

PENGARUH WAKTU PENGOVENAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPACT KOMPOSIT HYBRID SERAT DAUN MANGKA DAN SERAT SABUT KELAPA BERBASIS RESIN POLYESTER

Alumini¹, Muhamad Iqbal Achmad^{2*}, Asman Muriman³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Dayanu Ikhsanuddin

¹alumini25@gmail.com, ²iqbal.iptek@gmail.com, ³asmanmuriman11@gmail.com

*Penulis Korespondensi

diajukan: 17 Juli 2025,

diterima: 13 Agustus 2025.

Abstract

This study investigates the effect of oven-drying time on the mechanical properties of hybrid composites reinforced with mango leaf fibers and coconut coir fibers using polyester resin as the matrix. An experimental approach was applied with oven-drying treatments of 45, 90, and 135 minutes at 100 °C, compared with untreated samples. The results showed that the 135-minute treatment produced the highest absorbed energy (4.6518 J), impact strength (0.0338 J/mm²), tensile strength (14.6003 N/mm²), and elastic modulus (730.1812 N/mm²), while the untreated samples exhibited the lowest values. Fractographic analysis revealed that both fiber types demonstrated strong and ductile characteristics with good interfacial bonding, whereas voids were mainly caused by air entrapment during molding. These findings indicate that oven-drying fibers for 135 minutes at 100 °C is the optimal treatment to enhance the mechanical properties of the studied hybrid composites.

Keywords: *mechanical properties, hybrid composite, mango leaf fiber, coconut coir fiber, oven-drying time*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh waktu pengovenan terhadap sifat mekanik komposit hibrid berbasis serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan matriks resin poliester. Metode eksperimen dilakukan dengan variasi waktu pengovenan serat selama 45, 90, dan 135 menit pada suhu 100 °C, serta dibandingkan dengan sampel tanpa perlakuan. Hasil menunjukkan bahwa pengovenan 135 menit menghasilkan nilai tertinggi untuk energi serap (4,6518 J), kekuatan impak (0,0338 J/mm²), tegangan tarik (14,6003 N/mm²), dan modulus elastisitas (730,1812 N/mm²), sedangkan sampel tanpa oven mencatat nilai terendah. Pengamatan morfologi patahan memperlihatkan serat yang kuat dan ulet dengan ikatan antarmuka yang baik antara serat dan matriks, sementara void sebagian besar disebabkan oleh gelembung udara selama pencetakan. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengovenan serat selama 135 menit pada 100 °C merupakan perlakuan optimal untuk meningkatkan sifat mekanik komposit hibrid yang diteliti.

Kata kunci: *sifat mekanik, komposit hibrid, serat daun mangka, serat sabut kelapa, waktu pengovenan*

1. PENDAHULUAN

Material komposit merupakan material rekayasa hasil kombinasi dua atau lebih material berbeda yang disusun sedemikian rupa untuk menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan material penyusunnya secara individual. Komposit umumnya terdiri dari matriks sebagai bahan pengikat dan serat penguat (reinforcement) yang berfungsi memperkuat struktur. Salah satu matriks yang paling banyak digunakan adalah resin polyester, karena bersifat ringan, mudah diproses, murah, dan memiliki ketahanan terhadap lingkungan korosif. Resin ini banyak digunakan dalam industri otomotif, perkapalan, serta konstruksi.

Dalam pengembangan material komposit yang ramah lingkungan, penggunaan serat alam sebagai bahan penguat semakin diminati karena bersifat biodegradable, terbarukan, dan tersedia melimpah. Serat daun mangka atau daun agel, yang berasal dari pohon gebang (*Corypha gebanga*), memiliki karakteristik kuat dan tahan air, serta telah lama digunakan dalam industri kerajinan dan kelautan. Di sisi lain, serat sabut kelapa memiliki ketangguhan dan elastisitas yang baik, namun

penggunaannya masih terbatas pada produk-produk kerajinan dan mebel. Kombinasi kedua jenis serat ini dalam bentuk komposit hybrid berpotensi menciptakan material baru dengan sifat tarik dan impak yang seimbang serta unggul.

Menurut teori *komposit hybrid*, komposit yang menggabungkan dua atau lebih jenis serat berbeda sebagai bahan penguat dapat memberikan keunggulan mekanik yang tidak dapat dicapai oleh serat tunggal. Hal ini disebabkan oleh sifat sinergis yang dihasilkan dari kombinasi karakteristik masing-masing serat. Yudhanto & Sudarisman (2016) menyatakan bahwa komposit hybrid memungkinkan pengoptimalan sifat tarik, impak, kekakuan, dan ketahanan retak dengan mengatur orientasi dan distribusi jenis serat yang berbeda. Dalam konteks ini, serat agel yang relatif kaku dan kuat dapat dikombinasikan dengan sabut kelapa yang tangguh dan ulet untuk menghasilkan komposit dengan performa mekanik yang lebih stabil dalam berbagai aplikasi.

Salah satu faktor penting yang memengaruhi kualitas komposit berbasis serat alam adalah kadar air dalam serat sebelum proses fabrikasi. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air tersebut agar ikatan antar muka antara serat dan matriks dapat terbentuk dengan optimal. Berdasarkan teori *interfacial bonding*, kelembaban yang tersisa dalam serat dapat mengganggu adhesi antara serat dan resin polyester, sehingga menurunkan kekuatan tarik dan impak komposit (Callister, 2007). Namun demikian, jika suhu pengeringan terlalu tinggi, struktur mikroskopik serat seperti selulosa dan lignin dapat mengalami degradasi termal (*thermal degradation*), yang justru menurunkan performa mekaniknya (Reddy & Yang, 2005). Oleh karena itu, pengaturan suhu pengeringan menjadi faktor krusial dalam proses pembuatan komposit.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu pengeringan terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak dari komposit hybrid yang menggunakan kombinasi serat daun agel dan serat sabut kelapa dengan matriks resin polyester. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material komposit berbasis serat alam yang lebih efisien, kuat, dan ramah lingkungan, serta dapat diaplikasikan pada berbagai sektor teknik dan industri.

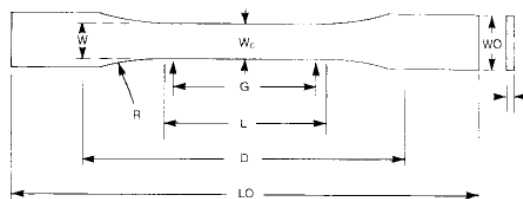
2. METODE DAN BAHAN

2.1 Lokasi dan Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin Makassar untuk pengujian Tarik dan pengujian Impak dan Foto Patahan dilakukan di laboratorium Teknik Mesin FT - UNIDAYAN Baubau.

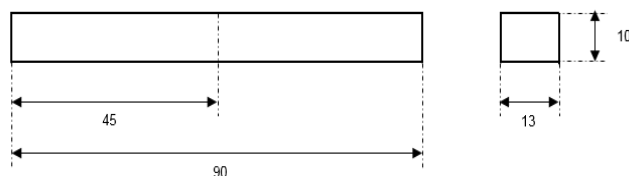
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Komposit Hybrid Serat Daun Agel dan Serat Sabut Kelapa Berbasis Resin Polyeste dengan dimensi spesimen uji sebagai berikut :

Dimensi specimen uji tarik (ASTM D 6110)



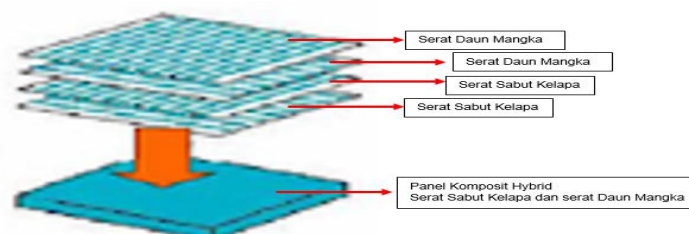
Gambar 1 Ukuran Specimen Uji tarik Standar ASTM D 6110

Dimensi specimen uji impact (ASTM D256, 2023)

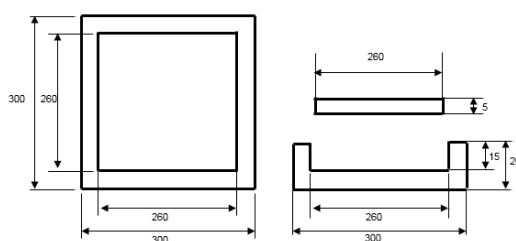


Gambar 2 Ukuran Specimen Uji Impact Standar (ASTM D256, 2023)

Pembuatan spesimen untuk material uji dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Dayanu Ikhsanuddin BauBau.



Gambar 3 Kepingan komposit hasil cetakan



Gambar 4 Cetakan Komposit

2.2 Metode Pengambilan Data

2.2.1 Pengujian Impact

Pengujian impact atau uji tumbukan merupakan metode penting untuk mengukur ketangguhan (toughness) suatu material, yaitu kemampuannya dalam menyerap energi sebelum mengalami kegagalan akibat benturan mendadak. Pada material komposit, khususnya komposit hybrid yang terdiri dari dua atau lebih jenis serat, uji impact sangat relevan untuk mengevaluasi performa material terhadap beban dinamis. Komposit hybrid bertujuan menggabungkan keunggulan berbagai jenis serat, seperti kekuatan, kekakuan, dan fleksibilitas, yang jika dikombinasikan dengan baik dapat meningkatkan ketahanan terhadap tumbukan. Misalnya, pada kombinasi serat daun agel dan serat sabut kelapa dalam matriks resin polyester, masing-masing serat dapat memberikan kontribusi berbeda terhadap daya serap energi saat terjadi benturan.

Dalam pengujian impact, prinsip dasarnya adalah mengukur energi yang diserap oleh spesimen saat patah akibat pukulan dari bandul. Energi serapan ini dihitung berdasarkan perbedaan energi potensial bandul sebelum dan sesudah tumbukan, yaitu:

$$\begin{aligned}
 E_{\text{serap}} &= \text{Energi awal} - \text{Energi yang tersisa} \\
 &= mgh - mgh \\
 &= mg(R - R \cos \alpha) - mg(R - R \cos \beta) \\
 E_{\text{srp}} &= mgR (\cos \beta - \cos \alpha) \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

dimana :

E_{srp} = Energi serap (J)
 m = Berat Pendulum (Kg)
 g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)
 R = Panjang Lengan (m)
 α = Sudut Pendulum sebelum diayunkan
 β = Sudut Ayunan Pendulum setelah mematahkan Spesimen

Harga impact dapat dihitung dengan :

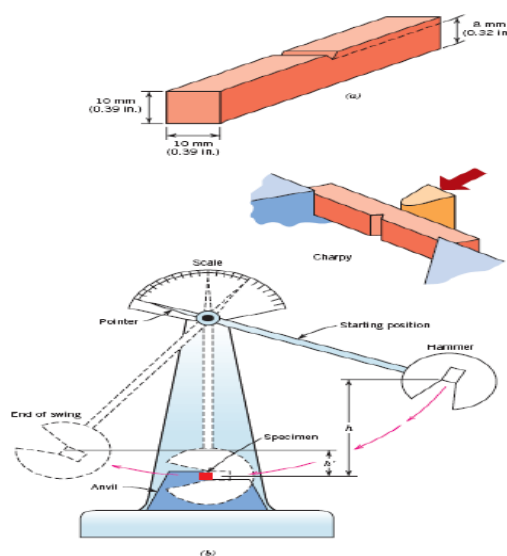
$$HI = \frac{E_{srp}}{A_o} \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

HI = Harga Impact (J/mm^2)

E_{srp} = Energi Serap (J)

A_o = Luas Penampang (mm^2)



Gambar 5. Alat pengujian impact
 (a) Spesimen yang digunakan untuk pengujian impact.
 (b) Skematik peralatan uji impact. (Callister, 2007).

Setelah energi serapan diperoleh, nilai tersebut dibagi dengan luas penampang spesimen patah untuk memperoleh nilai ketangguhan spesifik.

Pada komposit hybrid, nilai energi serapan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti jenis serat, arah orientasi serat, kekuatan ikatan antar serat dan matriks, serta efek dari perlakuan awal seperti suhu pengeringan. Mekanisme kerusakan yang terjadi selama uji impact meliputi delaminasi antar lapisan, fraktur serat, debonding pada interface, dan pull-out serat dari matriks. Mekanisme ini memungkinkan terjadinya penyerapan energi dalam jumlah besar, sehingga nilai ketangguhan meningkat. Oleh karena itu, pengujian impact tidak hanya memberikan informasi mengenai kekuatan material, tetapi juga menjadi indikator keberhasilan pengolahan dan desain struktur mikro dalam komposit hybrid.

2.2.2 Pengujian Tarik

Pengujian tarik (tensile test) merupakan salah satu metode paling umum dalam pengujian mekanik untuk menentukan karakteristik kekuatan dan elastisitas suatu material, termasuk logam, polimer, dan komposit. Uji tarik bertujuan untuk mengetahui bagaimana suatu material merespons gaya tarik yang bekerja sepanjang sumbu longitudinal. Hasil dari pengujian ini dapat digunakan

untuk menentukan sifat-sifat mekanik utama seperti kekuatan tarik maksimum (tensile strength), regangan (strain), dan modulus elastisitas (Young's modulus). Pada material komposit, uji tarik sangat penting untuk menilai kontribusi serat dan matriks dalam menahan beban aksial, serta untuk memahami perilaku material terhadap deformasi linier.

Dalam pengujian tarik, spesimen dijepit pada kedua ujungnya dan dikenai gaya tarik secara bertahap hingga spesimen mengalami patah. Selama proses ini, alat uji mencatat gaya dan perubahan panjang. Dari data tersebut, dua parameter utama yang dihitung adalah tegangan (stress) dan regangan (strain). Tegangan tarik didefinisikan sebagai gaya tarik dibagi luas penampang awal spesimen:

Hubungan antara tegangan dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut (Surdia, 1995)

$$P = \sigma \cdot A \text{ atau } \sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

P = Beban (N)

A = Luas Penampang (mm^2)

σ = Tegangan (MPa)

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (*gauge length*). Nilai regangan ini adalah regangan proporsional yang didapat dari garis. Proporsional pada grafik tegangan- regangan hasil uji tarik komposit. (Surdia, 1995)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

ε = Regangan (mm/mm)

ΔL = Pertambahan Panjang (mm)

l_0 = Panjang Daerah Ukur (*gagelength*), mm

Pada daerah proporsional yaitu daerah dimana tegangan regangan yang terjadi masih sebanding, defleksi yang terjadi masih bersifat elastis dan masih berlaku hukum Hooke.

Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan (Surdia, 1995)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

E = Modulus Elastisitas Tarik (MPa)

σ = Kekuatan Tarik (MPa)

ε = Regangan (mm/mm)

Nilai-nilai ini penting untuk merancang material komposit, karena mereka mencerminkan kekuatan ikatan antara serat dan matriks, efisiensi transfer beban, serta kemampuan deformasi material sebelum patah. Dalam komposit hybrid, sifat tarik sangat dipengaruhi oleh orientasi serat, distribusi serat, dan kualitas interface antara serat dan matriks. Oleh karena itu, uji tarik bukan hanya mengukur kekuatan, tetapi juga membantu mengevaluasi performa struktural dan daya tahan komposit dalam aplikasi teknik.

2.2.3 Foto Patahan

Foto patahan (fractography) adalah teknik analisis visual yang digunakan untuk mempelajari permukaan patahan suatu material setelah mengalami kegagalan, seperti akibat

pengujian mekanik (tarik, impact, lentur). Pada material komposit hybrid, analisis foto patahan menjadi sangat penting untuk mengidentifikasi mekanisme kerusakan yang terjadi, seperti delaminasi antar lapisan, pull-out serat, retak pada matriks, dan kegagalan interface serat-matriks. Foto patahan umumnya diperoleh menggunakan mikroskop optik untuk melihat detail mikroskopis permukaan patah yang tidak tampak dengan mata telanjang.

Dalam komposit hybrid yang menggabungkan dua jenis serat, misalnya serat daun agel dan serat sabut kelapa morfologi patahan dapat menunjukkan bagaimana masing-masing serat berperan dalam menahan beban dan menyerap energi. Misalnya, keberadaan serat yang tertarik keluar (pull-out) menunjukkan bahwa terjadi pemisahan antara serat dan matriks, yang merupakan salah satu mekanisme penyerapan energi saat tumbukan atau gaya tarik. Selain itu, jejak delaminasi antara lapisan menunjukkan terlepasnya antar-lapisan akibat gaya geser internal. Ciri-ciri lain seperti retakan bercabang pada matriks dan permukaan patah kasar atau halus juga memberikan informasi apakah patahan bersifat getas (brittle) atau ulet (ductile).

Melalui interpretasi foto patahan, peneliti dapat mengevaluasi kualitas manufaktur komposit, efisiensi ikatan serat-matriks, dan efektivitas kombinasi serat hybrid. Hasil analisis ini sangat berguna untuk menghubungkan sifat mekanik (seperti hasil uji tarik atau impact) dengan mekanisme kegagalan mikroskopik. Dengan demikian, foto patahan bukan hanya dokumentasi visual, tetapi juga menjadi alat diagnostik penting untuk meningkatkan desain struktur komposit hybrid agar lebih tahan terhadap kerusakan dan beban ekstrem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Impact

Dari hasil pengujian impact melalui mesin uji impact terhadap material komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan pengaruh waktu pengovenan dapat dilihat perhitungan dengan menggunakan persamaan yang mengacu pada standar ASTM D-6110, sebagai sampling perhitungan komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan waktu pengovenan 45 menit. yaitu sebagai berikut :

Perhitungan Kekuatan Impak

$$E_{srp} = mgR (\cos \beta - \cos \alpha)$$

diketahui :

$$\text{Berat Pendulum (m)} = 7 \text{ Kg}$$

$$\text{Percepatan Gravitasi (g)} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Panjang Lengan (R)} = 0,76 \text{ m}$$

$$\text{Sudut Pendulum sebelum diayunkan } (\alpha) = 135^\circ$$

$$\text{Sudut Ayunan Pendulum setelah mematahkan Spesimen } (\beta) = 130^\circ$$

Jadi ,

$$\text{Energi serap (E}_{srp}\text{)} = mgR (\cos \beta - \cos \alpha) \dots (J)$$

$$\text{Energi serap (E}_{srp}\text{)} = 7 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,76 \text{ m} ((-0.7071) - (-0.6428))$$

$$\text{Energi serap (E}_{srp}\text{)} = 52,1892 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} ((-0.7071) - (-0.6428))$$

$$\text{Energi serap (E}_{srp}\text{)} = 3,3558 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\text{Energi serap (E}_{srp}\text{)} = 3,3558 \text{ J}$$

Harga impact dapat dihitung dengan :

$$HI = \frac{\text{Energi Serap (E}_{srp}\text{)}}{\text{Luas Penampang (A}_o\text{)}}$$

diketahui :

$$\text{Energi Serap } (E_{srp}) = (J)$$

$$\text{Luas Penampang } (A_o) = (mm^2)$$

Jadi,

$$\text{Harga Impak } (HI) = \frac{E_{srp}}{A_o} (J/mm^2)$$

$$\text{Harga Impak } (HI) = \frac{3,3558 J}{138,7200 mm^2}$$

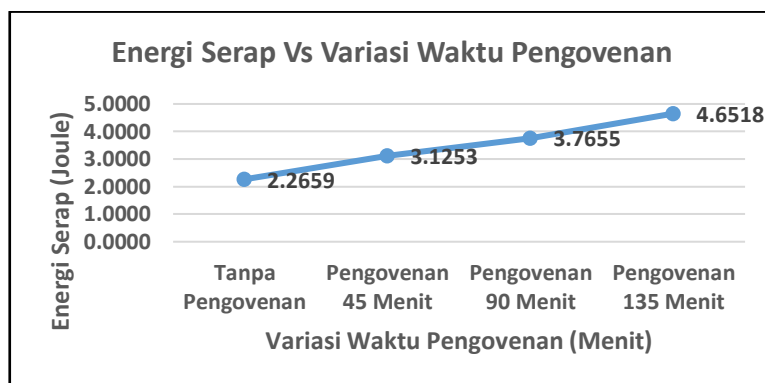
$$\text{Harga Impak } (HI) = 0,0242 J/mm^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan pengujian impact komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan pengaruh pengovenan 45 menit, 90 menit dan 135 menit di dapatkan hasil seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan pengujian impact

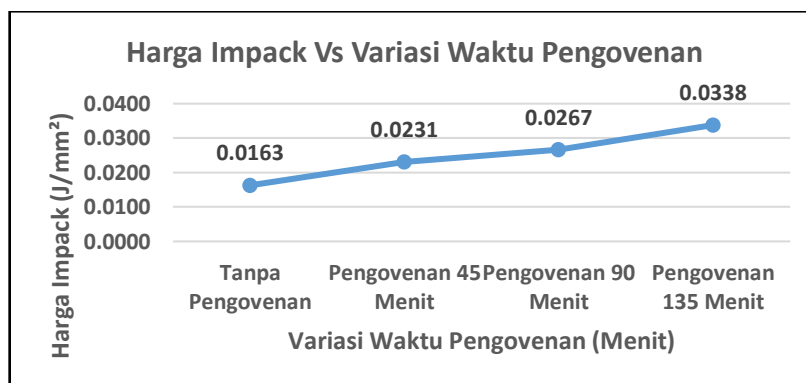
Kode Spesimen	Berat Pendulum	Panjang Pendulum	Gaya Grafitasi	Benda Kerja	Sudut Simpul Bandul		Energi Serap	Harga Impact
				Luas Penampang			E srp	HI
	(kg)	(m)	g	(mm ²)	(α)°	(β)°	Joule	J/mm ²
Tanpa Pengovenan								
HSK-SM/TP/I/001	7	0.76	9.81	142.6500	135°	132°	1.9832	0.0139
HSK-SM/TP/I/002	7	0.76	9.81	147.0000	135°	131.5°	2.3224	0.0158
HSK-SM/TP/I/003	7	0.76	9.81	138.6000	135°	131°	2.6616	0.0192
HSK-SM/TP/I/004	7	0.76	9.81	133.1833	135°	131.5°	2.3224	0.0174
HSK-SM/TP/I/005	7	0.76	9.81	139.0433	135°	132°	1.9832	0.0143
HSK-SM/TP/I/006	7	0.76	9.81	135.2167	135°	131.5°	2.3224	0.0172
Pengovenan 45 Menit								
HSK-SM/45/I/001	7	0.76	9.81	138.7200	135°	130°	3.3558	0.0242
HSK-SM/45/I/002	7	0.76	9.81	135.6767	135°	130.5°	3.0113	0.0222
HSK-SM/45/I/003	7	0.76	9.81	136.0000	135°	130°	3.3558	0.0247
HSK-SM/45/I/004	7	0.76	9.81	136.1189	135°	130°	3.3558	0.0247
HSK-SM/45/I/005	7	0.76	9.81	131.6667	135°	130.5°	3.0113	0.0229
HSK-SM/45/I/006	7	0.76	9.81	131.3333	135°	131°	2.6616	0.0203
Pengovenan 90 Menit								
HSK-SM/90/I/001	7	0.76	9.81	142.2978	135°	129.5°	3.7054	0.0260
HSK-SM/90/I/002	7	0.76	9.81	141.3333	135°	129.5°	3.7054	0.0262
HSK-SM/90/I/003	7	0.76	9.81	141.5933	135°	129°	4.0603	0.0287
HSK-SM/90/I/004	7	0.76	9.81	143.4533	135°	129°	4.0603	0.0283
HSK-SM/90/I/005	7	0.76	9.81	137.9000	135°	129.5°	3.7054	0.0269
HSK-SM/90/I/006	7	0.76	9.81	138.9500	135°	130°	3.3558	0.0242
Pengovenan 135 Menit								
HSK-SM/135/I/001	7	0.76	9.81	142.8000	135°	128°	4.7701	0.0334
HSK-SM/135/I/002	7	0.76	9.81	138.8578	135°	128°	4.7701	0.0344
HSK-SM/135/I/003	7	0.76	9.81	140.0000	135°	128.5°	4.4152	0.0315
HSK-SM/135/I/004	7	0.76	9.81	136.0133	135°	128.5°	4.4152	0.0325
HSK-SM/135/I/005	7	0.76	9.81	134.8778	135°	128°	4.7701	0.0354
HSK-SM/135/I/006	7	0.76	9.81	133.9933	135°	128°	4.7701	0.0356

Dari tabel 1 didapatkan data pengaruh waktu pengovenan 45 menit, 90 menit dan 135 menit terhadap energy serap dan harga impact komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan matrik resin *polyster* digambarkan dalam bentuk diagram garis seperti pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Grafik perbandingan Energi Serap Vs Variasi Waktu Pengovenan

Untuk harga impact dari material komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan waktu pengovenan 45 menit, 90 menit dan 135 menit digambarkan dalam bentuk diagram garis seperti pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Grafik perbandingan Harga Impact Vs Variasi Waktu Pengovenan

3.2 Hasil Pengujian Tarik

Dari hasil pengujian tarik melalui mesin uji tarik terhadap material komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan pengaruh waktu pengovenan dapat dilihat perhitungan dengan menggunakan persamaan yang mengacuh pada standar ASTM D-3039, yaitu sebagai berikut :

Sebagai sampling perhitungan Komposit Hybrid Serat Daun Mangka dan Serat Sabut Kelapa dengan waktu pengovenan 45 menit.
 Perhitungan Kekuatan Tarik

1. Tegangan Tarik Maksimum;

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A_0} \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ &= \frac{1.979,90 \text{ N}}{144,10 \text{ mm}^2} \\ &= 13.7398 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

2. Regangan tarik (%)

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta l}{L_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,99977 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100 \% \\ &= 0,019995 \text{ mm/mm}\end{aligned}$$

3. Modulus elastisitas :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$= \frac{13,7398}{0,019995} \text{ N/mm}^2$$

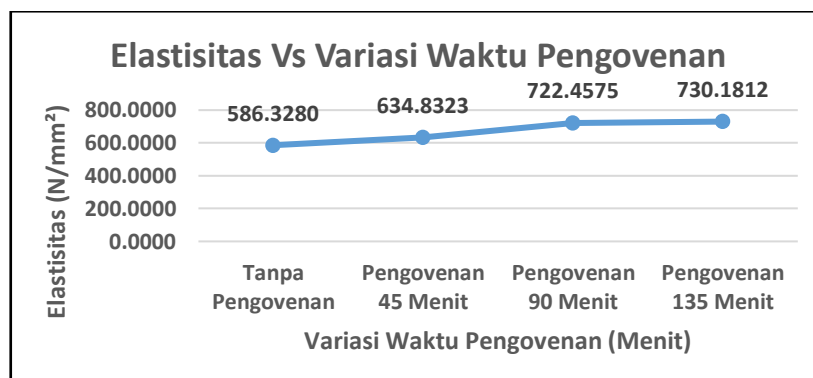
$$= 687,1482 \text{ N/mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan pengujian tarik pada material komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan matrik resin *polyster* serta pengaruh pengovenan 45 menit, 90 menit dan 135 menit di dapatkan hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan pengujian Tarik

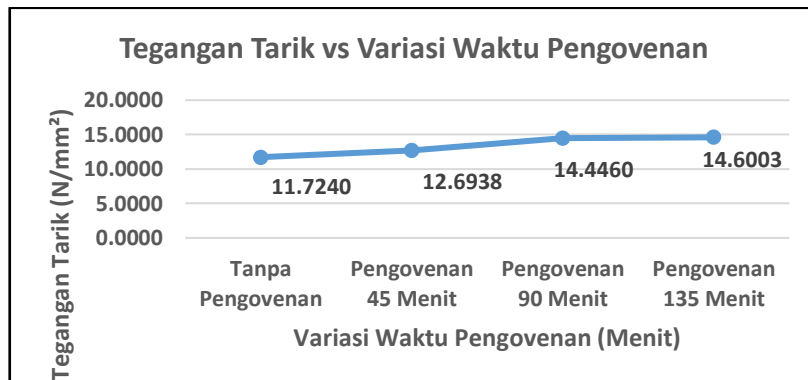
Kode Spesimen	Lebar ReRata mm	Tebal ReRata Mm	Ao mm ²	Lo mm	ΔL mm	F N	σm N/mm ²	ε mm/mm	E N/mm ²
Tanpa Pengovenan									
HSK-SM/TP/T/001	13.57	10.85	147.23	50.00	0.99980	1,903.70	12.9297	0.019996	646.6150
HSK-SM/TP/T/002	13.13	10.94	143.64	50.00	0.99977	1,877.17	13.0684	0.019995	653.5690
HSK-SM/TP/T/003	13.81	10.92	150.81	50.00	0.99977	1,383.47	9.1739	0.019995	458.7999
Pengovenan 45 Menit									
HSK-SM/45/T/001	13.62	10.58	144.10	50.00	0.99977	1,979.90	13.7398	0.019995	687.1482
HSK-SM/45/T/002	13.15	10.42	137.02	50.00	0.99980	1,625.36	11.8620	0.019996	593.2162
HSK-SM/45/T/003	14.01	10.36	145.14	50.00	0.99977	1,811.36	12.4798	0.019995	624.1325
Pengovenan 90 Menit									
HSK-SM/90/T/001	13.68	9.96	136.25	50.00	0.99980	2,003.68	14.7056	0.019996	735.4274
HSK-SM/90/T/002	13.07	10.08	131.75	50.00	0.99977	1,799.40	13.6581	0.019995	683.0642
HSK-SM/90/T/003	12.93	10.08	130.33	50.00	0.99977	1,951.65	14.9742	0.019995	748.8809
Pengovenan 135 Menit									
HSK-SM/135/T/001	13.44	10.39	139.64	50.00	0.99977	2,040.80	14.6146	0.019995	730.8959
HSK-SM/135/T/002	13.79	10.31	142.17	50.00	0.99977	2,025.66	14.2477	0.019995	712.5470
HSK-SM/135/T/003	14.17	10.30	145.95	50.00	0.99977	2,180.30	14.9386	0.019995	747.1006

Dari Tabel 2 didapatkan data pengaruh waktu pengovenan 45 menit, 90 menit dan 135 menit terhadap tegangan tarik maksimum, regangan tarik dan modulus elastisitas pada komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan matrik resin *polyster* digambarkan dalam bentuk diagram garis seperti pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Grafik perbandingan Elastisitas dengan Variasi Waktu Pengovenan

Untuk tegangan tarik maksimum dari material komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dengan waktu pengovenan 45 menit, 90 menit dan 135 menit digambarkan dalam bentuk diagram garis seperti pada gambar 9 berikut ini.

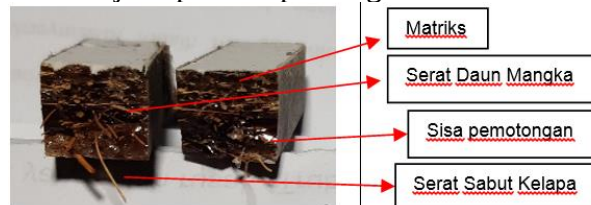


Gambar 9. Grafik perbandingan Tegangan Tarik dengan Variasi Waktu Pengovenan

3.3 Hasil Foto Patahan

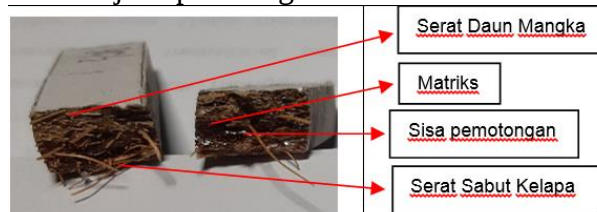
Hasil pengamatan struktur makro dilakukan dengan menggunakan kamera Hand Phone Samsung A30 dengan resolusi 16 MP. Struktur makro yang dilihat adalah struktur foto bekas patahan hasil uji impact dan uji tarik komposit hybrid serat daun mangka dan serat sabut kelapa dimana hasil foto patahan tersebut dapat memberikan sebagian informasi yang mendukung dari sifat komposit dimaksud. Adapun hasil struktur makro yang dihasilkan dari pengamatan foto bekas patahan yang dilakukan sebagai berikut :

1. Foto Patahan Spesimen Uji Impact Tanpa Pengovenan



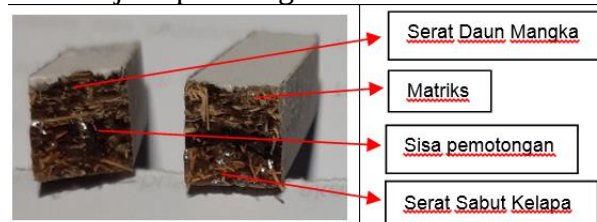
Gambar 10. Patahan Spesimen Uji Impact Tanpa Pengovenan

2. Foto Patahan Spesimen Uji Impact Pengovenan 45 menit



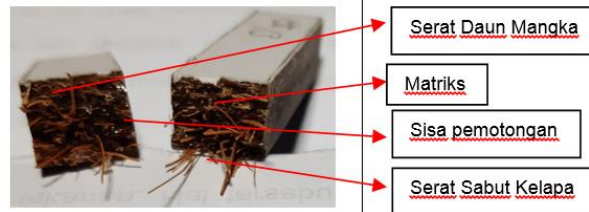
Gambar 11. Patahan Spesimen Uji Impact Pengovenan 45 menit

3. Foto Patahan Spesimen Uji Impact Pengovenan 90 menit



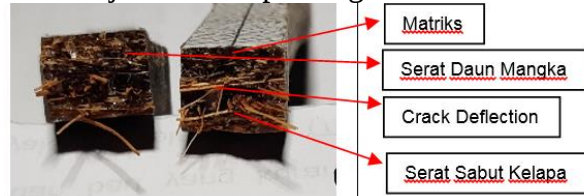
Gambar 12. Patahan Spesimen Uji Impact Pengovenan 90 menit

4. Foto Patahan Spesimen Uji Impak Pengovenan 135 menit



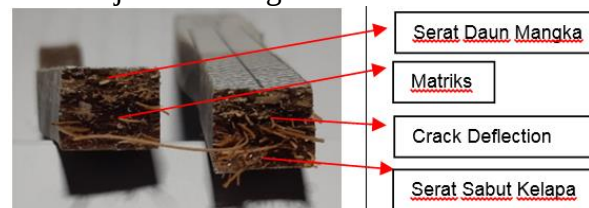
Gambar 13. Patahan Spesimen Uji Impak Pengovenan 135 menit

5. Foto Patahan Spesimen Uji Tarik Tanpa Pengovenan



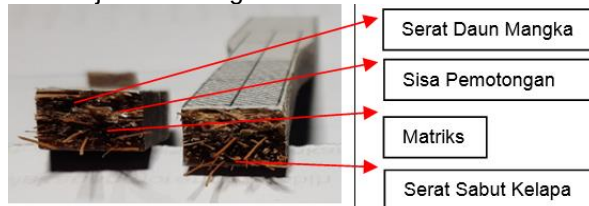
Gambar 14. Patahan Spesimen Uji Tarik Tanpa Pengovenan

6. Foto Patahan Spesimen Uji Tarik Pengovenan 45 menit



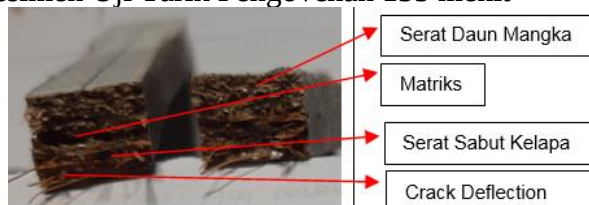
Gambar 15. Patahan Spesimen Uji Tarik Pengovenan 45 menit

7. Foto Patahan Spesimen Uji Tarik Pengovenan 90 menit



Gambar 16. Patahan Spesimen Uji Tarik Pengovenan 90 menit

8. Foto Patahan Spesimen Uji Tarik Pengovenan 135 menit



Gambar 17. Patahan Spesimen Uji Tarik Pengovenan 135 menit

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Nilai energi serap dan dampak tertinggi diperoleh pada pengovenan selama 135 menit, yaitu 4,6518 Joule dan 0,0338 J/mm². Sebaliknya, nilai terendah tanpa pengovenan sebesar 2,6559 Joule dan 0,0163 J/mm². Tegangan tarik dan modulus elastisitas juga tertinggi pada 135 menit, masing-

masing 14,6003 N/mm² dan 730,1812 N/mm², sementara tanpa pengovenan hanya 11,7240 N/mm² dan 586,3280 N/mm².

Bentuk patahan yang tidak merata menunjukkan serat daun mangka dan sabut kelapa bersifat kuat dan ulet. Adanya lubang pada matriks menandakan serat tertarik keluar, bukan patah, serta ikatan antara serat dan matriks cukup baik. Void yang terbentuk kemungkinan disebabkan oleh udara yang terjebak saat proses pencetakan.

4.2 Saran

Untuk pemotongan spesimen harus teliti agar presisi dan sesuai standar ASTM dan pencampuran resin dan serat harus cermat untuk menghindari rongga pada spesimen.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D256. (2023). *Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics*. ASTM International.
- ASTM D3039/D3039M. (2023). *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. ASTM International.
- Callister, W. D. (2007). *Materials Science and Engineering: An Introduction*. 7th ed. New York: John Wiley & Sons.
- Gibson, R. F. (2011). *Principles of Composite Material Mechanics*. 3rd ed. CRC Press.
- Hull, D., & Clyne, T. W. (1996). *An Introduction to Composite Materials*. 2nd ed. Cambridge University Press.
- Jawaid, M., & Abdul Khalil, H. P. S. (2011). "Cellulosic/synthetic fibre reinforced polymer hybrid composites: A review". *Carbohydrate Polymers*, 86(1), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.04.043>
- Mallick, P. K. (2007). *Fiber-Reinforced Composites: Materials, Manufacturing, and Design*. 3rd ed. CRC Press.
- Ramesh, M., Palanikumar, K., & Reddy, K. H. (2013). "Mechanical property evaluation of sisal–jute–glass fiber reinforced polyester composites". *Composites Part B: Engineering*, 48, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2012.12.004>
- Reddy, N., & Yang, Y. (2005). "Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications". *Trends in Biotechnology*, 23(1), 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2004.11.002>
- Satyanarayana, K. G., Arizaga, G. G. C., & Wypych, F. (2009). "Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers—An overview". *Progress in Polymer Science*, 34(9), 982–1021. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2008.12.002>
- Surdia, T. (1995). *Ilmu Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Yudhanto, A., & Sudarisman. (2016). "Analisis Perilaku Mekanik Komposit Hybrid Serat Alam: Tinjauan Literatur dan Prospek Pengembangan". *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 11(2), 75–84.