

# Penggunaan Serat *Carbon* Untuk Pembuatan Helm

Wildan Basar Wijaya\*, Agus Hardjito, Wirawan, Bagus Wahyudi

Politeknik Negeri Malang

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arah serat dan fraksi volume serat terhadap kekuatan impact komposit berbasis serat karbon untuk aplikasi helm. Spesimen dibuat menggunakan metode vacuum infusion dengan kombinasi serat karbon dan resin epoxy infusion. Pengujian impact dilakukan menggunakan metode Charpy dengan variasi arah serat ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $90^\circ$ ) serta dua tingkat fraksi volume serat (31% dan 46%). Hasil menunjukkan bahwa arah serat merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kekuatan impact. Spesimen dengan arah serat  $0^\circ$ , yaitu sejajar dengan arah beban tumbukan, menghasilkan kekuatan impact tertinggi. Semakin besar penyimpangan sudut dari  $0^\circ$ , kekuatan impactnya menurun secara signifikan. Peningkatan fraksi volume dari 31% menjadi 46% juga meningkatkan kekuatan impact, namun pengaruhnya tidak sebesar arah serat. Nilai kekuatan impact tertinggi sebesar  $0,2459 \text{ J/mm}^2$  diperoleh pada spesimen dengan fraksi volume 46% dan arah serat  $0^\circ$ , jauh melebihi standar minimum helm SNI sebesar  $0,00972 \text{ J/mm}^2$ . Temuan ini menunjukkan bahwa penyusunan serat sejajar dengan arah beban serta peningkatan fraksi volume serat merupakan faktor penting dalam menghasilkan helm komposit yang kuat, ringan, dan memenuhi standar keselamatan.

**Kata kunci:** Serat Karbon, Kekuatan Impact, Vacuum Infusion, Helm

DOI:

<https://doi.org/10.47134/jme.v2i3.4554>

\*Correspondence: Wildan Basar Wijaya

Email: [wildanbasarwijaya@gmail.com](mailto:wildanbasarwijaya@gmail.com)

Received: 26-05-2025

Accepted: 26-06-2025

Published: 26-07-2025



**Copyright:** © 2025 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** This study aims to investigate the effect of fiber orientation and fiber volume fraction on the impact strength of carbon fiber-reinforced composites for helmet applications. Specimens were fabricated using the vacuum infusion method with carbon fiber and epoxy infusion resin. Impact testing was conducted using the Charpy method, involving four fiber orientations ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ , and  $90^\circ$ ) and two fiber volume fractions (31% and 46%). The results show that fiber orientation is the most influential factor in determining impact resistance. Specimens with fibers aligned at  $0^\circ$ —parallel to the impact direction—exhibited the highest impact strength. As fiber orientation deviated further from  $0^\circ$ , the impact strength decreased significantly. While increasing the fiber volume fraction from 31% to 46% contributed to improved impact strength, its effect was less pronounced compared to fiber orientation. The highest recorded impact strength was  $0.2459 \text{ J/mm}^2$ , observed in specimens with 46% fiber content and  $0^\circ$  orientation, significantly surpassing the SNI helmet standard of  $0.00972 \text{ J/mm}^2$ . These findings suggest that optimizing fiber alignment in the direction of loading, combined with a higher fiber volume, plays a critical role in enhancing the mechanical performance of composite helmets. The combination of proper fiber orientation and volume fraction provides a promising approach for developing lightweight, high-strength, and safety-compliant protective gear.

**Keywords:** Carbon fiber, Impact strength, Vacuum infusion, Helm

## Pendahuluan

Helm adalah alat pelindung kepala (Hananda & Adnyani, 2025). Khususnya saat mengendarai sepeda motor. Kegunaan utama helm adalah melindungi kepala dari benturan untuk menghindari cedera serius akibat kecelakaan (Trisnawati, F., & Purwono Prasetyawan, M. T, 2020). Indonesia menjadi salah satu negara dengan jumlah penduduk terbanyak ke empat di dunia (Fadly, 2024). Sepeda motor menjadi alat transportasi favorit karena fleksibel dan efisien, terutama di wilayah perkotaan yang sering mengalami kemacetan. Penggunaan kendaraan roda dua dianggap bisa mempersingkat waktu tempuh dalam kondisi lalu lintas yang padat (Hanafie & Haslindah, 2022).

Karena itu, penting bagi pengendara motor menggunakan helm sesuai dengan aturan. Kewajiban ini sudah diatur dalam Pasal 57 ayat (1) dan UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. (Erdianto & Diana, 2015). Selain mematuhi aturan, pemilihan helm juga perlu disesuaikan dengan kenyamanan pengguna. Misalnya, hindari memilih helm yang terlalu berat karena bisa mengganggu konsentrasi saat berkendara dan berisiko menyebabkan kecelakaan. Salah satu material yang saat ini dianggap mampu memenuhi kriteria dari mekanik adalah material komposit (Tanjung, 2022). Perkembangan komposit telah secara luas dalam berbagai industri maju (Respati, Katsir & Dzulfikar, 2020).

Bahkan, saat ini banyak penelitian yang mengembangkan komposit berbahan serat karbon sebagai alternatif pengganti logam (Setiawan, Prasetia, Suroso, & Anhar, 2025). Komposit sendiri merupakan hasil gabungan dari dua atau lebih material yang memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda, namun saat digabungkan menghasilkan sifat mekanik yang lebih unggul (Kanugraha, Sulardjaka & Iskandar, 2022). Salah satu jenis penguat yang paling populer dalam komposit adalah serat karbon, berkat kekuatan dan kelenturannya yang luar biasa (Ardhyananta & Rasyida, 2021).

Serat karbon terdiri dari filamen-filamen halus yang jauh lebih kecil dari rambut manusia, namun memiliki kekuatan yang sangat tinggi dan bobot yang ringan. Kombinasi ini membuatnya menjadi pilihan ideal untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan performa tinggi. Komposit yang diperkuat dengan serat karbon menghasilkan material yang lebih baik dalam hal kekuatan dan ketahanan (Prasetya, Atmaja & Perwira, 2022). Hal tersebut juga harus diiringi dengan kemajuan teknologi dalam proses produksinya (Akmal, Arisandi, Suudi, Lubis & Tanti, 2022).

Beberapa metode umum dalam pembuatan komposit antara lain *hand lay-up*, *vacuum bagging*, dan *vacuum infusion* (Hidayat, 2020). Di negara-negara maju, material komposit sudah digunakan dalam berbagai sektor seperti industri penerbangan, otomotif, hingga perminyakan (Islahuddin, Putra, Ardhy & Rina, 2020). Dalam kehidupan sehari-hari penggunaan komposit semakin berkembang (Mamungkas & Subeki, 2019).

Contohnya adalah pada helm, rangka sepeda, raket tenis, hingga keperluan medis. Hal ini karena komposit, terutama yang berbasis serat karbon, sangat mudah dibentuk dalam berbagai bentuk kompleks dan memiliki ketahanan yang tinggi terhadap beban dan benturan. Meskipun begitu, serat karbon memiliki harga yang relatif mahal (Rahmatulloh

& Irfai, 2020). Material ini tetap memiliki risiko kegagalan, salah satunya adalah delaminasi (Setiawan, Hidayat & Widyastuti, 2020).

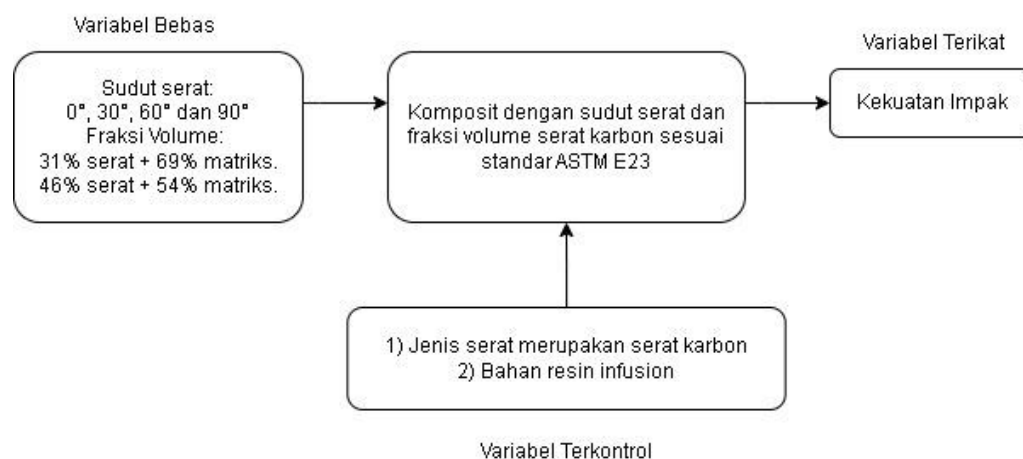
Meski ada keterbatasan, serat karbon telah membuka banyak kemungkinan dalam dunia teknik dan desain. Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan inovasi dalam menyambung rantai pengolahan material dengan mengembangkan komposit (Afifa, K. N., 2018). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kekuatan komposit (Prasetyo, Widi & Febritasari, 2024). Dengan terus berkembangnya metode produksi yang lebih hemat biaya serta peningkatan sifat mekaniknya, tidak mengherankan jika serat karbon akan terus menjadi andalan dalam menciptakan masa depan yang lebih ringan, kuat, dan efisien.

## Metodologi

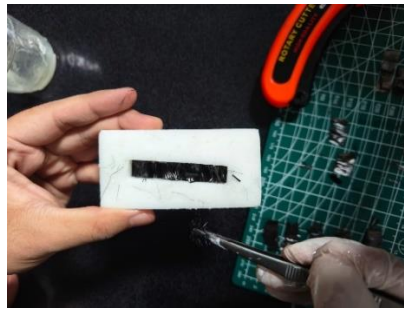
Jenis penelitian ini merupakan kuantitatif dengan rancang bangun ditambah eksperimental. Meng-analisi datanya menggunakan *Desain Eksperimen* (DOE) Factorial. Waktu peneilitian pada 17 Februari s.d 15 Mei 2025

**Tabel 1.** Variabel penelitian

Varibel bebas	Varibel terkontrol	Variabel terikat
1. ) Arah sudut serat 0°, 30°, 60° dan 90°	1. ) Jenis serat merupakan serat carbon	1. ) kekuatan Impact
2. )Fraksi volume - 31% fiber + 69% matrik - 46% fiber + 54% matrik	2. ) bahan resin <i>infusion</i>	



**Gambar 1.** Kerangka konsep penelitian



**Gambar 2.** Pembuatan specimen

Untuk melakukan pengujian impact pembuatan spesimen uji impact metode charpy menyesuaikan ukuran standart ASTM E23 ( Siahaan, M. Y. R., Siregar, R. A., Tanjung, F. A., & Saktiawan, A. 2023). . Dibutuhkan beberapa spesimen dengan arah serat yang berbeda, yaitu pada sudut  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $90^\circ$ . Tujuannya buat ngeliat seberapa besar pengaruh arah serat terhadap kekuatan impact dari material komposit yang diuji.. Dibawah ini merupakan foto arah serat  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $90^\circ$ .



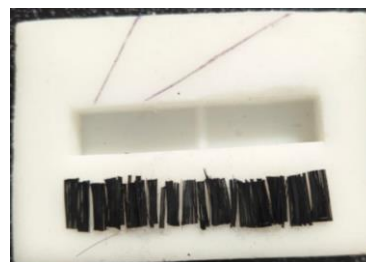
**Gambar 3.** Arah serat  $0^\circ$



**Gambar 4.** Arah serat  $30^\circ$



**Gambar 5.** Arah serat  $60^\circ$



**Gambar 6.** Arah serat  $90^\circ$

Setiap pembuatan specimen dilakukakan sampai empat kali disetiap arah sudut serat. Hal ini ditujukan supaya pengujian impact didapatkan data yang akurat. Pengujian impact yang digunakan merupakan uji impact charpy karena menghasilkan nilai uji yang lebih akurat. Energi tumbukan dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$\text{Energi impact} = m \cdot g \cdot R (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$\text{Impact price} = \frac{\text{Energy impact}}{A}$$

Sumber: (Ningsih, T. H., Prayogo, T. M., & Fiveriati, A., 2023).

- $E_{\text{impact}}$  = Energi yang diserap (Joules)  
 $R$  = Specime lengan pendulum (m)  
 $m$  = Pendulum mass (kg)  
 $g$  = Gravity ( $m/s^2$ )

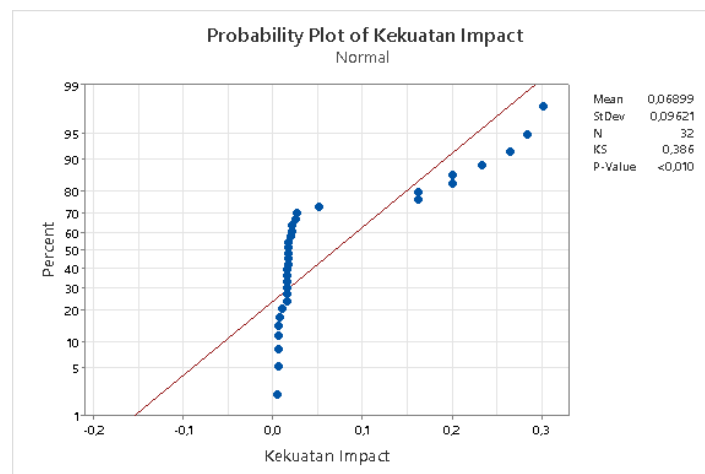
- $\beta$  = sudut ayunan setelah 5 pecimen patah ( $^{\circ}$ )  
 $\alpha$  = sudut ayunan awal ( $^{\circ}$ )  
 Impact price = kekuatan impact ( $J/mm^2$ )  
 A = luas penampang ( $mm^2$ )

## Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data tersebut menggunakan alat uji impact di Gedung Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Lantai Basement ruang laboratorium Pengujian Bahan. Hasil penelitian pengaruh arah sudut dan fraksi volume terhadap impact serat carbon.

**Tabel 2.** Hasil uji impact

Fraksi Volume	Sudut serat	Hasil ( $J/mm^2$ )				Rata-rata kekuatan Impact
		1	2	3	4	
31% Serat + 69% Matrik	0 $^{\circ}$	0.2011	0.1621	0.3027	0.1621	0.2070
	30 $^{\circ}$	0.0154	0.0198	0.0253	0.0176	0.0195
	60 $^{\circ}$	0.0066	0.0176	0.0066	0.0154	0.0115
	90 $^{\circ}$	0.0055	0.0077	0.0099	0.0066	0.0074
46% Serat + 54% Matrik	0 $^{\circ}$	0.2654	0.2842	0.2331	0.2011	0.2459
	30 $^{\circ}$	0.0154	0.0517	0.0176	0.0209	0.0264
	60 $^{\circ}$	0.0209	0.0176	0.0275	0.0154	0.0203
	90 $^{\circ}$	0.0154	0.0066	0.0154	0.0176	0.0137



**Gambar 7.** Normal Probability Plot

Dari gambar 7. memperlihatkan deviasi titik-titik data dari garis normal, serta nilai P yang sangat kecil ( $<0,010$ ) dalam uji *Kolmogorov-Smirnov*, dapat diinterpretasikan bahwa data "Kekuatan Impact" tidak mengikuti pola distribusi normal. Baerati data dikatakan tidak normal. Namun, dalam pendekatan statistik, terdapat prinsip *Central Limit Theorem* (Dalil Batas Tengah) menyatakan jika jumlah sampel cukup besar (minimal 30), rata-rata sampel akan mendekati distribusi normal, tanpa memandang bentuk distribusi populasi aslinya. Dengan demikian, saat data berjumlah cukup besar, kita tidak harus terpaku pada syarat normalitas yang kaku. Ini mengajarkan kita untuk lebih fleksibel dan bijak dalam membaca data (Pangkey, Kantohe & Karwur, 2024).

**Tabel 3.** Analysis of Variance**Analysis of Variance**

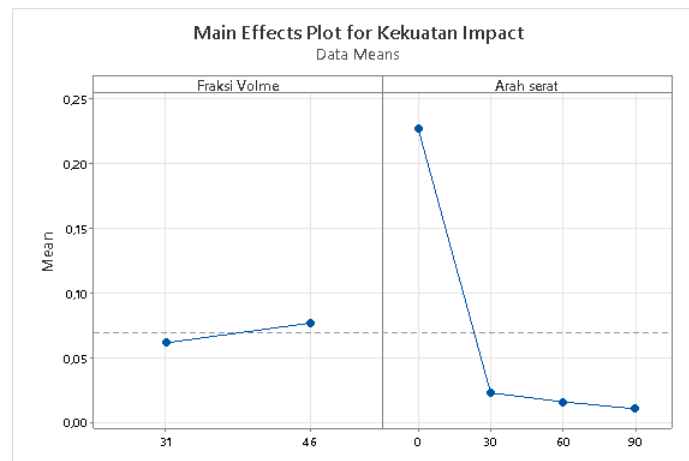
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	0.268517	0.038360	49.95	0.000
Linear	4	0.267011	0.066753	86.92	0.000
Fraksi Volme	1	0.001857	0.001857	2.42	0.133
Arah serat	3	0.265153	0.088384	115.08	0.000
2-Way Interactions	3	0.001506	0.000502	0.65	0.588
Fraksi Volme*Arah serat	3	0.001506	0.000502	0.65	0.588
Error	24	0.018432	0.000768		
Total	31	0.286949			

Berdasarkan tabel 3. yang ditampilkan, kita bisa memahami bagaimana setiap faktor berperan dalam memengaruhi hasil penelitian ini. Model yang digunakan terbukti sangat relevan, karena secara keseluruhan memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil, sebagaimana tercermin dari nilai P yang kecil (0.000). Ini menunjukkan bahwa rancangan model benar-benar mampu menjelaskan variasi yang terjadi. Paling menonjol merupakan arah serat, yang ternyata memiliki dampak besar terhadap respon. Nilai F yang tinggi (115.08) dan P-Value yang juga sangat kecil (0.000) menandakan bahwa perubahan arah serat sangat berpengaruh. Ini memberi kita wawasan penting, bahwa orientasi serat bukan hanya detail teknis, tetapi elemen kunci dalam keberhasilan suatu material. Sebaliknya, fraksi volume dan interaksinya dengan arah serat tampaknya tidak membawa pengaruh yang signifikan. Ini berarti perubahan pada jumlah volume bahan tidak serta-merta berdampak besar jika tidak dibarengi dengan pengaturan arah serat yang tepat.

**Tabel 4.** Model Summary**Model Summary**

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0277129	93.58%	91.70%	88.58%

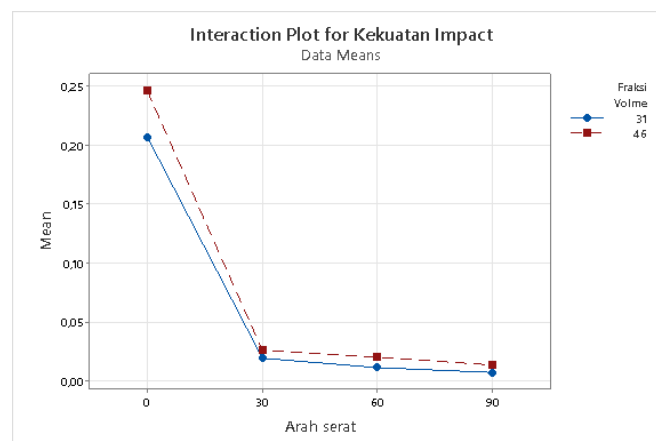
Pada tabel 4. menunjukkan kinerja cukup baik. Nilai R-squared 93,58% menandakan model mampu menjelaskan sebagian besar variasi data. R-sq(adj) 91,70% menunjukkan model tetap stabil meskipun mempertimbangkan jumlah variabel. R-sq(pred) 88,58% membuktikan model cukup andal untuk memprediksi data baru. Secara keseluruhan, model ini akurat, efisien, dan dapat dipercaya untuk analisis maupun prediksi ke depan.



**Gambar 8.** Main Effects Plot for Impact Strength

Dari gambar 8. ditunjukkan untuk kekuatan impact, dapat disimpulkan setiap faktor menunjukan pengaruh yang berbeda dengan hasil uji. Untuk fraksi volume, peningkatan dari 31% ke 46% memang menunjukkan kenaikan kekuatan, namun tidak terlalu mencolok. Ini berarti menambah jumlah material penyusun memang membantu, tapi dampaknya tidak terlalu besar terhadap daya tahan benturan.

Berbeda halnya dengan arah serat. Saat serat ditempatkan sejajar dengan arah beban ( $0^\circ$ ), kekuatan impact mencapai titik tertinggi. Namun, ketika sudut arah serat berubah menjadi  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ , hingga  $90^\circ$ , kekuatannya menurun tajam. Ini menunjukkan bahwa orientasi serat bukan sekadar detail teknis—tapi elemen krusial dalam menentukan kinerja material.



**Gambar 9.** Interaction Plot for kekuatan impact

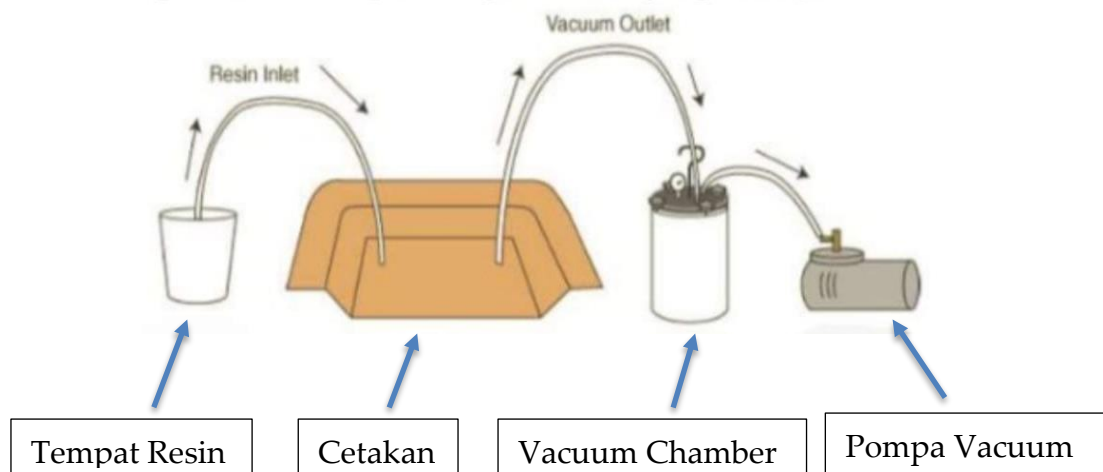
Berdasarkan gambar 9. kita bisa melihat bagaimana hubungan antara arah serat dan fraksi volume memengaruhi kekuatan material secara bersamaan.

Pada sudut  $0^\circ$ , terlihat bahwa kekuatan impact sangat tinggi, terutama saat fraksi volume sebesar 46%—lebih tinggi dibandingkan fraksi volume 31%. Namun, begitu arah serat mulai berubah ke  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $90^\circ$ , kekuatan impact langsung turun drastis untuk kedua fraksi volume, dan perbedaannya menjadi sangat kecil. Artinya, pengaruh fraksi volume menjadi tidak terlalu berarti ketika arah serat tidak lagi sejajar dengan beban.



**Gambar 10.** Desain helm

Pada gambar 10. dapat melihat desain helm tersebut. Helm ini diciptakan menggunakan software gambar teknik CatiaV5, dan setiap detailnya telah dipikirkan matang-matang. Setelah melalui beberapa revisi dan pertimbangan, Desain ini sudah sempurna dan siap untuk diproduksi sebagai helm serat karbon.



**Gambar 11.** Setting alat vacuum infusio

Sumber: (Saputa, Setiawan & Wicaksono, 2023)

Pada gambar 11. pengaturan alat vacuum infusio. Vacuum Infusio merupakan salah satu cara dalam proses pembuatan produk komposit (Hartanto, 2022). Metode yang memanfaatkan udara vakum yang memiliki tujuan untuk mengeluarkan udara terperangkap pada komposit saat proses aliran resin, sehingga resin akan merata dan menghindari kekosongan yang tidak diharapkan (Andretta & Irfa'i, 2021).

Dalam proses tersebut, pengaturan alat sangat penting untuk memastikan distribusi resin yang merata ke seluruh cetakan, serta meningkatkan kekuatan dan kualitas struktur komposit yang dihasilkan. Gambar diatas memperlihatkan seluruh komponen yang digunakan, mulai dari pompa vacuum, selang, tempat resin, vacuum chamber, hingga cetakan helm yang telah disiapkan untuk proses infusio.

Untuk dilakukan pembuatan helm komposit dilakukan perbandingan kekuatan uji impact pada helm SNI. Berdasarkan pengujian ini kekuatan impact helm SNI sebesar  $0,00972 \text{ J/mm}^2$  maka spesimen lulus uji material untuk helm SNI (Aditya, 2022). Pada tabel 2. Hasil uji impact sudah didapatkan data bahwa pada fraksi volume 31% terdapat 3 sudut

yang nialainya diatas 0,00972 J/mm<sup>2</sup> yaitu, 0°,30° dan 60° sedangkan pada fraksi volume 46% semua arah serat jauh diatas dari standar uji impact pada pengujian helm. Maka dari itu untuk pembuatan helm dicari kekuatan impact yang tinggi. Hal ini ditujukan supaya waktu terjadi benturan secara tiba-tiba helm tidak akan kenapa napa. Untuk nilai uji impact yang paling tinggi disini ada fraksi volume 46% dengan arah serat 0° dengan nilai 0,2459 J/mm<sup>2</sup>.



**Gambar 12.** Helm arah serat 0° dengan fraksi volume 46%

## Simpulan

Dari hasil penelitian ini bisa disimpulkan arah serat punya pengaruh besar untuk kekuatan impact material komposit berbasis serat karbon. Semakin sejajar arah serat dengan arah tumbukan (khususnya pada sudut 0°), makin tinggi juga daya tahannya terhadap benturan. Di sisi lain, saat serat disusun pada sudut 30°, 60°, apalagi 90°, kekuatan impactnya langsung turun drastis. Fraksi volume serat juga berpengaruh, tapi nggak sebesar arah serat. Memang, fraksi 46% serat menghasilkan nilai impact yang lebih tinggi dibanding fraksi 31%, tapi peningkatannya nggak terlalu ekstrem kalau arah seratnya udah nggak ideal. Dari semua data yang didapat, kombinasi terbaik buat helm komposit adalah fraksi volume 46% dengan arah serat 0°, karena mampu menghasilkan kekuatan impact tertinggi, yaitu 0,2459 J/mm<sup>2</sup>. Nilai ini jauh di atas standar minimum helm SNI (0,00972 J/mm<sup>2</sup>), yang berarti material ini layak banget dipakai untuk helm.

## Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar pengujian dilakukan dengan menggunakan jenis resin yang berbeda, mencoba variasi metode pembuatan lainnya, serta melakukan uji impact pada kondisi ekstrem agar lebih mendekati situasi nyata saat helm digunakan. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar untuk mengembangkan desain helm yang tidak hanya ringan dan kuat, tetapi juga memberikan perlindungan lebih baik.

## Daftar Pustaka

- Aditya, R. (2022). Pengaruh Variasi Arah Serat Dan Fraksi Volume Serat Pandan Duri Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Sebagai Material Alternatif Helm SNI (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- Afifa, K. N. (2018) Pengembangan Komposit Seratkarbon-geopolimer Berbasis Metakaolin sebagai Material Refraktori. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 14(3), 319083
- Akmal, J., Arisandi, A., Suudi, A., Lubis, A., & Tanti, N. (2022). Rancang Bangun Mesin Cetak Centrifugal Casting untuk Pembuatan Pipa Komposit Geopolimer. *Jurnal Teknik Mesin*, 15(1), 7-12.
- Andretta, R. F., & Irfa'i, M. A. (2021). Pengaruh Panjang Serat Rami Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Sebagai Material Penyusun Kaki Palsu. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(01), 123-128.
- Ardhyananta, H., & Rasyida, A. (2021). Tinjauan Pengaruh Jenis Material Sizing Poliuretan, Silane Coupling Agent, dan Poliimida pada Serat Karbon terhadap Morfologi dan Sifat Mekanik Komposit Epoksi/Serat Karbon untuk Aplikasi Bilah Turbin Angin. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), F123-F130.
- Erdianto, E., & Diana, L. (2015) Penegakan Hukum Pelanggaran Lalu Lintas terhadap Pengemudi Sepeda Motor Berdasarkan Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan di Wilayah Hukum Kepolisian Sektor Kandis (Doctoral dissertation, Riau University).
- Fadly, A. M. (2024). Pembuatan Lever Brake Sepeda Motor Berbahan *Forged Carbon Fibre* dengan Metode *Compression Molding* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Hanafie, A., & Haslindah, A. (2022). Perancangan alat keamanan helm berbasis alarm dalam mengatasi pencurian helm di parkiran. *Ash-Shahabah: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 25-33.
- Hananda, A. C., & Adnyani, N. K. S. (2025). Tinjauan Yuridis Dispensasi Penggunaan Helm Pada Pengendara dan Penumpang Sepeda Motor Yang Berpakaian Adat. *Jurnal Ilmu Hukum Sui Generis*, 5(2).
- Hartanto, AT (2022). Pemanfaatan Produk Additive Manufacturing (Fused Filament Fabrication) untuk Moulding Komposit Metode Vacuum Infusion (Studi Kasus Cover Spion Motor) (Disertasi Doktoral, Universitas Islam Indonesia).
- Hidayat, S. (2020). Aplikasi perangkat vacuum infusion untuk pembuatan komponen berbahan komposit
- Islahuddin, I., Putra, M. E., Ardhy, S., & Rina, R. (2020). Kajian Eksperimental Pengaruh Thermal Shock Terhadap Kekuatan Tarik Material Komposit Berserat Daun Nanas. *Rang Teknik Journal*, 3(1), 54-59.
- Kanugraha, M., Sulardjaka, S., & Iskandar, N. (2022). Pengaruh Fraksi Massa Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Dengan Matriks Gondorukem. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 10(3), 271-276.

- Mamungkas, M. I., & Subeki, N. (2019). Pengaruh presentase alkalisasi NaOH terhadap kekuatan tarik material komposit serat daun nanas polyester dengan metode vacuum infusion. *ROTOR*, 12(1), 5-9.
- Ningsih, T. H., Prayogo, T. M., & Fiveriati, A. (2023). Pengaruh Variasi Waktu Tahan Proses Pengelasan SMAW terhadap Kekuatan Impak Material S45C. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 8(1), 64-69.
- Pangkey, R., Kantohe, M., & Karwur, Y. (2024). Pengaruh insentif pajak dan kualitas audit terhadap konservatisme akuntansi. *Jurnal Akuntansi Manado (JAIM)*, 300-310.
- Prasetya, HW, Atmaja, DS, & Perwira, DA (2022). Material Komposit Laminasi Serat Karbon-Nylon Dengan Additive Aluminium Powder untuk Body Lori. *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*, 13 (2), 30-37.
- Prasetyo, M. A., Widi, I. K. A., & Febritasari, R. (2024). Analisa Kekuatan Komposit Woven Roving Mat Dengan Resin, Kalsium, Aerosil Melalui Pengujian Tarik, Impact, Dan Struktur Makro. *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi*, 4(2), 56-64.
- Rahmatulloh, A. G., & Irfai, M. A. (2020). Pengaruh Fraksi Volume Komposit Hybrid Dengan Penguat Serat Rami Dan Serat Karbon Bermatrik Polyester Terhadap Kekuatan Bending Dan Kekuatan Tarik. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 61-66.
- Respati, S. M. B., Katsir, I., & Dzulfikar, M. (2020). Bodi Mobil dengan Komposit Matriks Fiber Carbon-Honeycome dan Penguat Resin Lycal. *Jurnal Teknik Mesin*, 17(2), 29-33.
- Saputa, D. O., Setiawan, F., & Wicaksono, D. (2023). The Effect Of Variation Of Temperature On Pull Test Of Fiberglass Fiber Composite Materials With Vacuum Assisted Resin Infusion (VARI). *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 9(1), 128-137.
- Setiawan, DB, Hidayat, MIP, & Widyastuti, W. (2020). Simulasi Delaminasi pada Komposit Glass Fiber-reinforced Polymer (GFRP) dan Carbon Fiber-reinforced Polymer menggunakan Metode Cohesive Zone Model (CZM) dan Virtual Crack Closure Technique (VCCT). *Jurnal Teknik ITS*, 9 (1), B1-B6.
- Setiawan, F., Prasetya, GD, Suroso, I., & Anhar, M. (2025). Analisis Kekuatan Tarik Dan Foto Mikro Spesimen Serat Jagung Menggunakan Resin Lycal Dengan Variasi Metode Pembuatan Vacuum Infusion Dan Vacuum Bagging. *Jurnal Teknik Mesin Terapan dan Energi Terbarukan*, 5 (1), 64-68
- Siahaan, M. Y. R., Siregar, R. A., Tanjung, F. A., & Saktiawan, A. (2023). Analisis Karakteristik Bahan Tembaga Akibat Pengaruh Proses Penempaan Terhadap Kekuatan Impak. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(1), 99-105.
- Tanjung, I. (2022). Analisis Morfologi Serat Dan Kekuatan Impak Bahan Komposit Berpenguat Serat Pinang (Areca Catechu) Yang Telah Dilakukan Perbaikan Sifat Fisik. *Vocatech: Vocational Education and Technology Journal*, 4(1), 1-7.
- Trisnawati, F., & Purwono Prasetyawan, M. T. (2020). SEMMUDI: Selamat Mudik Menggunakan Helm Berbasis Internet of Things (IoT). *Journal ICTEE*, 1(1), 6-10.