-epoksi, sedangkan variabel terikatnya adalah kekuatan tarik dan regangan tarik material komposit. Model penelitian ini dirancang untuk melihat hubungan antara perubahan fraksi fiberglass-epoksi terhadap respon mekanik material komposit yang dihasilkan.

Variasi komposisi fiberglass-epoksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 40% + 60%, 50% + 50%, 60% + 40%, sampel penelitian ini terdiri dari 18 spesimen dengan 3 kali replikasi dari setiap komposisi. Bahan penelitian ini menggunakan fiberglass dengan tipe *Woven Roving* 400, Resin epoxy. Alat utama yang digunakan meliputi cetakan spesimen, timbangan digital, alat pencampur resin, dan mesin uji tarik. Penelitian ini menggunakan standar ASTM D638 type 1. Spesimen dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Spesimen Uji Tarik Standar ASTM D638 Type 1.

Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian tarik untuk memperoleh nilai tegangan dan regangan tarik material komposit. Pengujian dilakukan sesuai dengan standar pengujian tarik ASTM D638 type 1. Metode perhitungan tegangan dan regangan merujuk pada referensi dan standar yang telah umum digunakan dalam pengujian tarik material.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam rentang waktu 3 September 2025 hingga 10 Oktober 2025 dan berlokasi di Laboratorium Uji Tarik Politeknik Negeri Malang Data diperoleh melalui pengujian tarik terhadap spesimen material komposit dengan variasi komposisi fiberglass sebesar 40%, 50%, dan 60%. Setiap variasi komposisi diuji untuk memperoleh nilai tegangan tarik maksimum dan regangan tarik sebagai parameter sifat mekanik material komposit.



Gambar 3 Spesimen Yang Telah Diuji Tarik.

#### Hasil Pengujian Tarik Material Komposit

Tabel 1 Data Tegangan Tarik.

Komposisi Material Komposit	Tegangan Tarik (Mpa)			Rata-rata (MPa)
	1	2	3	
40% Fiberglass + 60% Resin	118,25	147,8	132,4	132,817
50% Fiberglass + 50% Resin	214,85	167,1	219,15	200,367
60% Fiberglass + 40% Resin	242,2	226,25	249,65	239,367

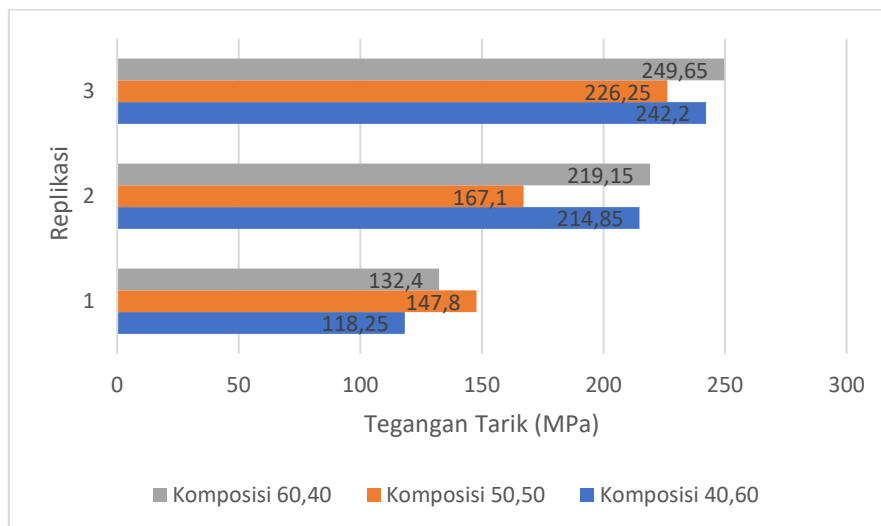
Dari tabel 1, didapatkan data hasil pengujian tarik material, nilai rata-rata tegangan tarik tertinggi diperoleh pada komposisi fiberglass 60%, resin 40% dengan nilai sebesar 239,367 Mpa. Nilai terendah diperoleh pada komposisi fiberglass 40%, resin 60% dengan nilai tegangan tarik sebesar 132,817.

**Tabel 2** Data Regangan Tarik.

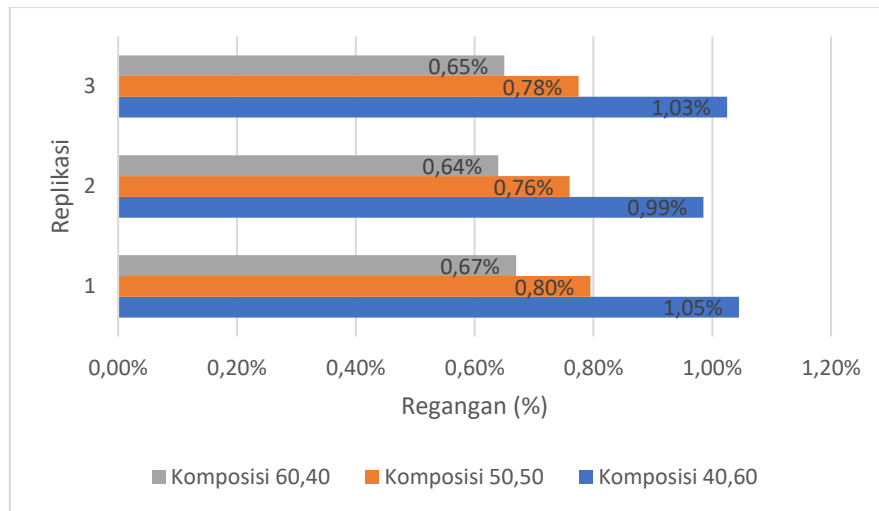
Komposisi Material Komposit	Regangan Tarik (%)			Regangan (%)
	1	2	3	
40% Fiberglass + 60% Resin	1,045%	0,985%	1,025%	1,018%
50% Fiberglass + 50% Resin	0,795%	0,760%	0,775%	0,777%
60% Fiberglass + 40% Resin	0,670%	0,640%	0,650%	0,653%

Dari tabel 2, didapatkan data regangan tarik material komposit, nilai rata-rata regangan tarik tertinggi diperoleh pada komposisi fiberglass 40%, resin 60% dengan nilai regangan tarik sebesar 1,018%. Nilai regangan tarik terendah diperoleh pada komposisi 60% fiberglass, resin 40% dengan nilai sebesar 0,653%.

### Pembahasan

**Gambar 4** Diagram Tegangan Tarik.

Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa peningkatan komposisi fiberglass memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik material komposit. Berdasarkan yang ditunjukkan pada gambar 3, peningkatan komposisi fiberglass dari 40% ke 50% menghasilkan kenaikan kekuatan tarik sebesar 51,52%, sedangkan peningkatan dari 50% ke 60% menghasilkan kenaikan sebesar 19,5%. Penurunan laju peningkatan ini menunjukkan bahwa penambahan fraksi serat pada komposisi tinggi tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan kekuatan tarik.



**Gambar 5** Diagram Regangan Tarik.

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 4, nilai regangan tarik material komposit menunjukkan penurunan seiring dengan meningkatnya komposisi fiberglass. Komposisi 40% fiberglass menghasilkan regangan tarik tertinggi dengan nilai rata-rata sekitar 1,02%, yang mengindikasikan sifat material yang lebih ulet. Sebaliknya, komposisi 60% fiberglass menunjukkan regangan tarik terendah dengan nilai rata-rata sekitar 0,65%, yang menandakan material menjadi lebih kaku dan cenderung getas.

Penurunan nilai regangan ini disebabkan oleh meningkatnya fraksi serat yang membatasi kemampuan matriks untuk mengalami deformasi plastis. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kompromi antara peningkatan kekuatan tarik dan penurunan keuletan material komposit, yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan komposisi material untuk aplikasi rangka e-scooter.

Hubungan antara tegangan dan regangan tarik menunjukkan kecenderungan berbanding terbalik. Komposisi 40% fiberglass menunjukkan regangan tarik tertinggi sebesar 1,1%, yang mengindikasikan sifat material yang lebih ulet. Sebaliknya, komposisi 60% fiberglass menunjukkan regangan tarik terendah sebesar 0,55%, yang menandakan material menjadi lebih kaku dan getas. Hal ini menunjukkan adanya kompromi antara peningkatan kekuatan tarik dan penurunan keuletan material komposit.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi fiberglass berpengaruh terhadap sifat mekanik material komposit. Peningkatan komposisi fiberglass dari 40% menjadi 60% meningkatkan nilai tegangan tarik secara signifikan, dengan nilai tertinggi diperoleh pada komposisi 60% fiberglass. Namun, peningkatan kekuatan tarik tersebut diikuti oleh penurunan

nilai regangan tarik, yang menunjukkan bahwa material menjadi lebih kaku dan cenderung getas pada komposisi fiberglass yang lebih tinggi. Temuan ini mengindikasikan adanya kompromi antara peningkatan kekuatan tarik dan penurunan keuletan material komposit, sehingga pemilihan komposisi material harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi struktural rangka e-scooter.

Berdasarkan hasil tersebut, disarankan agar penggunaan material komposit sebagai rangka e-scooter mempertimbangkan komposisi fiberglass yang optimal untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan dan keuletan. Selain itu, perlu dilakukan perbaikan pada proses manufaktur untuk meminimalkan cacat berupa rongga (void) yang dapat menurunkan kinerja mekanik material. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah variasi komposisi material, melakukan pengujian mekanik lain seperti uji kelelahan dan uji lentur, serta mengkaji pengaruh metode manufaktur terhadap kualitas ikatan antarmuka serat dan matriks guna memperoleh material rangka e-scooter yang lebih aman dan andal

## DAFTAR REFERENSI

- Burhanuddin. (2015). *Teknologi dan rekayasa material polimer komposit*. UIN Alauddin Makasar.
- Dodi, M. R. (2024). *Analisis pengaruh persentase campuran resin dan katalis terhadap ketahanan korosi pada pelapisan material poros ST 37*.
- Feby, I. K. (2023). *Analisa sifat mekanis pada material serat karbon dan resin epoxy dengan variasi laminasi*.
- Fajarudin, H., & Hamam, R. D. (2021). Kekuatan tarik material fiber carbon dan fiber glass berdasarkan orientasi. *Jurnal Inovasi Mesin*.
- Hanung, H. Y. (2017). Analisis teknis komposit serat daun gebang (*Corypha utan* L.) sebagai alternatif bahan komponen kapal ditinjau dari kekuatan tekuk dan impak.
- Iswanto, E. W. (2022). *Mekanika komposit dan bio-komposit*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Judawisastra, H. (2025). *Rekayasa material komposit polimer*. Institut Teknologi Bandung.
- Patut, D. S. (2023). *Analisis rangka sepeda motor listrik dengan material komposit karbon menggunakan metode elemen hingga*.
- Phang, I. K. (2022). *Simulasi metode elemen hingga pada rangka sepeda listrik menggunakan material komposit serat karbon dengan variasi laminasi*.
- Pratama, S. (2016). *Effect of variation addition total fiberglass with the comparison of fixed volume fraction on epoxy-hollow glass microspheres composite on bending characteristic*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sinosa, B. (2021). Pengaruh perpaduan komposit serat bambu, serabut kelapa, dan serat fiberglass pada panjang dinding terhadap kekuatan impak.
- Suci, E. P. (2024). *Pengaruh penambahan fiberglass pada campuran beton*.

- Sulaimad, H. R. (2018). *Kajian potensi pengembangan material komposit polimer dengan serat alam untuk produk otomotif.*
- Triyono. (2019). *Perancangan dan pembuatan cetakan komposit untuk metode vacuum infusion menggunakan penekan elastomer bag.*
- Wahyudi, D. A. (2023). *Pengaruh fraksi volume dan arah serat terhadap kekuatan bending resin epoxy berpenguat serat goni.* Politeknik Negeri Malang.
- Yakub, A. (2015). *Optimasi desain rangka sepeda berbahan baku komposit berbasis metode ANOVA.*