

PENGUNAAN CORE LANTORSORIC PADA KOMPOSIT TULANGAN BODI MOBIL *PROTOTYPE* GARNESA

Charindra Manggala Karvin Putra

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: charindramanggala.21012@mhs.unesa.ac.id

Akhmad Hafizh Ainur Rasyid

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: akhmadrasyid@unesa.ac.id

Abstrak

Tingginya konsumsi bahan bakar di sektor transportasi mendorong inovasi kendaraan hemat energi melalui pemanfaatan material komposit yang ringan dan kuat. Penelitian ini mengeksplorasi potensi core *Lantor Soric* sebagai alternatif ekonomis pengganti *honeycomb* pada bodi mobil hemat energi tim Garnesa. *Lantor Soric* merupakan material berbasis foam yang ringan, fleksibel, serta memiliki kemampuan meredam getaran dan menyerap energi benturan. Komposit dibuat menggunakan metode *vacuum infusion* dengan variasi ketebalan core (2 mm dan 3 mm) serta fraksi volume resin (69%, 71,5%, dan 74%). Uji dampak dilakukan untuk mengukur kemampuan komposit *sandwich* dalam menahan beban kejutan dan dianalisis menggunakan ANOVA satu arah. Hasil menunjukkan bahwa variasi ketebalan dan fraksi volume tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan dampak, namun core 2 mm secara konsisten memberikan performa yang lebih baik. Nilai dampak tertinggi sebesar 0,3280 J/mm² diperoleh pada core 2 mm dengan fraksi volume 69%, sedangkan nilai terendah sebesar 0,1864 J/mm² tercatat pada core 3 mm dengan fraksi volume 74%. Kegagalan dominan pada core 2 mm berupa sobekan, sementara pada core 3 mm berupa delaminasi. Oleh karena itu, kombinasi core 2 mm dengan fraksi volume 69% direkomendasikan sebagai solusi struktural ringan yang efisien dan terjangkau untuk kendaraan hemat energi.

Kata Kunci: komposit sandwich, *Lantor Soric*, kekuatan dampak, kendaraan hemat energi, *vacuum infusion*

Abstract

The high fuel consumption in the transportation sector has driven innovation in energy-efficient vehicles through the use of lightweight and high-strength composite materials. This study evaluates the potential of *Lantor Soric* core as a cost-effective alternative to *honeycomb* for the body structure of the Garnesa energy-efficient vehicle. *Lantor Soric* is a foam-based material that is lightweight, flexible, and capable of damping vibrations and absorbing impact energy. The composite was manufactured using the *vacuum infusion* method with variations in core thickness (2 mm and 3 mm) and resin volume fractions (69%, 71.5%, and 74%). Impact testing was carried out to measure the ability of the sandwich composite to withstand sudden loads, and the data were analyzed using one-way ANOVA. The results showed that core thickness and resin volume variations had no statistically significant effect on impact strength; however, the 2 mm core consistently provided better performance. The highest impact strength of 0.3280 J/mm² was obtained from the 2 mm core with 69% resin volume, while the lowest value of 0.1864 J/mm² was recorded for the 3 mm core with 74% resin volume. The dominant failure in the 2 mm core was tearing, while delamination occurred in the 3 mm core. Therefore, the combination of a 2 mm core and 69% resin volume is recommended as an efficient and economical structural solution for energy-efficient vehicles.

Keywords: sandwich composite, *Lantor Soric*, energy-efficient vehicle, impact strength, *vacuum infusion*

Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi bahan bakar di sektor transportasi, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia, telah menjadi tantangan serius yang berdampak pada ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan potensi krisis energi. Data menunjukkan bahwa sektor transportasi menyumbang hingga 42% dari total konsumsi energi nasional, yang menegaskan urgensi pengembangan teknologi kendaraan hemat energi (Suartika, 2023).

Salah satu strategi untuk menekan konsumsi bahan bakar adalah melalui optimalisasi desain bodi dan teknologi mesin kendaraan. Desain bodi yang aerodinamis mampu mengurangi hambatan udara, sehingga kendaraan

menjadi lebih ringan dan efisien dalam penggunaannya (Hanafi et al., 2024). Selain itu, pengurangan massa kendaraan melalui pemanfaatan material komposit ringan juga menjadi pendekatan yang menjanjikan. Inisiatif ini sejalan dengan program pemerintah, seperti Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), yang mendorong perguruan tinggi mengembangkan inovasi otomotif yang efisien dan ramah lingkungan.

Tim Garuda Unesa (Garnesa), yang aktif berpartisipasi dalam ajang Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dan Shell Eco Marathon, telah menggunakan material komposit serat karbon dengan core *honeycomb* pada bodi mobil hemat energi. Meskipun material tersebut memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, kendala muncul dari segi

biaya produksi yang mahal, bobot yang relatif berat, serta ketebalan yang tidak ideal untuk aplikasi kendaraan ringan. Kondisi ini menjadi hambatan dalam efisiensi desain jangka panjang. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif material core yang lebih ekonomis namun tetap mampu memenuhi standar kekuatan dan ketahanan mekanik, khususnya untuk struktur bodi kendaraan hemat energi.

Salah satu material alternatif yang potensial adalah *Lantor Soric*, yaitu core struktural berbasis foam yang ringan, fleksibel, serta mampu meredam getaran dan menyerap energi benturan dengan baik. Penelitian sebelumnya oleh Prasetyo (2024) menunjukkan bahwa core *honeycomb* dan *polyurethane foam* hanya mampu menghasilkan kekuatan dampak rata-rata masing-masing sebesar 0,034533 J/mm² dan 0,038281 J/mm², angka yang relatif rendah untuk kebutuhan struktural kendaraan.

Penelitian ini difokuskan pada analisis penggunaan core *Lantor Soric* dalam struktur komposit sandwich berbahan fiberglass WR600 untuk aplikasi tulangan bodi mobil prototipe Garnesa. Variabel yang diteliti meliputi ketebalan core (2 mm dan 3 mm) serta variasi fraksi volume resin (69%, 71,5%, dan 74%). Proses manufaktur menggunakan metode *vacuum infusion* untuk menghasilkan laminasi yang homogen dan berkualitas tinggi (Prayoga et al., 2018), serta mengatasi kelemahan metode *hand lay-up* seperti distribusi resin yang tidak merata dan sifat mekanik yang rendah.

Penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi material komposit yang ringan, kuat, dan terjangkau untuk mendukung pengembangan bodi mobil prototipe hemat energi Garnesa.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, yang berakar pada paradigma positivistik. Pendekatan ini didasarkan pada pemahaman bahwa realitas atau fenomena dapat dikategorikan, memiliki sifat yang stabil, nyata, dapat diamati, diukur, serta memiliki hubungan kausal antar variabel (Sugiyono, 2021).

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian

Pembuatan spesimen dilakukan di Workshop Garnesa Universitas Negeri Surabaya, sedangkan uji dampak dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang.

Waktu Penelitian.

Penelitian dilakukan pada April-Juni 2025, semester genap tahun akademik 2025/2026.

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah komposit sandwich berbahan fiberglass WR600 dengan core *Lantor Soric*, yang divariasikan pada ketebalan 2 mm dan 3 mm serta fraksi volume resin 69%, 71,5%, dan 74%, dengan perlakuan curing pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) menggunakan metode *vacuum assisted resin infusion*.

Variabel Penelitian

Variabel Bebas :

variasi ketebalan core lantor soric 2 mm dan 3 mm.

Variabel Terikat :

Hasil uji dampak.

Variabel Kontrol :

Matriks yang digunakan berjenis epoxy resin super clear dengan Hardener resin super clear.

Perbandingan matriks dan Hardener adalah 2:1.

Curing temperatur pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) selama 24 jam

Tekanan vacuum yang digunakan sebesar $\frac{1}{4}$ HP dengan perpindahan udara 3 cubic fit per-minute (cfm).

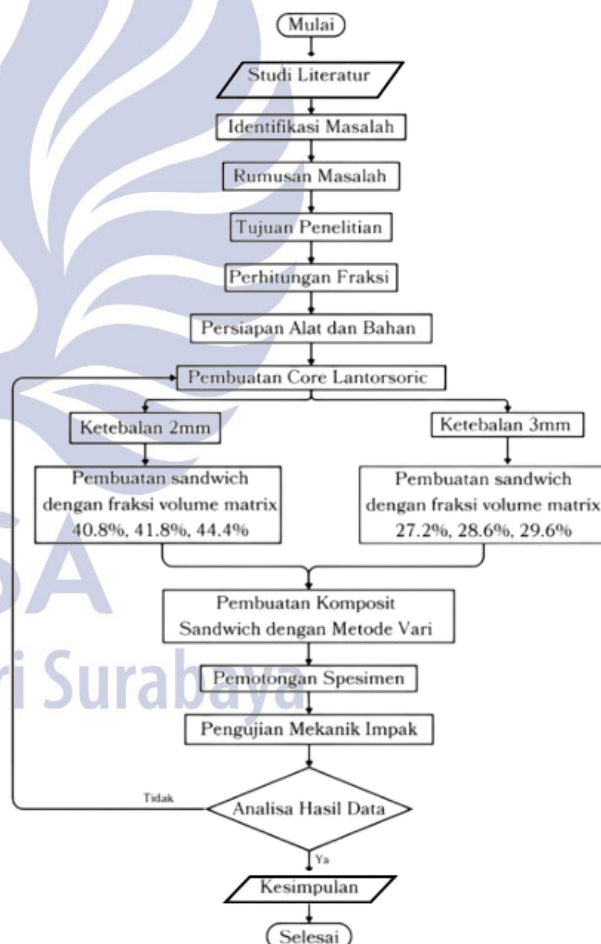
Menggunakan fiberglass WR600 dengan plain weave, berat 600gsm, tebal 0,3mm, dan yarn size 2.5K

Menggunakan cetakan Standart ASTM D5941 96 dengan dimensi 150 mm x 20 mm x 5mm.

Menggunakan variasi volume matriks 69%, 71,5%, dan 74% dari hasil $V_{\text{cetakan}} - V_{\text{core}}$.

Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian dilakukan seperti diagram alir (*Flowchart*) dibawah.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Proses Pembuatan Spesimen

Persiapan alat dan bahan

Memotong core lantor soric dengan ketebalan 2 mm dan 3 mm dengan dimensi Panjang 150 mm dan lebar 20 mm.

- Pemotongan fiberglass, peel ply, infusikan Mesh,

vacuum bagging film, dan Spiral Tube sesuai dengan ukuran cetakan, serta pemberian wax pada cetakan.

- Penyusunan core dan skin, sesuai dengan perbandingan variable yang ditentukan 60% untuk core tebal 3mm dan 40% untuk core tebal 2 mm. Serat fiberglass diletakan dengan sudut yang sama.
- Setiap layer skin harus disemprot Aerosol Spray terlebih dahulu supaya fiberglass tidak bergeser ketika dilakukan proses vacuum infusion.
- Peletakan peel ply, infusion Mesh, Spiral Tube, dan vacuum bagging film secara berurutan.
- Perekatan vacuum baging film ke cetakan menggunakan sealant Tape.
- Pemasangan infusio Tube dibagian yang menghubungkan wadah resin epoxy dan cetakan, cetakan dan tabung Reserfoir, serta tabung Reserfoir dan pompa vacuum. Pemasangan tabung Reserfoir dan pompa vacuum.
- Pengecekan kebocoran dengan memperhatikan tekanan pada preasure gauge yang ada di tabung reserfoir. Bila terdapat kebocoran maka proses instalasi bagging film diulangi.
- Campuran resin epoxy dan hardener diaduk sesuai dengan perhitungan serta variabel perbandingan resin, yaitu 68%, 71.5%, dan 74%, kemudian didiamkan selama beberapa menit untuk menghilangkan gelembung udara.



Gambar 2. . Ilustrasi Molding.

Pengujian Impak

Uji impak dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana spesimen mampu menahan beban benturan secara tiba-tiba. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM D5942-96, dengan ukuran spesimen komposit sandwich sebesar 150 mm × 20 mm × 5 mm. Nilai kekuatan impak diperoleh melalui perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$E_{serap} = E_{awal} - E_{akhir}$$

$$= m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2$$

Dimana :

- E_{serap} : energi serap spesimen (J)
 h_1 : sudut ayunan pendulum awal (°)
 h_2 : sudut ayunan pendulum akhir (°)
 m : massa pendulum (Kg)
 g : percepatan gravitasi (9.81 m/s^2)



Gambar 3. Alat Uji Impak

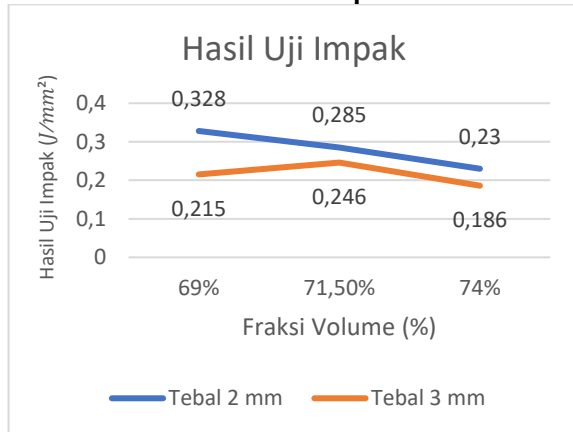
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Impak (j/mm²)

Fraksi Core	Rasio Serat (%)	Rasio Matriks (%)	*Fraksi volume (%)	Spesi men	Sudut Awal (°)	Sudut Akhir (°)	Hasil Uji Impak (J/mm ²)
3 mm (60 %)	12.8 %	27.2 %	69%	1	120°	100,9°	0,2242
				2	120°	97,8°	0,2164
				3	120°	96,6°	0,2054
				Rata-Rata	120°	98,43°	0,2153
	11.4 %	28.6 %	71%	1	120°	99,3°	0,2454
				2	120°	96,7°	0,2432
				3	120°	98,9°	0,2500
				Rata-Rata	120°	98,3°	0,2462
	10.4 %	29.6 %	74%	1	120°	103,6°	0,1852
				2	120°	106,6°	0,1967
				3	120°	104,3°	0,1773
				Rata-Rata	120°	104,8°	0,1864
2 mm (40 %)	19.2 %	40.8 %	69%	1	120°	90,7°	0,3289
				2	120°	93,7°	0,3151
				3	120°	95,5°	0,3401
				Rata-Rata	120°	93,3°	0,3280
	17.2 %	42.8 %	71%	1	120°	96,2°	0,2837
				2	120°	96,2°	0,2995
				3	120°	96,2°	0,2723
				Rata-Rata	120°	98,7°	0,2851
	15.6 %	44.4 %	74%	1	120°	98,2°	0,2409
				2	120°	104,1°	0,2170
				3	120°	104,4°	0,2323
				Rata-Rata	120°	102,2°	0,2300

Hasil uji impak berupa sudut awal dan akhir ayunan pendulum dalam satuan derajat (°), yang digunakan untuk menghitung energi serap spesimen (E) dalam satuan Joule.

Analisis Data Nilai Kekuatan Impak



Gambar 4. Grafik Hasil Rata-Rata Pengujian Impak

Pengujian impact dilakukan untuk menentukan kekuatan impact komposit sandwich berbahan serat kaca dengan variasi ketebalan core (2 mm dan 3 mm) serta fraksi volume resin (69%, 71,5%, dan 74%). Berdasarkan Gambar 4, spesimen dengan ketebalan core 2 mm menunjukkan nilai impact yang lebih tinggi dibandingkan 3 mm pada setiap tingkat fraksi volume. Pada fraksi volume 69%, nilai impact tertinggi diperoleh pada core 2 mm sebesar 0,328 J/mm², sedangkan pada core 3 mm nilainya 0,215 J/mm². Pada fraksi volume 71,5%, nilai impact menurun menjadi 0,285 J/mm² (core 2 mm) dan 0,246 J/mm² (core 3 mm). Penurunan berlanjut pada fraksi volume 74%, di mana core 2 mm menunjukkan 0,230 J/mm², dan nilai terendah tercatat pada core 3 mm sebesar 0,186 J/mm². Penurunan kekuatan impact ini menunjukkan bahwa tingginya fraksi resin dalam struktur komposit cenderung mengurangi ketahanan terhadap benturan, karena resin lebih rapuh secara mekanik dibanding serat. Hal ini menegaskan bahwa komposisi optimal antara serat dan matriks sangat berpengaruh terhadap performa impact material.

Uji Statistika

Untuk menganalisis pengaruh perlakuan dalam penelitian ini, digunakan aplikasi SPSS versi 26 dengan metode One Way ANOVA. Sebelum uji ANOVA dilakukan, data harus memenuhi asumsi dasar yaitu distribusi normal, varians homogen, dan sampel independen. Oleh karena itu, uji normalitas dan homogenitas dilakukan terlebih dahulu sebagai prasyarat analisis.

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan aplikasi SPSS versi 26 guna memastikan bahwa data pada setiap kelompok spesimen berdistribusi normal. Berikut disajikan hasil uji normalitas yang diperoleh.

Tests of Normality						
fr	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
hasil_uji 3mm	68.0	.209	3	.991	3	.823
	71.5	.258	3	.960	3	.616
	74.0	.216	3	.989	3	.796
hasil_uji 2mm	68.0	.194	3	.996	3	.885
	71.5	.209	3	.991	3	.822
	74.0	.240	3	.974	3	.694

Gambar 5. Hasil Uji Normalitas Pengujian Impact

Kriteria keputusan adalah: data dianggap berdistribusi normal jika nilai signifikansi (sig) > 0,05. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh variabel memiliki nilai sig. di atas 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi normal.

Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah data sampel memiliki varians yang seragam (homogen) antar kelompok. Adapun hasil uji homogenitas disajikan sebagai berikut.

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
hasil_uji	Based on Mean	.380	1	16	.546
	Based on Median	.243	1	16	.629
	Based on Median and with adjusted df	.243	1	15.154	.629
	Based on trimmed mean	.327	1	16	.575

Gambar 6. Hasil Uji Homogenitas Pengujian Impact

Data dinyatakan homogen jika nilai signifikansi (sig) > 0,05. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh data memiliki nilai sig. di atas 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa varians antar kelompok homogen.

Uji Anova

Untuk melakukan analisis menggunakan One Way ANOVA, diperlukan perumusan hipotesis sebagai dasar dalam pengambilan kesimpulan. Hipotesis tersebut adalah sebagai berikut:

- **Ha**
Variasi ketebalan core Lantor Soric dan volume matriks berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan impact fiberglass WR600 pada tulangan bodi mobil Garnesa.
- **Ho**
Variasi ketebalan core Lantor Soric dan volume matriks tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan impact fiberglass WR600 pada tulangan bodi mobil Garnesa.

Berikut ini adalah Hasil uji anova dari data pengujian impact :

ANOVA					
hasil_uji	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2262773.556	1	2262773.556	3.075	.099
Within Groups	11775586.444	16	735974.153		
Total	14038360.000	17			

Gambar 7. Hasil Uji Anova Pengujian Impact

Dasar pengambilan keputusan pada ANOVA menggunakan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$), dengan ketentuan bahwa H_0 diterima jika nilai sig. > 0,05. Berdasarkan Gambar 7, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,099, yang berarti H_0 diterima dan H_a ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi ketebalan core dan fraksi volume matriks tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan

impak komposit sandwich berbahan inti Lantor Soric dan skin fiberglass WR600.

Kegagalan Uji Impak

Analisis Visual Terhadap Patahan Spesimen Dilakukan Untuk Mengidentifikasi Jenis Kegagalan Seperti Delaminasi, Retak Antar Lapisan, Dan Fraktur. Dokumentasi foto makro digunakan untuk memperjelas mekanisme kerusakan akibat beban impact.

Spesimen dengan core 2 mm menunjukkan kegagalan berupa sobekan akibat ikatan yang kuat antara skin dan core, memungkinkan distribusi beban merata saat impact.

Distorsi teramati pada spesimen, ditandai dengan melengkungnya permukaan dan pergeseran antar lapisan, terutama di bagian tengah akibat konsentrasi tegangan tinggi yang mengindikasikan kerusakan internal.

Pada Gambar diatas terlihat fenomena delaminasi yang disebabkan oleh lemahnya daya rekat antara lapisan skin dan core. Ikatan yang tidak optimal ini menyebabkan terpisahnya lapisan-lapisan komposit saat menerima beban impact.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai "Pengaruh Variasi Ketebalan Core Lantor Soric terhadap Kekuatan Impact Fiberglass WR600 pada Tulangan Bodi Mobil Garnesa", dengan variasi ketebalan core serta fraksi volume 69%, 71,5%, dan 74%, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Variasi ketebalan core dan fraksi volume resin tidak menunjukkan pengaruh signifikan, karena struktur yang lebih tipis dengan ikatan matriks yang optimal mampu menyerap energi benturan dengan lebih baik.
- Perpaduan antara core 2 mm dan fraksi volume resin sebesar 69% menghasilkan nilai impact tertinggi sebesar 0,3280 J/mm², yang menunjukkan kinerja struktural terbaik di antara seluruh variasi yang diuji. Konfigurasi ini juga menunjukkan pola kegagalan berupa sobekan, yang menandakan adanya ikatan kuat antar lapisan. Oleh karena itu, perpaduan tersebut direkomendasikan sebagai solusi material komposit sandwich yang efisien, ringan, kuat, dan terjangkau untuk aplikasi pada bodi mobil hemat energi.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, berikut beberapa saran yang dapat disampaikan:

- Untuk pemahaman yang lebih komprehensif, disarankan penelitian selanjutnya mencakup variasi ketebalan core yang lebih beragam, penggunaan jenis serat lain, serta perbandingan metode fabrikasi.

- Sebelum injeksi resin epoxy, pencampuran resin dan hardener harus diperhatikan untuk meminimalkan void, karena void dapat menurunkan kekuatan komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah. 2020. "Metode Pembuatan Komposit." *Institut Teknologi Nasional*: 7–25.
- Abdurohman. 2016. "Skematik Metode Vacuum Assiged Resin Infusion."
- Alfarizi, Muhammad, Boy Rollastin, and Sukanto. 2022. "Studi Eksperimen Pengaruh Kekuatan Material Komposit HGM, Epoxy Dan Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact." 2(January): 978–79.
- Artkilik, Workshop. 2020. "Akrilik Margacipta Lembaran Bening 2mm Custom." *Tokopedia*. https://www.tokopedia.com/artkilik/akrilik-margacipta-lembaran-bening-2mm-custom-ukuran-a3-a4-a5-a5?extParam=ivf%3Dfalse%26keyword%3Dakrilik+lembaran%26search_id%3D202502091648167D715104E2EFC936AGQY%26src%3Dsearch (December 11, 2025).
- Atmanegara, Rengga Eka Putra, Triwilaswandio Wuruk Pribadi, and Mohammad Sholikhlan Arif. 2016. "Analisis Teknis Dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan 30GT Konstruksi FRP Menggunakan Metode Laminasi Vacuum Infusion." *Jurnal Teknik ITS* 5(1): 1–6.
- Barman, Nabu Kumar, Someshwar S Bhattacharya, and Ramasamy Alagirusamy. 2024. "Textile Structures in Concrete Reinforcement." *Physical Sciences Journals* 56(1): 1–229. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00405167.2023.2266930>.
- Charpy, Metode, Heiho Calender, and High Close Packed. 2011. "Faraland." : 29–30.
- Corvus. 2024. "Diving Into RTM: Understanding the Basics of Resin Transfer Molding." *Corvus Composite*. <https://www.corvuscomposites.com/post/diving-into-rtm-understanding-the-basics-of-resin-transfer-molding> (February 8, 2025).
- Djiwo, Soeparno, Fredy Hiunsiustio Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Mesin S-, and Institut Teknologi Nasional Malang Jl Raya Karanglo Km. 2010. "Penggunaan Serat Jute (Chorcorus Capsularis) Sebagai Bahan Penguat Komposit Matrik Polyester." *Jurnal Flywheel* 3(1): 1–7.
- Hanafi, Agung Fauzi et al. 2024. "Desain Dan Analisis Aerodinamis Body Mobil Hemat Energi Jogopati Tipe Prototype Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics." *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 5(2): 100–112.

- Hanan, Zul, I DK Okariawan, and Paryanto Dwi Setyawan. 2018. "Analisis Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serbuk Dedak Pada Polyurethane Terhadap Densitas Dan Kekuatan Bending Pada Komposit Sandwich Berinti Opened Cell Foam Polyurethane." *Unram repository*. <http://eprints.unram.ac.id/8011/>.
- Ichsan, Rusman Nur. 2015. "PENGARUH SUSUNAN LAMINA KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT E-GLASS DAN SERAT CARBON TERHADAP KEKUATAN TARIK DENGAN MATRIK POLYESTER." *Jurnal Teknik Mesin Unesa* 3(3). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/11276>.
- Junaidy, Ivan et al. 2023. "Analisa Kekuatan Impact Serta Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass Pembuatan Perahu Nelayan." *Jurnal Mesin Nusantara* 6(2): 148–55.
- Khumaidillah, Moh. Rifki, Firman Yasa Utama, and Andita Nataria Fitri Ganda. 2023. "Analisis Carbon Fiber Dengan Balsa Wood Core Terhadap Kekuatan Mekanik Menggunakan Uji Bending." *Jurnal rekayasa mesin* 8(1): 30–36. <https://ejournal.une>

