



# PERBANDINGAN VARIASI MATRIKS RESIN EPOXY DAN RESIN POLYESTER PADA KOMPOSIT CARBON FIBER TERHADAP KEKUATAN UJI IMPAK DENGAN STANDAR ASTM D6110

Sahroni<sup>1)</sup>, Firman Yasa Utama<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
Email: [sahroni.22017@mhs.unesa.ac.id](mailto:sahroni.22017@mhs.unesa.ac.id)

<sup>2)</sup>Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
Email: [firmanutama@unesa.ac.id](mailto:firmanutama@unesa.ac.id)

## Abstract

The development of automotive technology has increased the need for lightweight materials with high mechanical strength and good impact resistance. Motorcycle fenders commonly use conventional plastic materials such as Polypropylene (PP) and Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), which have relatively low impact resistance, approximately 0.0605 J/mm<sup>2</sup> for impact value and 2.42 Joules for impact energy. Therefore, alternative materials with better mechanical properties are required. Carbon fiber composites are considered a promising alternative due to their lightweight characteristics, high strength, and excellent resistance to impact loads. This study aims to analyze the effect of epoxy and polyester resin matrix variations on the impact strength of carbon fiber composites based on ASTM D6110 standards. This research employed an experimental method using the vacuum infusion fabrication technique. The research stages included preparation of tools and materials, mold preparation, arrangement of 15 layers of carbon fiber, resin infusion, curing process, specimen cutting, V-notch fabrication according to ASTM D6110, and Charpy impact testing. The resin matrix variations used were Eposchon 1011 A Epoxy Resin, AM-8927 Low Viscosity Epoxy Resin, Yukalac 157 BQTN-EX Series Polyester Resin, and Eterset 2728-PC Unsaturated Polyester Resin. The specimens were prepared with dimensions of 126 mm × 12.7 mm and thicknesses ranging from 3–12.7 mm according to ASTM D6110 standards. The results showed that resin type significantly affected the impact energy and impact value of carbon fiber composites. The AM-8927 Low Viscosity Epoxy Resin produced the highest average impact energy of 14.97 Joules and the highest impact value of 0.3000 J/mm<sup>2</sup>. These values were considerably higher than those of conventional PP/ABS motorcycle fender materials. The findings indicate that carbon fiber composites with epoxy resin matrices have strong potential as alternative motorcycle fender materials with improved resistance to impact loading.

**Keywords:** Carbon Fiber Composite, Epoxy Resin, Polyester Resin, Charpy Impact Test, ASTM D6110.

## Abstrak

Perkembangan teknologi otomotif meningkatkan kebutuhan akan material yang ringan namun memiliki kekuatan mekanik dan ketahanan impak yang tinggi. Spakbor sepeda motor umumnya menggunakan material plastik konvensional seperti Polypropylene (PP) dan Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) yang memiliki ketahanan impak relatif rendah, yaitu sekitar 0,0605 J/mm<sup>2</sup> untuk nilai impak dan 2,42 Joule untuk energi impak. Oleh karena itu, diperlukan material alternatif yang memiliki sifat mekanik lebih baik. Komposit carbon fiber menjadi salah satu material yang menjanjikan karena memiliki karakteristik ringan, kuat, dan tahan terhadap beban benturan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi matriks resin epoxy dan resin polyester terhadap kekuatan impak komposit carbon fiber berdasarkan standar ASTM D6110. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan teknik fabrikasi vacuum infusion. Tahapan penelitian meliputi persiapan alat dan bahan, persiapan cetakan, penyusunan 15 layer carbon fiber, proses infusi resin, proses curing, pemotongan spesimen, pembuatan takik (V-notch) sesuai ASTM D6110, serta pengujian impak Charpy. Variasi matriks resin yang digunakan terdiri dari Epoxy Resin Eposchon 1011 A, Epoxy Resin AM-8927 Low Viscosity, Polyester Resin Yukalac 157 BQTN-EX Series, dan Eterset 2728-PC Unsaturated Polyester Resin. Spesimen dibuat dengan dimensi 126 mm × 12,7 mm dan ketebalan 3–12,7 mm sesuai standar ASTM D6110. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jenis resin berpengaruh terhadap nilai energi impak dan harga impak komposit carbon fiber. Variasi Epoxy Resin AM-8927 Low Viscosity menghasilkan nilai rata-rata energi impak tertinggi sebesar 14,97 Joule dan harga impak tertinggi sebesar 0,3000 J/mm<sup>2</sup>. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan material spakbor konvensional berbahan PP/ABS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit carbon fiber dengan matriks resin epoxy memiliki potensi yang baik sebagai material alternatif spakbor sepeda motor yang lebih tahan terhadap beban benturan.

**Kata Kunci:** Komposit Carbon Fiber, Resin Epoxy, Resin Polyester, Uji Impak Charpy, ASTM D6110.



## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam bidang otomotif semakin pesat dan ketergantungan pada bahan-bahan buatan yang terus meningkat membuat perlu adanya inovasi untuk menciptakan material yang ringan tetapi tetap kokoh tanpa mengabaikan faktor keselamatan demi meningkatkan kualitas hidup yang lebih baik (Setiyawan dkk., 2020). Dunia teknik material adalah salah satu bidang teknik yang sedang berkembang dengan cepat (Nugroho & Wantogia, 2019). Bidang material komposit belakangan ini semakin menjadi fokus penting bagi para peneliti, sehingga hampir setiap hari muncul produk baru maupun perbaikan dari produk yang sudah ada (Taufana dkk., 2020). Salah satu komponen tersebut adalah spakbor motor. Umumnya, spakbor motor dibuat dari bahan plastik konvensional seperti PP (*Polypropylene*) atau ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*). Namun, bahan ini memiliki beberapa kelemahan, seperti mudah pecah saat terkena benturan karena memiliki kekuatan impact yang cukup rendah, yaitu sekitar 0,0605 J/mm<sup>2</sup> serta berdampak negatif pada lingkungan karena sulit terurai secara alami (Lesmana dkk., 2025). Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, material komposit menjadi alternatif yang menjanjikan (Rangappa dkk., 2022).

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya (Suhdi dkk., 2016). Umumnya dalam komposit terdapat bahan yang disebut sebagai matriks dan bahan penguat. Bahan matriks umumnya dapat berupa logam, polimer, keramik, *carbon* (Manurung, 2022).

Matriks dalam komposit berfungsi untuk mendistribusikan beban ke dalam seluruh material penguat komposit dan sifat matriks biasanya ulet (*ductile*) (Manurung, 2022). Sebagian besar bahan matriks yang ada di pasaran komposit dan dipakai luas adalah polimer (Widodo & Iswanto, 2022). Bahan polimer memiliki keunggulan daripada bahan logam dan keramik yakni lebih liat juga lebih murah (Manurung, 2022). Bahan polimer dalam bidang komposit yang paling sering digunakan ialah *resin* (Amri & Tjahjanti, 2022). Dari sekian banyak *resin* yang ada di pasaran, ada tiga jenis *resin* yang banyak digunakan yaitu *polyester*, *vinil ester*, dan *epoxy* (Taufana dkk., 2020). Matriks yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *resin epoxy* dan *resin polyester* yang termasuk dalam polimer termoset (Widodo & Iswanto, 2022), penggunaan polimer jenis termoset dalam pembuatan komposit karena polimer jenis ini memiliki kelebihan yaitu, memiliki ketahanan terhadap temperatur dan bahan kimia karena wujudnya cair dan viskositasnya tidak terlalu tinggi sehingga dapat membasahi permukaan serat (*fiber*), tahan terhadap panas, memiliki adhesi yang baik, dan

tahan terhadap korosi (Melyna & Jingga Sopian, 2024).

Pengujian impact merupakan suatu upaya untuk mengetahui material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi yang dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan akan datang secara tiba-tiba. Uji impact merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material (Nuhgraha dkk., 2020). Pada penelitian ini, pengujian impact yang digunakan adalah uji impact *Charpy* berstandar ASTM D6110, yaitu metode yang menggunakan spesimen bertakik (*notched specimen*) dan pendulum untuk mengukur energi serap material hingga patah, sehingga dapat menggambarkan ketangguhan material terhadap beban benturan secara mendadak (Gleidson dkk., 2025) (Fabio dkk., 2018).

Penelitian terdahulu juga menegaskan bahwa jenis matriks *resin* berperan penting dalam menentukan kekuatan impact komposit. (Taufana dkk., 2020) dalam penelitiannya berjudul “Pengaruh Matriks *Resin-Epoxy* terhadap Kekuatan Impact dan Sifat Fisis Komposit Serat Nanas”, melaporkan bahwa penggunaan *resin epoxy* menghasilkan distribusi beban yang baik sehingga nilai impact tertinggi dicapai pada fraksi volume serat 50%. Sementara itu, (Wahyudi & Yuono, 2017) dalam penelitiannya berjudul “Pengaruh Komposisi Serat terhadap Kekuatan Impact Komposit yang Diperkuat Serat Bambu”, menemukan bahwa penggunaan matriks *polyester* memang meningkatkan kekuatan impact hingga fraksi serat 20%, namun sifat getas *resin polyester* menimbulkan retakan matriks dan *pull-out* serat. Kedua penelitian ini menegaskan bahwa pemilihan jenis matriks *resin epoxy* maupun *resin polyester* sangat memengaruhi ketangguhan komposit terhadap kekuatan uji impact.

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, dilakukan penelitian berjudul “Perbandingan Variasi Matriks *Resin Epoxy* dan *Resin Polyester* pada Komposit *Carbon Fiber* terhadap Kekuatan Uji Impact dengan Standar ASTM D6110.” Penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan karena selama ini masih banyak penelitian yang menjelaskan uji impact komposit hanya dari salah satu jenis *resin* saja. Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai perbedaan kualitas performa terhadap kekuatan uji impact antara *resin epoxy* dan *resin polyester*.

## TINJAUAN PUSTAKA

Komposit merupakan material gabungan yang tersusun dari dua atau lebih material berbeda untuk menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan material penyusunnya secara individual. Material komposit umumnya terdiri atas matriks sebagai bahan pengikat dan material penguat (*reinforcement*) yang berfungsi meningkatkan



kekuatan serta kekakuan material. Kombinasi kedua material tersebut menghasilkan karakteristik unggul seperti ringan, kuat, tahan korosi, dan memiliki ketahanan mekanik yang baik sehingga banyak dimanfaatkan dalam bidang otomotif, konstruksi, penerbangan, dan industri manufaktur. Penggunaan material komposit pada industri otomotif semakin berkembang karena mampu mengurangi berat kendaraan tanpa mengurangi kekuatan maupun faktor keselamatan.

Komposit berdasarkan jenis matriksnya dibedakan menjadi komposit matriks logam, komposit matriks keramik, dan komposit matriks polimer. Pada penelitian ini digunakan komposit matriks polimer karena memiliki massa jenis yang rendah, mudah dibentuk, tahan terhadap korosi, serta biaya produksi yang relatif lebih ekonomis dibandingkan material lainnya. Matriks pada komposit memiliki fungsi penting yaitu mengikat serat penguat, menjaga bentuk komposit, melindungi serat dari kerusakan lingkungan, serta mendistribusikan beban secara merata ke seluruh bagian material penguat. Keberhasilan transfer beban dari matriks menuju serat sangat menentukan kualitas sifat mekanik komposit.

Salah satu material penguat yang banyak digunakan dalam komposit adalah carbon fiber atau serat karbon. Carbon fiber merupakan material yang memiliki kekuatan tarik tinggi, ringan, serta tahan terhadap temperatur dan korosi. Struktur atom karbon yang tersusun secara kristalin menjadikan carbon fiber memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang sangat tinggi dibandingkan material penguat lainnya. Oleh sebab itu, carbon fiber banyak diaplikasikan pada industri otomotif, pesawat terbang, olahraga, hingga konstruksi modern. Dalam aplikasi otomotif, carbon fiber digunakan untuk menghasilkan komponen kendaraan yang ringan namun tetap memiliki ketahanan mekanik yang baik terhadap beban dan benturan.

Dalam material komposit, carbon fiber berfungsi sebagai bagian utama yang menerima beban mekanik, sedangkan matriks bertugas meneruskan dan mendistribusikan beban tersebut ke seluruh serat. Ikatan yang baik antara matriks dan carbon fiber akan menghasilkan distribusi tegangan yang merata sehingga meningkatkan kekuatan tarik maupun kekuatan impact material. Sebaliknya, apabila ikatan antar material kurang baik, maka dapat terjadi kegagalan seperti retak matriks, delaminasi, maupun pull-out serat yang menyebabkan penurunan kekuatan komposit.

Matriks yang digunakan pada penelitian ini adalah resin epoxy dan resin polyester yang termasuk ke dalam jenis polimer termoset. Resin epoxy merupakan material termoset yang banyak digunakan pada komposit karena memiliki kekuatan mekanik tinggi, daya rekat yang baik, ketahanan terhadap bahan kimia, serta ketahanan korosi yang tinggi. Resin epoxy juga memiliki tingkat penyusutan yang rendah

selama proses curing sehingga mampu menghasilkan struktur komposit yang lebih stabil. Selain itu, resin epoxy memiliki sifat yang lebih ulet dibandingkan resin polyester sehingga mampu menyerap energi benturan dengan lebih baik. Karakteristik tersebut menjadikan resin epoxy banyak digunakan pada aplikasi struktural yang membutuhkan ketangguhan tinggi terhadap beban dinamis maupun benturan mendadak.

Sementara itu, resin polyester merupakan jenis resin termoset yang juga banyak digunakan dalam industri komposit karena mudah diperoleh, harga relatif murah, dan proses pengerjaannya sederhana. Resin polyester memiliki sifat keras dan cukup baik terhadap ketahanan korosi serta bahan kimia tertentu. Selain itu, waktu pengerasan resin polyester relatif lebih cepat sehingga cocok digunakan dalam proses produksi massal. Namun demikian, resin polyester memiliki sifat yang lebih getas dibandingkan resin epoxy sehingga lebih mudah mengalami retak ketika menerima beban benturan secara tiba-tiba. Retakan pada matriks dapat menyebabkan kegagalan ikatan antara matriks dan serat sehingga menurunkan kemampuan material dalam menyerap energi impact.

Pengujian impact merupakan salah satu metode pengujian material yang bertujuan mengetahui kemampuan material dalam menyerap energi akibat beban benturan secara tiba-tiba. Pengujian ini penting dilakukan karena pada kondisi sebenarnya banyak komponen teknik menerima beban kejut yang dapat menyebabkan kerusakan mendadak. Uji impact juga digunakan untuk mengetahui tingkat ketangguhan material terhadap pembebanan dinamis. Dalam penelitian ini digunakan metode uji impact Charpy dengan standar ASTM D6110. Metode Charpy dilakukan menggunakan spesimen bertakik (notched specimen) yang dipukul oleh pendulum hingga patah. Energi yang diserap material selama proses patah digunakan sebagai dasar untuk menentukan kekuatan impact material tersebut.

Standar ASTM D6110 merupakan standar pengujian impact Charpy yang digunakan untuk material plastik dan komposit. Penggunaan spesimen bertakik bertujuan untuk memusatkan tegangan pada area tertentu sehingga mempermudah terjadinya patahan saat menerima benturan. Nilai kekuatan impact diperoleh dari perbandingan energi serap terhadap luas penampang spesimen. Semakin besar energi yang mampu diserap sebelum material patah, maka semakin tinggi ketangguhan material tersebut terhadap beban benturan.

Kekuatan impact komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis serat, jenis matriks, fraksi volume serat, orientasi serat, serta kualitas ikatan antara matriks dan serat. Matriks yang memiliki sifat lebih ulet umumnya mampu mendistribusikan tegangan secara merata sehingga meningkatkan kemampuan material dalam menyerap energi benturan. Sebaliknya, matriks yang bersifat getas



lebih mudah mengalami retak sehingga mempercepat kegagalan material. Selain itu, kualitas proses manufaktur juga memengaruhi kekuatan impact komposit. Adanya void, gelembung udara, maupun ketidaksempurnaan pencampuran resin dapat menyebabkan penurunan sifat mekanik material.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa jenis matriks memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan impact komposit. Tauvana dkk. (2020) dalam penelitiannya mengenai komposit serat nanas melaporkan bahwa penggunaan resin epoxy menghasilkan distribusi beban yang baik sehingga nilai impact material meningkat pada fraksi volume serat tertentu. Penelitian lain oleh Wahyudi dan Yuono (2017) menunjukkan bahwa penggunaan resin polyester pada komposit serat bambu mampu meningkatkan kekuatan impact hingga batas tertentu, namun sifat getas resin polyester menyebabkan terjadinya retakan matriks dan pull-out serat saat menerima benturan besar. Selain itu, Rangappa dkk. (2022) menjelaskan bahwa penggunaan carbon fiber sebagai penguat komposit mampu meningkatkan kekuatan mekanik dan ketahanan benturan secara signifikan dibandingkan material penguat lainnya.

Berdasarkan kajian teori dan penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa pemilihan jenis matriks memiliki pengaruh besar terhadap karakteristik mekanik komposit, khususnya kekuatan impact. Oleh karena itu, penelitian mengenai perbandingan variasi matriks resin epoxy dan resin polyester pada komposit carbon fiber terhadap kekuatan uji impact dengan standar ASTM D6110 penting dilakukan untuk mengetahui jenis matriks yang menghasilkan performa terbaik dalam menyerap energi benturan.

Selanjutnya, penentuan nilai Harga Impact (*HI*) dilakukan berdasarkan persamaan berikut:

$$HI = \frac{EI}{A} \dots\dots\dots(5)$$

dengan,

$$EI = m \cdot g \cdot R(\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

*EI* = Energi Impact (J)

*m* = Massa (kg)

*g* = Gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

*R* = Jari – jari (m)

*β* = Sudut Akhir (°)

*α* = Sudut Awal (°)

*A* = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

*HI* = Harga Impact (J/mm<sup>2</sup>)

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tertentu terhadap hasil pengujian yang diperoleh. Penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan

memberikan perlakuan secara sengaja dan terkontrol untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara variabel bebas dan variabel terikat. Melalui metode ini, peneliti dapat mengamati serta mengukur pengaruh perlakuan secara sistematis sehingga diperoleh data yang objektif dan terukur. Pada penelitian ini, metode eksperimen digunakan untuk menganalisis perbandingan variasi matriks resin epoxy dan resin polyester pada komposit carbon fiber terhadap kekuatan uji impact berdasarkan standar ASTM D6110.

Penelitian dilaksanakan dalam rentang waktu Oktober 2025 hingga April 2026. Proses pembuatan spesimen komposit dilakukan di Workshop Garnesa Racing Team dan di Ruang K7 Laboratorium Jurusan D4 Teknik Mesin Fakultas Vokasi Universitas Negeri Surabaya. Selanjutnya, proses pengujian impact dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang untuk memperoleh data hasil pengujian kekuatan impact spesimen komposit.

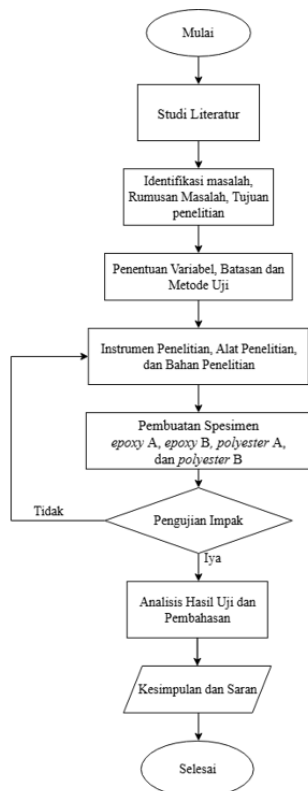
Variabel penelitian merupakan suatu atribut atau karakteristik yang memiliki variasi tertentu dan ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga dapat dianalisis pengaruhnya terhadap hasil penelitian. Dalam penelitian ini terdapat tiga jenis variabel yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas pada penelitian ini adalah perbandingan variasi tipe resin epoxy dan variasi tipe resin polyester yang digunakan sebagai matriks komposit. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekuatan impact yang diperoleh dari hasil pengujian Charpy berdasarkan standar ASTM D6110. Sementara itu, variabel kontrol digunakan untuk menjaga agar faktor-faktor lain di luar penelitian tidak memengaruhi hasil pengujian.

Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penggunaan carbon fiber dengan spesifikasi 2 × 2 twill 3k 240 gsm dengan ketebalan 0,22 mm. Jumlah carbon fiber yang digunakan pada setiap spesimen sebanyak 15 layer. Variasi resin epoxy yang digunakan terdiri dari Epoxy Resin Eposchon 1011 A dengan hardener Eposchon 1011 B serta Epoxy Resin AM-8927 Low Viscosity. Adapun variasi resin polyester yang digunakan terdiri dari Yukalac 157 BQTN-EX Series dan Eterset 2728-PC Unsaturated Polyester Resin. Viskositas masing-masing resin tidak dikontrol secara khusus dalam penelitian ini. Proses pembuatan komposit dilakukan menggunakan metode vacuum infusio selama 6 jam, kemudian dilanjutkan dengan proses curing selama 24 jam hingga material mengeras sempurna.

Setelah proses pembuatan selesai, spesimen dipotong sesuai standar pengujian impact ASTM D6110 dengan dimensi panjang 126 mm, lebar 12,7 mm, dan ketebalan berkisar antara 3–12,7 mm. Pengujian impact dilakukan menggunakan metode Charpy dengan spesimen bertakik untuk mengetahui kemampuan material dalam menyerap energi benturan



secara tiba-tiba. Data hasil pengujian berupa energi serap dan nilai kekuatan impact kemudian dianalisis untuk membandingkan performa komposit carbon fiber yang menggunakan matriks resin epoxy dan resin polyester sehingga dapat diketahui jenis matriks yang memiliki ketangguhan impact terbaik.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Data yang diperoleh dari pengujian impact digunakan untuk mencari nilai Harga Impact ( $HI$ ) dan nilai Energi Impact ( $EI$ ) dengan menggunakan rumus persamaan:

- a. Data yang digunakan:
  - 1) Massa Pendulum =  $m$
  - 2) Gravitasi =  $g$
  - 3) Panjang Lengan Pendulum =  $R$
  - 4) Sudut awal  $\alpha = \cos \alpha$
  - 5) Sudut Akhir  $\beta = \cos \beta$
- b.  $HI = \frac{EI}{A}$  .....(5)
- c.  $EI = mgR (\cos \beta - \cos \alpha)$ .....(6)

Data eksperimen yang diperoleh akan dianalisis dengan menghitung rata-rata untuk setiap variasi resin, kemudian hasil perhitungan tersebut dibandingkan antar spesimen.

Menyimpulkan hasil eksperimen berdasarkan data yang diperoleh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pengujian impact, terlebih dahulu dilakukan tahap perancangan spesimen komposit carbon fiber sesuai standar ASTM D6110. Tahap ini meliputi penentuan dimensi spesimen, perhitungan volume cetakan, serta kebutuhan material penyusun komposit berupa carbon fiber, resin, hardener, dan katalis. Dimensi spesimen dibuat seragam dengan ukuran panjang 126 mm, lebar 12,7 mm, dan ketebalan berkisar antara 3–12,7 mm agar hasil pengujian dapat dibandingkan secara objektif. Selain itu, dilakukan pula perhitungan fraksi volume serat dan matriks untuk memastikan komposisi material yang digunakan pada setiap variasi resin memiliki keseragaman sehingga tidak memengaruhi hasil pengujian impact.

Proses pembuatan spesimen dilakukan menggunakan metode vacuum infusion dengan tujuan menghasilkan distribusi resin yang lebih merata pada seluruh lapisan carbon fiber. Metode ini dipilih karena mampu mengurangi terbentuknya void atau gelembung udara yang dapat menurunkan kualitas mekanik komposit. Setelah proses infusi selesai, spesimen kemudian menjalani proses curing selama 24 jam hingga resin mengeras secara sempurna. Spesimen yang telah mengeras kemudian dipotong sesuai ukuran standar ASTM D6110 dan diberikan takikan (notch) sebelum dilakukan pengujian impact Charpy.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jenis matriks resin memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impact komposit carbon fiber. Variasi resin epoxy menghasilkan nilai energi impact dan harga impact yang lebih tinggi dibandingkan variasi resin polyester. Hal ini menunjukkan bahwa resin epoxy memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menyerap energi benturan dibandingkan resin polyester. Nilai energi impact yang tinggi menunjukkan bahwa material memiliki tingkat ketangguhan yang lebih baik terhadap pembebanan kejut.

Tabel 1. hasil pengujian impact pada variasi resin epoxy.

| Variasi Resin Epoxy | Spesimen | Sudut Akhir (°) | Energi Impact (J) | Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> ) |
|---------------------|----------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|
| Eposho n 1011 A     | 1        | 104,3           | 12,77             | 0,2477                            |
| Eposho n 1011 A     | 2        | 102,9           | 13,98             | 0,2711                            |
| Eposho n 1011 A     | 3        | 103,1           | 13,83             | 0,2682                            |
| AM-8927             | 1        | 101,8           | 14,94             | 0,2993                            |



|  |   |       |       |        |
|--|---|-------|-------|--------|
| <b>Low Viscosity AM-8927 Low Viscosity</b> | 2 | 101,4 | 15,29 | 0,3063 |
| <b>AM-8927 Low Viscosity</b>               | 3 | 102,1 | 14,69 | 0,2943 |

Berdasarkan Tabel 1, variasi resin epoxy tipe AM-8927 Low Viscosity menghasilkan nilai energi impact tertinggi dibandingkan variasi resin epoxy lainnya. Nilai energi impact tertinggi diperoleh pada spesimen 2 sebesar 15,29 J dengan harga impact sebesar 0,3063 J/mm<sup>2</sup>. Tingginya nilai impact tersebut menunjukkan bahwa resin epoxy tipe AM-8927 Low Viscosity memiliki kemampuan adhesi dan distribusi beban yang lebih baik terhadap carbon fiber. Selain itu, karakteristik resin yang lebih ulet memungkinkan material menyerap energi benturan lebih besar sebelum mengalami patah.

Sementara itu, variasi Epoxy Resin Eposchon 1011 A juga menunjukkan performa yang cukup baik dengan nilai energi impact berkisar antara 12,77–13,98 J. Walaupun nilainya lebih rendah dibandingkan resin AM-8927 Low Viscosity, resin ini tetap menghasilkan kekuatan impact yang tinggi dibandingkan variasi resin polyester. Hal ini menunjukkan bahwa resin epoxy secara umum memiliki kemampuan mekanik yang lebih baik dalam mempertahankan integritas struktur komposit ketika menerima beban benturan mendadak.

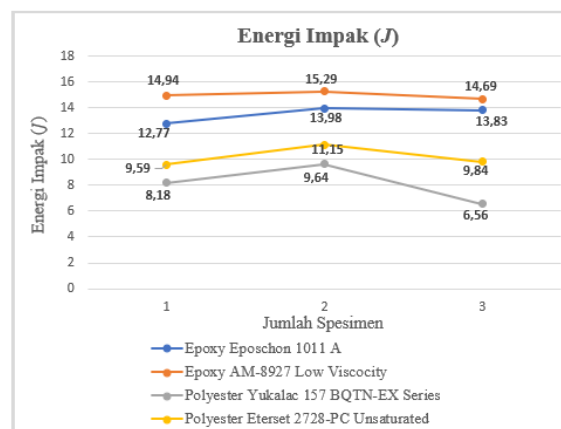
**Tabel 2.** hasil pengujian impact pada variasi resin polyester.

| Variasi Resin Polyester | Spesimen | Sudut Akhir (°) | Energi Impact (J) | Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|
| Yukalac 157 BQTN-EX     | 1        | 109,8           | 8,18              | 0,1574                            |
| Yukalac 157 BQTN-EX     | 2        | 108,0           | 9,64              | 0,1855                            |
| Yukalac 157 BQTN-EX     | 3        | 111,7           | 6,56              | 0,1262                            |
| Eterset 2728-PC         | 1        | 108,1           | 9,59              | 0,1869                            |
| Eterset 2728-PC         | 2        | 106,2           | 11,15             | 0,2173                            |

|                        |   |       |      |        |
|------------------------|---|-------|------|--------|
| <b>Eterset 2728-PC</b> | 3 | 107,8 | 9,84 | 0,1918 |
|------------------------|---|-------|------|--------|

Berdasarkan Tabel 2, variasi resin polyester menghasilkan nilai energi impact yang lebih rendah dibandingkan resin epoxy. Nilai energi impact tertinggi pada kelompok polyester diperoleh pada variasi Eterset 2728-PC spesimen 2 sebesar 11,15 J dengan harga impact sebesar 0,2173 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai terendah diperoleh pada variasi Yukalac 157 BQTN-EX spesimen 3 sebesar 6,56 J dengan harga impact sebesar 0,1262 J/mm<sup>2</sup>. Rendahnya nilai impact pada resin polyester dipengaruhi oleh sifat material yang cenderung lebih getas sehingga lebih mudah mengalami retak ketika menerima beban benturan.

Perbedaan hasil pengujian antara resin epoxy dan resin polyester menunjukkan bahwa jenis matriks sangat memengaruhi karakteristik mekanik komposit carbon fiber. Resin epoxy memiliki kemampuan adhesi yang lebih baik terhadap carbon fiber sehingga transfer tegangan antar material berlangsung lebih merata. Selain itu, sifat resin epoxy yang lebih ulet mampu menghambat propagasi retak pada matriks ketika menerima benturan. Sebaliknya, resin polyester cenderung mengalami retakan matriks dan pull-out serat yang menyebabkan kegagalan material terjadi lebih cepat.

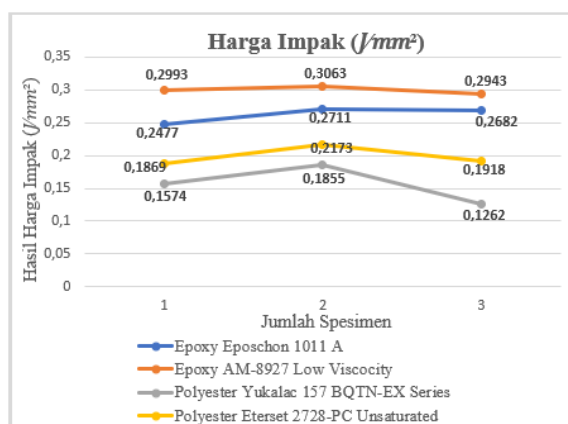


**Gambar 2.** Grafik Energi Impact

Dalam perhitungan energi impact, nilai energi diperoleh berdasarkan perubahan sudut ayunan pendulum sebelum dan sesudah menumbuk spesimen. Besarnya energi impact dipengaruhi oleh massa pendulum, percepatan gravitasi, panjang lengan pendulum, serta selisih nilai cosinus sudut awal dan sudut akhir pendulum. Semakin kecil sudut akhir pendulum setelah menumbuk spesimen, maka semakin besar energi yang diserap oleh material. Hal tersebut terlihat pada variasi resin epoxy AM-8927 Low Viscosity yang memiliki sudut akhir lebih kecil dibandingkan variasi lainnya sehingga menghasilkan nilai energi impact tertinggi.



Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit carbon fiber dengan matriks resin epoxy memiliki performa kekuatan impak yang lebih baik dibandingkan komposit dengan matriks resin polyester. Variasi resin epoxy tipe AM-8927 Low Viscosity menjadi variasi terbaik karena menghasilkan nilai energi impak dan harga impak tertinggi. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pemilihan jenis matriks sangat berpengaruh terhadap ketangguhan komposit dalam menyerap energi benturan. Oleh karena itu, resin epoxy lebih direkomendasikan untuk aplikasi komponen otomotif seperti spakbor motor yang membutuhkan material ringan, kuat, dan tahan terhadap beban impak.



Gambar 3. Grafik Harga Impak

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, proses pembuatan spesimen komposit carbon fiber berhasil dilakukan menggunakan metode vacuum infusion dengan tahapan yang meliputi persiapan alat dan bahan, pemotongan carbon fiber, pelapisan wax, penyusunan 15 layer carbon fiber, penyemprotan adhesive spray, pemasangan perlengkapan vacuum infusion, pencampuran resin dan hardener, proses infusi, curing selama  $\pm 24$  jam, hingga pemotongan spesimen sesuai standar ASTM D6110. Spesimen dibuat dengan dimensi panjang 126 mm dan lebar 12,7 mm serta diberikan takikan (V-notch) sebesar  $45^\circ$  dengan kedalaman 0,5 mm. Berdasarkan hasil perhitungan fraksi volume, diperoleh volume total spesimen sebesar  $6400 \text{ mm}^3$ , volume carbon fiber sebesar  $5280,6 \text{ mm}^3$ , dan volume matriks sebesar  $1119,4 \text{ mm}^3$  sehingga komposisi material pada setiap spesimen dapat dibuat seragam.

Hasil pengujian impak menunjukkan bahwa variasi jenis resin sebagai matriks komposit memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai Energi Impak (EI) dan Harga Impak (HI) pada komposit carbon fiber. Variasi resin epoxy menghasilkan nilai kekuatan impak yang lebih tinggi dibandingkan variasi resin polyester. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik resin epoxy yang memiliki adhesi lebih baik dan sifat yang lebih ulet

mampu meningkatkan kemampuan material dalam menyerap energi benturan dibandingkan resin polyester yang cenderung lebih getas.

Variasi Epoxy Resin AM-8927 Low Viscosity menghasilkan performa terbaik dengan nilai rata-rata Harga Impak sebesar  $0,3000 \text{ J/mm}^2$ . Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan material spakbor konvensional berbahan PP/ABS yang memiliki nilai Harga Impak sekitar  $0,0605 \text{ J/mm}^2$ . Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan komposit carbon fiber dengan matriks resin epoxy mampu meningkatkan ketangguhan material secara signifikan sehingga lebih tahan terhadap beban benturan mendadak.

Sementara itu, variasi resin polyester menghasilkan nilai impak yang lebih rendah dibandingkan resin epoxy. Rendahnya nilai impak pada resin polyester dipengaruhi oleh sifat material yang lebih getas sehingga lebih mudah mengalami retak matriks dan kegagalan struktur saat menerima benturan. Meskipun demikian, resin polyester tetap memiliki keunggulan dari segi biaya yang lebih ekonomis dan proses pengerjaan yang lebih sederhana sehingga masih dapat digunakan untuk aplikasi tertentu yang tidak membutuhkan ketahanan impak tinggi.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa pemilihan jenis matriks sangat memengaruhi sifat mekanik komposit carbon fiber, khususnya terhadap kekuatan impak. Resin epoxy, terutama tipe AM-8927 Low Viscosity, menjadi jenis matriks yang paling baik digunakan pada aplikasi komponen otomotif seperti spakbor motor karena mampu menghasilkan material yang ringan, kuat, dan memiliki ketahanan impak yang lebih tinggi dibandingkan resin polyester maupun material plastik konvensional.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri, N. Z., & Tjahjanti, P. H. (2022). Studi Perbaikan Cara Penambalan (Patching) Pada Bahan Komposit Berbasis Polimer. *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, 12(1), 117–123. <https://doi.org/10.36499/Psnst.V12i1.7224>
- Arib, M. F., Rahayu, M. S., Sidorj, R. A., & Afgani, M. W. (2024). *Experimental Research Dalam Penelitian Pendidikan*. 4, 5497–5511.
- Arisudana, I. P. W. S. P. (2020). Bab Ii Analisa Uji Tarik Dan Impak Penguat Karbon, Campuran Epoxy-Karet Silikon 30%,40%,50%, Rami, Dan Kapas Matrik Epoxy [Institut Teknologi Nasional Malang]. In Itenas Malang. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/4687>
- ASTM International. (N.D.). Standard Test Method For Determining The Charpy Impact Resistance Of Notched Specimens Of Plastics Astm D6110 – 10. *Astm International*, 1–6. <https://doi.org/10.1520/D6110-10.1>



- Dedhe, J. P. S. (2021). Pengaruh Serat Karbon Terhadap Sifat Mekanik Dan Topografi Pada Komposit Bermatriks Polyester Bqtn 157 Effect Of Carbon Fiber On Mechanical And Topographic Properties Of Bqtn 157 Polyester Matrix Composites Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyel.
- Fabio, L., Nascimento, C., Monteiro, S. N., Henrique, L., Louro, L., Santos, F., Lopes, J., & Braga, F. D. O. (2018). Charpy Impact Test Of Epoxy Composites Reinforced With Untreated And Mercerized Mallow Fibers Charpy Impact Test Of Epoxy Composites Reinforced With Untreated And Mercerized Mallow Fibers & August.  
<https://doi.org/10.1016/J.Jmrt.2018.03.008>
- Fazeli, M., Islam, S., Baniyadi, H., Abidnejad, R., Schlapp-Hackl, I., Hummel, M., & Lipponen, J. (2024). Exploring The Potential Of Regenerated Ioncell Fiber Composites: A Sustainable Alternative For High-Strength Applications. May. <https://doi.org/10.1039/D3gc03637e>
- Ghazali, M. (2022). Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Serat Kayu Mahoni Tanpa Pengaruh Alkali [Universitas Islam Sumatera Utara]. In Institutional Repository Universitas Islam Sumatera Utara.  
<https://repository.uisu.ac.id/handle/123456789/1300?mode=full>
- Gleudson, A., Santos, A., Barbosa, C., Perissé, F., & Lopes, D. (2025). Investigation Of The Flexural And Charpy Impact Properties Of Polymer Composites Reinforced With Tururi ( Manicaria Saccifera ) Fibrous Fabric.
- Handoyo, Y. (2023). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. Jurnal Imiah Teknik Mesin, 1(2), 45–53.
- Harahap, R. G., Rianto, A., Apriani, W., & Sundari, E. M. (2024). Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Bermatriks Resin Dengan Teknik Vacuum Resin Infusion. Mekanisasi: Jurnal Teknik Mesin Pertanian, 1(2), 41–48.  
<https://doi.org/10.47767/Mekanisasi.V1i2.705>
- Janna, N. M. (2020). Variabel Dan Skala Pengukuran Statistik. 1–8.
- Kartika, I. R., Kurniadewi, F., Nurjayadi, M., & Rahmawati, Y. (2014). Pelatihan Pembuatan Case Gadget Chemistry Style Keterampilan Mahasiswa Jurusan Kimia Fmipa Unj. Jurnal Sarwahita, 12(2), 77–81.
- Lesmana, D., Darni, Y., Lismeri, L., & Marpaung, W. C. (2025). Pengaruh Fraksi Massa Serat Dan Variasi Konsentrasi Naoh Pada Komposit Serat Dan Resin Epoxy Sebagai Material Spakbor Motor. Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri, 6(1).  
<https://jtii.eng.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/107>
- Manurung, T. (2022). Analisis Perbandingan Kekuatan Bahan Komposit Dengan Variasi Susunan Acak Dan Lurus Memanjang Berbasis Serat Bambu Dan Resin Polyester. Jurnal Kolaborasi Sains Dan Ilmu Terapan, 1(1), 19–23.  
<https://doi.org/10.69688/Juksit.V1i1.5>
- Maulana, F., Fernandez, D., Maksum, H., & Setiawan, M. Y. (2024). Perbandingan Kekuatan Bending Material Komposit Penguat Carbon Fiber Dengan Hasil Metode Pembuatan Vacuum Infusion Dan Manual Hand Lay-Up. Msi Transaction On Education, 5(4), 227–236.  
<https://doi.org/10.46574/Mted.V5i4.167>
- Melyna, E., & Jingga Sopian, A. (2024). Sintesis Biokomposit Resin Epoksi/Serat Ijuk/Serat Kelapa Dengan Alkalisasi Koh. Jurnal Teknologi, 11(2), 167–174.  
<https://doi.org/10.31479/Jtek.V11i2.239>
- Nugroho, G., & Wantogia, M. S. R. R. (2019). Proses Fabrikasi Dan Sifat Mekanik Komposit Polimer Dengan Metode Bladder Compression Moulding. Journal Of Mechanical Design And Testing, 1(2), 95.  
<https://doi.org/10.22146/Jmdt.53047>
- Nuhgraha, Y., Rosa, M. K. A., & Agustian, I. (2020). Perancangan Alat Uji Impak Digital Dengan Metode Charpy Untuk Mengukur Kekuatan Material Polimer. Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer, 10(2), 15–19.  
<https://doi.org/10.33369/Jamplifier.V10i2.15316>
- Putra, C. M. K., & Rasyid, A. H. A. (2024). Penggunaan Core Lantorsoric Pada Komposit Tulangan Bodi Mobil Prototype Garnesa Charindra Manggala Karvin Putra Akhmad Hafizh Ainur Rasyid Abstrak. Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, 14, 115–120.  
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/71145>
- Rangappa, S. M., Puttegowda, M., Parameswaranpillai, J., Siengchin, S., & Gorbatyuk, S. (2022). Advances In Bio-Based Fiber Moving Towards A Green Society. In S. M. Rangappa, M. Puttegowda, J. Parameswaranpillai, S. Siengchin, & S. Gorbatyuk (Ed.), Woodhead Publishing (Elsevier) (1st Ed.). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/C2020-0-01155-2>
- Regy A Putra Ginting, & Maulida. (2019). Pengaruh Komposisi Pengisi Serta Tekanan Hot Press Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Berpengisi Nano Partikel Zinc Oxide (Zno). In Jurnal Teknik Kimia Usu (Vol. 8, Nomor 1, Hal. 32–36).  
<https://doi.org/10.32734/Jtk.V8i1.1603>
- Samudra, E., Setiawan, F., & Wicaksono, D. (2023). Pengujian Keausan Material Komposit Serat Karbon Pada Fuselage Uav Skywalker 1900.



- Teknika Sttkd: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine, 9(2), 223–230.  
<https://doi.org/10.56521/Teknika.V9i2.948>
- Saputra, R. R. (2017). Bab Ii Pengaruh Fraksi Volume Komposit Pelepah Pisang Dan Serat Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Impact Dengan Matrik Polyester [Politeknik Negeri Sriwijaya].  
<http://eprints.polsri.ac.id/8299/>
- Setiyawan, D., Respati, S. M. B., & Dzulfikar, M. (2020). Analisa Kekuatan Komposit Sandwich Karbon Fiber Dengan Core Styrofoam Sebagai Material Pada Model Pesawat Tanpa Awak (Uji Tarik & Uji Bending). E-Publikasi Ilmiah Unwahas (Universitas Negeri Wahid Hasyim), 16(1), 1–5.
- Suhdi, Mahardhika, S., & Rosa, F. (2016). Analisa Kekuatan Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa (Cocos Nucifera) Untuk Pembuatan Panel Panjat Tebing Sesuai Standar Bsapi. In *Jurnal Teknik Mesin* (Vol. 2, Nomor 1, Hal. 29–36).  
<https://www.researchgate.net/publication/318316350>
- Tanriverdiyev Yusif Alovzat. (2024). Classification And Properties Of Composites Based On Matrix Material. *World Journal Of Advanced Research And Reviews*, 24(2), 2278–2282.  
<https://doi.org/10.30574/Wjarr.2024.24.2.3608>
- Tauvana, A. I., Syafrizal, & Subekti, M. I. (2020). Pengaruh Matrik Resin-Epoxy Terhadap Kekuatan Impak Dan Sifat Fisis Komposit Serat Nanas. *Jurnal Polimesin*, 18(2), 99–104.
- Tjahjanti, P. H. (2018). *Buku Ajar Teori Dan Aplikasi Material Komposit Dan Polimer* (S. B. Sartika & M. T. Multazam (Ed.); 2021-08–28 Ed.). Umsida Press.  
<https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/view/978-602-5914-27-0>
- Wahyudi, F. A., & Yuono, L. D. (2017). Pengaruh Komposisi Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2), 72–78.  
<https://doi.org/10.24127/Trb.V4i2.73>
- Wibowo, A. S., Wulansari, A., & Is, R. (2023). Pengaruh Variasi Arah Serat Dan Jumlah Layer Terhadap Uji Tarik Dan Impact Komposit Serat Karbon Fiber. 7(1), 1–6.
- Widodo, E., & Iswanto, I. (2022). *Buku Ajar Mekanika Komposit Dan Bio-Komposit* (M. T. Multazam & M. D. K. Wardana (Ed.); Cetakan Pe). Umsida Press.  
<https://doi.org/10.21070/2022/978-623-464-042-7>