



Analisis Kekuatan Tarik dan Impak Material Komposit Serat Rami dengan Menggunakan Metode *Hand Lay Up*

Ricco Zulvikal

Universitas Tidar, Indonesia

Korespondensi penulis: riccoz1007@gmail.com

Abstract. Natural fibers can be used as an alternative basic material for produce SNI helmet that are environmentally friendly. A huge potential of hemp fiber in Indonesia has not apply properly yet. This study propose to determine the ability of tensile strength and impact toughness in hemp fiber composites so that hemp fiber can be used as an alternative material for making SNI helmets. This study uses an unsaturated polyester 157 BQTN-EX resin matrix and MEKPO catalyst. Alkali treatment of the fibers uses 5% NaOH for 2 hours. The composite is made using the hand lay-up method. Variations volume fraction of hemp fiber used are 30%, 40%, 50%. The tensile testing process uses the ASTM D 638-03 standard and impact toughness testing uses the ASTM D 265-03 standard. Based on the research results, the highest tensile test results were obtained at variation on 30% fiber volume fraction is 18.30 MPa, for the highest impact toughness test results were obtained at variation on 50% fiber volume fraction is 0.0248 J/mm². The greater the variation of the fiber volume fraction given, the lower the tensile strength value produced, while the higher the variation of the fiber volume fraction given, the greater the energy absorbed so that the impact price increases. Based on the test results, this hemp fiber composite needs to be considered as an alternative material to replace SNI helmet manufacturing.

Keywords: Composite, Hand Lay Up, Hemp Fiber, Impact, Tensile Tes.

Abstrak. Serat alam dapat digunakan sebagai alternatif bahan dasar pembuatan helm SNI yang ramah lingkungan. Potensi serat rami di Indonesia yang melimpah belum dimanfaatkan secara baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari kekuatan tarik dan ketangguhan impak pada komposit serat rami sehingga serat rami dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pembuatan helm SNI. Penelitian ini menggunakan matriks resin *unsaturated polyester* 157 BQTN-EX dan katalis MEKPO. Perlakuan alkali pada serat menggunakan 5% larutan NaOH selama 2 jam. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay-up*. Variasi fraksi volume serat rami yang digunakan adalah 30%, 40%, 50%. Proses pengujian tarik menggunakan standar ASTM D 638-03 dan pengujian ketangguhan impak dengan standar ASTM D 265-03. Berdasarkan hasil penelitian, bahwa hasil dari uji tarik tertinggi didapatkan pada variasi fraksi volume serat 30% sebesar 18,30 MPa, untuk hasil pengujian ketangguhan impak tertinggi didapatkan pada variasi fraksi volume serat 50% sebesar 0,0248 J/mm². Semakin besar variasi fraksi volume serat yang diberikan, semakin rendah nilai kekuatan tarik yang dihasilkan, sedangkan semakin tinggi variasi fraksi volume serat yang diberikan maka semakin besar energi yang terserap sehingga harga impaknya meningkat. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, komposit serat rami ini perlu dipertimbangkan sebagai bahan alternatif pengganti pembuatan helm SNI.

Kata Kunci: *Hand Lay Up*, Impak, Komposit, Serat Rami, Uji Tarik.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan material serat alam dapat digunakan sebagai alternatif bahan dasar pembuatan helm SNI. Helm SNI pada umumnya terbuat dari polimer *polypropelene*. Komposit yang diperkuat dengan serat alam (*natural fiber*) menjadi perhatian utama sebagai material baru yang ramah lingkungan. Salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai bahan komposit adalah rami. Rami diperoleh dari tanaman rami yang banyak tumbuh di Indonesia. Pemilihan serat rami untuk bahan penguat komposit sebagai bahan penelitian didasarkan pada

pertimbangan atas potensi serat rami di Indonesia yang berlimpah dan belum dimanfaatkan secara baik.

Serat terdiri dari serat alam dan serat sintetis. Penggunaan serat sintetis memiliki kekurangan yaitu biaya produksi yang tinggi dan tidak ramah lingkungan karena sulit untuk terurai dan sulit didaur ulang dengan aman. Sifat dari serat sintetis yang merugikan menjadi kendala lain dalam pemanfaatannya seperti mudah terbakar, titik leleh yang rendah, dan menghantarkan listrik statis. Sedangkan, penggunaan serat alami membutuhkan lebih sedikit energi dan air untuk diproduksi, sehingga rendah emisi sehingga lebih murah dibandingkan serat sintetis, serat rami menawarkan kekuatan, daya tahan yang lebih tinggi, berat yang lebih ringan, dan lebih aman bagi kesehatan serta mendukung pelestarian lingkungan diantaranya pemanfaatan bahan baku yang tersedia berlimpah di alam (*sustainability resources*), dapat didaur ulang dan terdegradasi atau terurai secara alami tanpa mencemari tanah dan air (Fauzan et al., 2022). Hal ini juga mengacu pada regulasi dan kebijakan pemerintah yang mendorong transisi pemanfaatan beberapa barang dari sumberdaya terbarukan dan bersifat *biodegradable* (Vegy dan Iskandar, 2023).

Pada penelitian sebelumnya pemanfaatan biokomposit pembuatan helm menggunakan serat nanas dengan hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kekuatan komposit dengan penambahan volume serat. Nilai energi serap dan kekuatan impact tertinggi terdapat pada volume serat 10% sebesar 0,5375 Joule dan 0,01657 Joule/mm² diatas helm SNI yang digunakan sebesar 0,3125 Joule dan 0,00972 J/mm² (Mulyo dan Yudiono, 2018). Selain itu, penggunaan serat pandan duri menghasilkan nilai maksimum kekuatan tarik adalah 41,33 MPa terdapat pada arah serat vertikal dan fraksi volume serat 12,5% dan kekuatan impact terbesar adalah 0,0616 J/mm² arah serat vertikal dengan fraksi volume serat 12,5% diatas helm SNI yang digunakan yaitu sebesar 33,93 MPa dan 0,00972 J/mm² (Rachman et al., 2022). Penggunaan serat kelapa juga dimanfaatkan sebagai bahan pembuat helm SNI. Hasil pengujian dari material komposit yang diperkuat serat sabut kelapa menunjukkan pada komposisi 40% serat 60% resin memiliki harga impact dan kekuatan tarik yaitu sebesar 30,240 J/mm² dan 72,88 MPa yang jauh lebih tinggi dibandingkan kekuatan tarik bahan helm SNI yang hanya sebesar 33,93 MPa (Judilla, 2021).

Pada penelitian sebelumnya terdapat perbedaan fraksi volume optimum yang dihasilkan pada masing-masing serat sebagai bahan pembuatan helm SNI. Dengan demikian, pemilihan pemanfaatan serat rami dapat menjadi alternatif sebagai bahan dasar pembuatan helm SNI yang belum diteliti pada penelitian sebelumnya dan memperoleh fraksi volume optimum pada bahan serat rami dengan kekuatan tarik dan impact terbesar. Komposit ini juga memiliki rasio

kekuatan dengan *density* yang tinggi sehingga komponen yang dihasilkan lebih ringan. Salah satu jenis komposit yang baik dan bagus untuk konstruksi ringan adalah komposit penguat serat (*Fibrous Composite*). Komposit penguat serat (*Fibrous Composite*) inilah yang akan penulis jadikan obyek penelitian. Serat rami yang digunakan untuk membuat komposit berukuran pendek, kering, dan ditaruh acak ke cetakan dengan matriks resin.

Penelitian ini menggunakan metode *hand lay up* sebagai pembuatan bahan kompositnya. Metode *hand lay up* sendiri mengacu pada metode terbuka yang berasal atau bersumber dari fabrikasi komposit. Adapun metode *hand lay up* sendiri dipilih karena memiliki kelebihan atau keunggulan sebagai metode yang mudah untuk dilakukan, cenderung cocok digunakan sebagai metode untuk komponen yang besar, serta digunakan untuk yang volumenya rendah (Latief et al., 2019).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Material Komposit

Material komposit yaitu kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus daripada logam, memiliki kekuatan bisa diatur yang tinggi (*tailorability*), memiliki kekuatan lelah (*fatigue*) yang baik, memiliki kekuatan jenis (*strength/weight*), dan memiliki kekuatan jenis (*modulus Young/density*) yang lebih tinggi daripada logam (Dedi K., 2018).

Serat Rami

Serat adalah suatu bahan yang digunakan berupa potongan yang membentuk jaringan panjang yang utuh. Serat dibedakan menjadi serat alam dan serat sintetis. Serat alam merupakan serat yang mudah didapatkan dari alam dan mudah di daur ulang. Serat alam dibagi berdasarkan pada perolehannya seperti serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fiber*), serat yang diperoleh dari tambang (*mineral fiber*), dan serat yang diperoleh dari binatang (*animal fiber*). Sedangkan serat sintetis berasal dari bahan kimia dan diproduksi dalam jumlah besar pada suatu industri. Serat banyak digunakan sebagai penguat (*reinforcement*) pada material komposit. Jenis serat yang dipakai mempengaruhi kekuatan komposit. Berdasarkan hal tersebut modulus elastisitas dan tegangan tarik bahan reinforcement harus lebih tinggi nilainya daripada matrik penyusun komposit. Secara umum, dapat dikatakan bahwa peran serat untuk memperkuat komposit dan membuat sifat mekaniknya lebih kaku, kuat dan lebih keras daripada dengan tanpa serat penguat (Mubarok, 2022).

Alkali (NaOH)

Jenis basa logam kaustik, natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, terdiri dari oksida basa natrium oksida yang dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida murni berwarna putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran, dan larutan jenuh 50%. NaOH sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan (Amin et al., 2019).

Metode Hand Lay-Up

Pada metode *hand lay up* pengerjaan dilakukan secara manual oleh manusia, dengan lapisannya disusun satu per satu dan komponen resin masih belum terikat. Keuntungan dari metode ini adalah kandungan resin dan serat campuran serat dan resin dapat disesuaikan selama proses pembuatan. Dengan metode ini, fiber atau penguat diletakkan di cetakan dan campuran resin kemudian dimasukkan ke dalam cetakan sampai ditutup dengan penguat. Namun, kekurangan metode ini adalah nilai RC pada campuran pertama dan kedua bisa berbeda. Selain itu, kehalusan laminasi juga kurang baik apabila dibandingkan *automatic lay-up*. Metode *hand lay up* dapat ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut (Mubarok, 2022).

Resin (Matrik)

Resin berfungsi sebagai pengikat reinforcement untuk menjaga filamen di dalam struktur tetap pada tempatnya, membantu distribusi beban, dan membawa regangan interlaminar. Logam, keramik, dan polimer adalah matrik yang paling umum digunakan (Mubarok, 2022).

Katalis

Katalis ini digunakan untuk membantu proses pengeringan resin dan serat dalam komposit. Waktu yang dibutuhkan resin untuk berubah menjadi plastik tergantung pada jumlah katalis yang dicampurkan. Dalam penelitian ini menggunakan katalis *metil ethyl katon peroxide* (MEKPO) yang berbentuk cair, berwarna bening. Semakin banyak katalis yang ditambahkan maka makin cepat pula proses curingnya. tetapi apabila pemberian katalis berlebihan maka akan menghasilkan material yang getas ataupun resin bisa terbakar. Penambahan katalis yang baik 1% dari volume resin. Bila terjadi reaksi akan timbul panas antara 60°C – 90°C. Panas ini cukup untuk mereaksikan resin sehingga diperoleh kekuatan dan bentuk plastik yang maksimal sesuai dengan bentuk cetakan yang diinginkan.

Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing standart* (ASTM D638-03). Pengujian tarik dilakukan untuk mencari tegangan dan regangan (*stress strain test*). Dari pengujian ini dapat kita ketahui beberapa sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Hasil dari pengujian ini adalah grafik beban versus perpanjangan (*elongasi*).

Pengujian Ketangguhan Impak

Pengujian impak bertujuan untuk mengukur berapa energi yang dapat diserap suatu material sampai material tersebut patah. Pengujian impak merupakan respon terhadap beban kejut atau beban tiba-tiba (Calliester, 2007).

Helm SNI

Helm pelindung merupakan bagian dalam perlengkapan berkendara sepeda motor berbentuk topi pelindung kepala yang berfungsi melindungi kepala pemakainya apabila terjadi benturan. Helm berfungsi untuk melindungi kepala pengendara dari benturan serius saat terjadi kecelakaan. Selain itu helm juga berfungsi untuk melindungi wajah dan mata dari debu, pasir dan objek lainnya yang dapat mengganggu pengendara di jalan (Simanjuntak, 2010).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik, Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tidar. Waktu penelitian dari Februari-Maret 2025. Metode penelitian ini yang digunakan adalah metode eksperimen *hand lay up*, yaitu metode pembuatan material komposit serat rami dilakukan secara manual. Teknik pengumpulan data yaitu dengan mengkaji literatur seperti buku, jurnal, internet terkait dengan komposit serat rami terhadap analisis kekuatan tarik dan impaknya dengan menggunakan alat uji tarik dan impak. Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pembuatan komposit dibuat dengan serat rami sebagai penguat dan resin polyester 157 BQTN-EX sebagai pengikat. Spesimen dibentuk berdasarkan standard ASTM D 638 untuk uji tarik dan standard ASTM D 265 untuk uji impak. Variasi fraksi volume pada yang digunakan yaitu 30% serat+ 70% resin, 40% serat+ 60% resin, 50% serat+ 50% resin. Panjang serat yang digunakan yaitu 25mm.

Perhitungan Komposisi Komposit

Pembuatan spesimen komposit uji tarik dan uji impak menggunakan cetakan yang terbuat dari kaca akrilik. Standar uji tarik yang digunakan adalah ASTM D 638-3 dengan cetakan spesimen uji tarik berukuran 165mm × 60mm × 3mm. Standar uji impak yang digunakan adalah ASTM D 256-03 dengan cetakan spesimen uji tarik berukuran 55mm × 45mm × 10mm. Setiap proses pencetakan menghasilkan 3 buah spesimen uji. Perhitungan komposisi komposit untuk cetakan uji tarik dihitung dengan persamaan berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned}\rho_f \text{ (massa jenis serat rami)} &= 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\ \rho_m \text{ (massa jenis matriks)} &= 1,215 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Perhitungan Komposisi Cetak Komposit Uji Tarik

- a. volume cetakan uji tarik (V_c)

Perhitungan volume cetakan menggunakan persamaan 2.1

$$\begin{aligned}\text{Diketahui:} \quad \text{Panjang} &= 165 \text{ mm} \\ \text{Lebar} &= 60 \text{ mm} \\ \text{Tinggi} &= 3 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}V_c &= p \times l \times t \\ &= 165 \times 60 \times 3 \\ &= 29.700 \text{ mm}^3 \\ &= 29,7 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

- b. Massa serat (M_f)

Perhitungan massa serat menggunakan persamaan 2.2

$$\begin{aligned}\text{Diketahui :} \quad V_c &= 29,7 \text{ cm}^3 \\ F_v &= 30\% \\ \rho_f &= 1,5 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} M_f &= V_c \times F_v \times \rho_f \\ &= 29,7 \text{ cm}^3 \times 30\% \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 13,36 \text{ gr} \end{aligned}$$

c. Massa resin (Mm)

Perhitungan massa matriks menggunakan persamaan 2.3

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V_c &= 29,7 \text{ cm}^3 \\ F_v &= 70\% \\ \rho_m &= 1,215 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} M_m &= V_c \times F_v \times \rho_m \\ &= 29,7 \text{ cm}^3 \times 70\% \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 25,25 \text{ gr} \end{aligned}$$

d. Massa katalis

Perhitungan massa katalis menggunakan persamaan 2.4

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } M_m &= 25,25 \text{ gr} \\ \text{Jumlah katalis} &= 2\% \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} M_k &= 2\% \times M_m \\ &= 2\% \times 25,25 \\ &= 0,505 \text{ gr} \end{aligned}$$

Perhitungan komposisi cetak komposit uji tarik dilakukan dengan metode yang sama berdasarkan pada variasi fraksi volume serat rami 30%, 40%, 50% ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 1. Perhitungan komposisi spesimen uji tarik

Variasi fraksi volume	Volume cetakan (cm ³)	Massa serat (gr)	Massa resin (gr)	Massa katalis (gr)
30%	29,7	13,36	25,25	0,5
40%	29,7	17,82	21,65	0,43
50%	29,7	22,27	18,04	0,36

Perhitungan Komposisi Cetak Komposit Uji Impak

a. volume cetakan uji tarik (Vc)

Perhitungan volume cetakan menggunakan persamaan 2.5

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } \text{Panjang} &= 55 \text{ mm} \\ \text{Lebar} &= 45 \text{ mm} \\ \text{Tinggi} &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}V_c &= p \times l \times t \\ &= 55 \times 45 \times 10 \\ &= 24.750 \text{ mm}^3 \\ &= 24,7 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

b. Massa serat (Mf)

Perhitungan massa serat menggunakan persamaan 2.6

Diketahui : $V_c = 24,7 \text{ cm}^3$
 $F_v = 30\%$
 $\rho_f = 1,5 \text{ gr/cm}^3$

Maka,

$$\begin{aligned}M_f &= V_c \times F_v \times \rho_f \\ &= 24,7 \text{ cm}^3 \times 30\% \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 11,11 \text{ gr}\end{aligned}$$

c. Massa Matriks (Mm)

Perhitungan massa matriks menggunakan persamaan 2.7

Diketahui : $V_c = 24,7 \text{ cm}^3$
 $F_v = 70\%$
 $\rho_m = 1,215 \text{ gr/cm}^3$

Maka,

$$\begin{aligned}M_m &= V_c \times F_v \times \rho_m \\ &= 24,7 \text{ cm}^3 \times 70\% \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 21 \text{ gr}\end{aligned}$$

d. Massa katalis

Perhitungan massa katalis menggunakan persamaan 2.8

Diketahui : $M_m = 21 \text{ gr}$
Jumlah katalis = 2%

Maka,

$$\begin{aligned}M_k &= 2\% \times M_m \\ &= 2\% \times 25,25 \\ &= 0,36 \text{ gr}\end{aligned}$$

Perhitungan komposisi cetak komposit uji impak dilakukan dengan metode yang sama berdasarkan pada variasi fraksi volume serat rami 30%, 40%, 50% ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan komposisi spesimen uji impact

Variasi fraksi volume	Volume cetakan (cm ³)	Massa serat (gr)	Massa resin (gr)	Massa katalis (gr)
30%	24,7	11,11	21	0,36
40%	24,7	14,82	18	0,24
50%	24,7	18,525	15	0,3

Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis dan tegangan maksimal yang dapat diterima suatu material hingga patah. Hasil patahan dari pengujian tarik menunjukkan berapa besar kekakuan dan panjang maksimal yang dapat diterima material. Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Uji Logam Universitas Sanata Dharma menggunakan mesin dengan kapasitas maksimal 4600 Kgf.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tarik

Kode Spesimen	Fraksi volume serat	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimal (Kgf)	Pertambahan Panjang (mm)	Elongation (%)
1	30%	39	73,82	2,19	2,19
2	30%	39	69,27	1,88	1,88
3	30%	39	75,28	2,19	2,19
4	40%	39	61,56	2,91	2,91
5	40%	39	52,80	2,92	2,92
6	40%	39	65,58	3,71	3,71
7	50%	39	32,00	6,51	6,51
8	50%	39	28,77	2,51	2,51
9	50%	39	103,15	2,63	2,63

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian tarik spesimen, kemudian dihitung untuk mencari nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas. Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas.

Diketahui:

$$l \text{ (Lebar spesimen)} = 13 \text{ mm}$$

$$t \text{ (Tebal spesimen)} = 3 \text{ mm}$$

$$L_0 \text{ (Panjang awal)} = 57 \text{ mm}$$

$$A \text{ (Luas Penampang)} = 13 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} = 39 \text{ mm}^2$$

$$P \text{ (Beban maksimal)} = 73,82 \text{ Kgf}$$

Maka nilai tegangan tarik pada spesimen yaitu :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{73,82}{39} \end{aligned}$$

$$= 1,89 \text{ kgf/mm}^2 \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 18,56 \text{ MPa}$$

Nilai regangan tarik pada spesimen 1 menjadi :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$= \frac{2,19}{57}$$

$$= 0,038$$

Nilai modulus elastisitas pada spesimen 1 menjadi:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

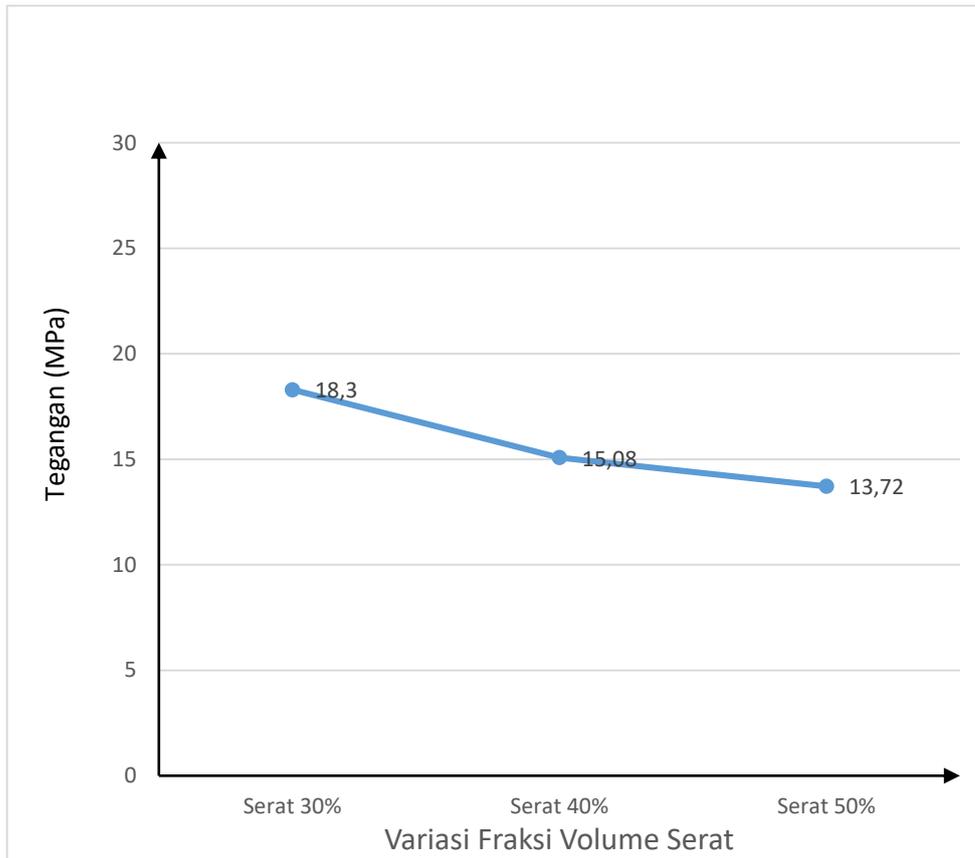
$$= 488,64 \text{ MPa}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk mencari nilai tegangan, nilai regangan, dan modulus elastisitas pada setiap spesimen. Hasil perhitungan akan ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan uji tarik komposit dengan variasi fraksi volume serat 30%, 40%, 50%

Kode spesimen	A (mm)	P Maks (Kgf)	Rerata P Maks (Kgf)	σ (MPa)	Rerata σ (MPa)	ε	Rerata ε	E (MPa)	Rerata E (MPa)
1	39	73,82	72,79	18,56	18,30	0,038	0,036	488,42	510,31
2	39	69,27		17,42		0,032		544,37	
3	39	75,28		18,93		0,038		498,15	
4	39	61,56	59,98	15,48	15,08	0,051	0,055	303,52	272,53
5	39	52,80		13,28		0,051		260,39	
6	39	65,58		16,49		0,065		253,69	
7	39	32,00	54,64	8,04	13,72	0,114	0,068	70,52	265,95
8	39	28,77		7,23		0,044		164,31	
9	39	103,15		25,90		0,046		563,04	

Berdasarkan pengolahan data pengujian tarik tabel 4, menunjukkan kekuatan tarik komposit dengan rata-rata dari masing-masing variasi yaitu 18,30 MPa, 15,08 MPa, 13,72 MPa. Berdasarkan data tersebut diketahui nilai rata-rata tertinggi terdapat pada komposit dengan variasi fraksi volume 30% serat+ 70% resin, sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada komposit dengan variasi fraksi volume 50% serat+ 50% resin. Hasil perhitungan uji tarik kemudian disajikan dalam grafik untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik.



Gambar 1. Hubungan Variasi Fraksi Volume Serat Terhadap Nilai Tegangan Tarik

Gambar 1 menunjukkan nilai rata-rata tegangan tarik spesimen komposit menurun seiring bertambahnya volume serat dalam komposisi komposit. Penurunan kekuatan tarik pada spesimen terjadi karena dalam proses pembuatan spesimen jumlah serat tidak terdistribusi secara merata menyebabkan patah pada uji tarik lebih rendah dari standar SNI 1181-2007. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ardiyanto2019) yang menyatakan semakin banyak jumlah fraksi volume serat pada komposit maka kekuatan tarik komposit semakin tinggi. Penambahan jumlah fraksi volume serat rami dalam komposit pada dasarnya meningkatkan kekuatan tarik pada komposit serat, karena serat rami memiliki nilai kekuatan tarik yang tinggi yaitu 849 MPa (Munawar,2007). Data tertinggi kekuatan tarik dalam pengujian ini dapat dilihat pada kode spesimen 9 dengan kekuatan tarik terbesar yaitu 25,9 MPa, pada spesimen dengan kode 9 tampak serat yang merata diseluruh bidang. Pengujian tarik pada penelitian ini diperoleh nilai kekuatan tarik yang tidak memenuhi standar SNI 1181-2007.



Gambar 2. Patahan Pada Spesimen Uji Tarik No 9

Hasil Pengujian Impak

Pengujian impak bertujuan untuk mengetahui energi serap dan nilai ketangguhan suatu spesimen ketika menerima tumbukan secara tiba-tiba. Pengujian ini menggunakan metode *charpy* dimana pendulum berayun dengan sudut tertentu kemudian dihantamkan dengan spesimen secara tiba-tiba hingga spesimen terdeformasi. Pengujian impak *charpy* dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik, Universitas Tidar. Data hasil pengujian impak ini akan ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Impak

Kode spesimen	Fraksi volume serat	Sudut α (°)	Sudut β (°)	Rerata sudut β (°)
1	40%	144	123	118,6
2	40%	144	129	
3	40%	144	104	
4	30%	144	122	124,6
5	30%	144	125	
6	30%	144	127	
7	50%	144	112	115,3
8	50%	144	124	
9	50%	144	110	

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian impak spesimen, kemudian dihitung untuk mencari nilai energi serap. Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai energi serap pada spesimen.

$$E_{srp} = G.g. R (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$HI = \frac{E_{srp}}{A}$$

A

Dimana: E_{srp} = Energi Serap (J)

HI = Ketangguhan Impak (J/mm^2)

G = Berat pendulum (kg)

g = Gravitasi (m/s^2)

R = Panjang lengan pendulum (m)

β = Sudut ayun setelah menumbuk beban ($^\circ$)

α = Sudut ayun sebelum menumbuk beban ($^\circ$)

A = Luas Penampang

Diketahui: G = 1,357 kg

g = 9,81 m/s^2

R = 39,48 cm = 0,3948 m

$\alpha = 144^\circ$

A = 1 × t

= 10 × 6 mm

Perhitungan pada spesimen 1

HI = $\frac{E_{srp}}{A}$

A

= $\frac{G \cdot g \cdot R (\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$

A

= $\frac{1,357 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,3948 \text{ m} \times (\cos \beta - \cos \alpha)}{60}$

60

= $\frac{1,357 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,3948 \text{ m} \times (\cos 123 - \cos 144)}{60}$

60

= $\frac{1,36}{60}$

60

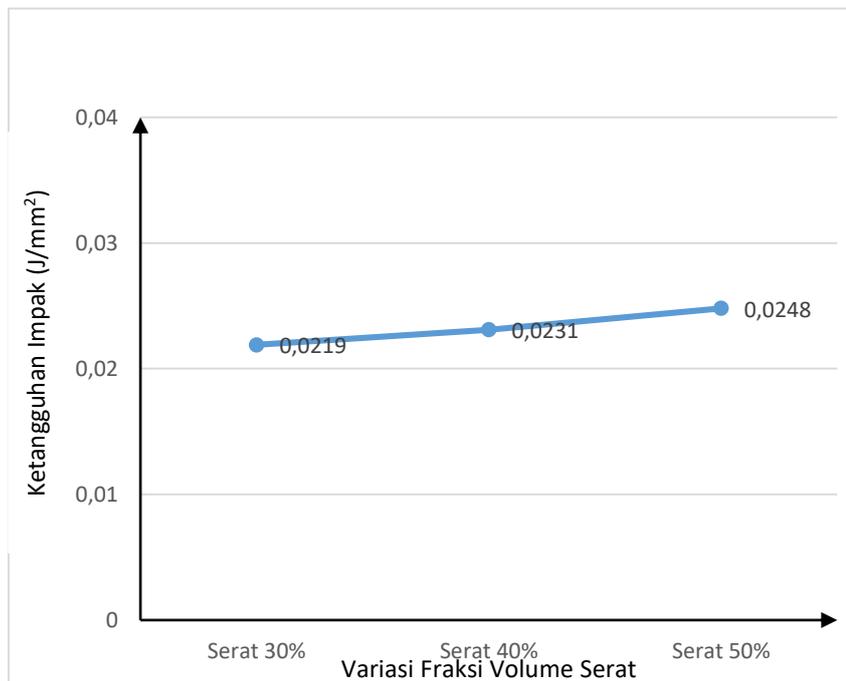
= 0,0226 J/mm^2

Perhitungan yang sama dilakukan untuk mencari nilai energi serap pada setiap spesimen. Hasil perhitungan akan ditampilkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan uji impak komposit dengan variasi fraksi volume serat 30%, 40%, 50%

Kode spesimen	A (mm ²)	G (Kg)	R (m)	A (°)	B (°)	Esrp (J)	Rerata standar deviasi Esrp (J)	HI (J/mm ²)	Rerata standar deviasi HI (J/mm ²)
1	60	1,357	0,3948	144	123	1,366	1,734	0,0226	0,0231
2	63	1,357	0,3948	144	129	0,893		0,0141	
3	90	1,357	0,3948	144	104	2,943		0,0327	
4	64	1,357	0,3948	144	122	1,419	1,226	0,0221	0,0219
5	48	1,357	0,3948	144	125	1,208		0,0251	
6	56	1,357	0,3948	144	127	1,051		0,0187	
7	80	1,357	0,3948	144	112	2,259	1,996	0,0282	0,0248
8	81	1,357	0,3948	144	124	1,313		0,0162	
9	80	1,357	0,3948	144	110	2,417		0,0302	

Berdasarkan pengolahan data pengujian impak tabel 6, menunjukkan nilai ketangguhan impak komposit dengan rata-rata dari masing-masing variasi yaitu 0,0231 J/mm², 0,0244 J/mm², 0,0248 J/mm². Berdasarkan data tersebut diketahui nilai rata-rata tertinggi terdapat pada komposit dengan variasi fraksi volume 50% serat+ 50% resin, sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada komposit dengan variasi fraksi volume 40% serat+60% resin. Hasil perhitungan uji tarik kemudian disajikan dalam grafik untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan tarik.



Gambar 4. Hubungan Variasi Fraksi Volume Serat Terhadap Nilai Ketangguhan Impak

Berdasarkan gambar 4 diketahui bahwa komposit dengan variasi fraksi volume 30% serat+70% resin memiliki rata-rata ketangguhan impact paling kecil, yaitu sebesar 0,0219 J/mm². Variasi fraksi volume 50% serat+50% resin memiliki ketangguhan impact paling besar, yaitu 0,0248 J/mm².

Pada gambar 4 dapat diketahui ketangguhan impact mengalami rata-rata kenaikan dari setiap spesimen. Meningkatnya ketangguhan impact disebabkan karena adanya pengaruh penambahan variasi fraksi volume serat pada komposit. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ardiyanto 2019) yang menyatakan semakin banyak jumlah fraksi volume serat pada komposit maka harga impact pada komposit akan semakin tinggi. Pengujian impact pada penelitian ini diperoleh nilai kekuatan tarik yang memenuhi standar SNI 1181-2007.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh variasi fraksi volume serat rami dan resin polyester terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impact, dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik komposit mengalami penurunan seiring bertambahnya fraksi volume serat, dengan nilai terendah sebesar 13,72 MPa dan tertinggi 18,30 MPa. Penurunan ini disebabkan oleh distribusi serat yang tidak merata sehingga beban tidak tersebar secara seimbang. Sebaliknya, ketangguhan impact komposit meningkat seiring bertambahnya fraksi volume serat, dengan nilai terendah sebesar 0,0219 J/mm² dan tertinggi 0,0248 J/mm². Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa material komposit yang diuji memiliki potensi sebagai bahan alternatif untuk pembuatan helm SNI, meskipun hasil uji tariknya belum memenuhi standar SNI 1181-2007.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar proses manufaktur direncanakan secara menyeluruh dan teliti sebelum pembuatan komposit. Selama proses pembuatan, pastikan bahwa lapisan serat tersusun secara merata dan pencampuran antara resin dan katalis dilakukan hingga homogen dengan waktu pengadukan yang konsisten. Hal ini penting untuk memastikan kualitas komposit yang dihasilkan lebih optimal dan memenuhi standar teknis yang diperlukan.

REFERENSI

- Amin, M., Candra B, D., Isnugroho, K., Hendronursito, Y., Septiana, R., Penelitian, B., Mineral-Lipi, T., Mipa, F., Fisika, J., & Unila, M. (2019). The effect of using sodium hydroxide (NaOH) in geopolymer making using materials need, basalt, feldspart. *Jurnal Kelitbangan*, 7(1). <http://journalbalitbangdalamampung.org>
- Andretta, R. F., & Irfai, M. A. (2021). Pengaruh panjang serat rami terhadap kekuatan tarik komposit sebagai material penyusun kaki palsu. *JTM*, 9(1), 123–128.
- Aoladi, F. A. (2019). *Analisis pengaruh perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impak komposit dari serat lidah mertua (Sansevieria trifasciata) dengan matrik poliester* [Skripsi, Universitas Tidar].
- Astana Widi, K., Pohan, G., Sujana, W., & Rizaldy, A. (2020). *Analisa uji balistik produk body armor material komposit poliester berpenguat serat karbon, rami dan kapas* [Laporan penelitian, Universitas Islam Kalimantan].
- Erlansyah, A. D. (2022). *Rekayasa material komposit sebagai bahan dasar alternatif pembuatan helm SNI* [Skripsi, Universitas Tidar].
- Faiz, M. S., & Drastiawati, N. S. (2021). Pengaruh fraksi volume dan arah serat komposit hibrid fibre metal laminate (FML). *JTM*, 9(1).
- Fajar Pramudya, N., & Iskandar, N. (2023). Pengaruh persentase kandungan plasticizer pada matriks Gondokurem dan treatment metanol terhadap kemampuan rekat komposit berpenguat serat rami. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 11(4).
- Fauzan, Y., Marthiana, W., & Iqbal, D. (2022). Kaji eksperimental kekuatan tarik dan kekuatan impak komposit serbuk sabut kelapa-polyster. *Metalik: Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik*, 1(2), 76–80.
- Fikri Judilla, M. (2021). *Analisa sifat mekanik komposit serat sabut kelapa dengan susunan lurus untuk aplikasi bahan konstruksi helm* (Vol. 18, Issue 2).
- Hanafi, M. R. N. (2023). *Karakterisasi komposit hybrid berpenguat serat jerami padi, serat pelepah pisang, dan fiberglass sebagai bahan alternatif bumper mobil* [Skripsi, Universitas Tidar].
- Hermawan, T., Sulardjaka, & Iskandar, N. (2023). Analisis kekuatan impak komposit berpenguat serat rami dengan matrik komposit berpenguat serat rami dengan matriks Gondokurem pada fraksi massa 15% dan 30%. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 11(1).
- Ilham, M. M., & Istiqlaliyah, H. (2019). Pemanfaatan serat rami (Boehmeria nivea) sebagai bahan komposit bermatrik polimer. *Jurnal Mesin Nusantara*, 2(1).
- Kanugraha, M., & Iskandar, N. (2022). Pengaruh fraksi massa serat terhadap kekuatan impak komposit berpenguat serat rami dengan matriks Gondokurem. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 10(3).

- Kardiman, D., & Rahmalina, D. (2020). Pengembangan komposit matrik epoxy melalui penambahan penguat serat rami dan fiberglass dengan variasi 2–4 wt%. *Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(2).
- Maulana, I., & Irfai, M. A. (2021). *Pengaruh lama perendaman larutan KOH terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit hibrid serat rami dan bambu* [Skripsi, Universitas Negeri Surabaya].
- Mubarok, R. (2022). *Kemampuan tarik dan impak komposit hybrid serat alam dengan penambahan karbon aktif* [Skripsi, Universitas Tidar].
- Mulyo, B. T., & Yudiono, H. (2018). Analisis kekuatan impak pada komposit serat daun nanas untuk bahan dasar pembuatan helm SNI. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(2).
- Prasetyo, R., & Irfai, M. A. (2021). *Pengaruh konsentrasi larutan KOH dan arah orientasi serat rami komposit dengan matrik polyester* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta].
- Rachman, A., Juanda, & Yulidarta. (2022). Pengaruh variasi arah serat dan fraksi volume serat pandan duri terhadap kekuatan tarik dan impak sebagai material alternatif helm SNI. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 220–224.
- Rizqi Kurniawan, A., & Iskandar, N. (2023). Pengaruh fraksi massa serat dan variasi plasticizer terhadap kekuatan lentur komposit berpenguat serat rami dengan matriks Gondokurem. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 11(3).
- Sakuri, S., & Sugiantoro, B. (2022). Pengaruh perlakuan hot alkaline terhadap karakteristik kekuatan komposit berpenguat serat kenaf dan microcrystalline cellulose. *ROTASI*, 24(1), 36–41.
- Sudia, B. (2019). *Biokomposit polimer berpenguat serat rami dan partikel tempurung kelapa sebagai material kampas rem sepeda motor* [Skripsi, Institut Teknologi Nasional Malang].
- Umam, K. (2020). *Analisis kekuatan mekanik komposit serat bambu petung bermatriks unsaturated polyester dengan susunan serat secara acak* [Skripsi, Universitas Tidar].
- Zainuri, A., Sinarep, Purwoko, A., & Nurkaliwantoro. (2019). *Pengaruh jenis anyaman dan fraksi volume serat terhadap kekuatan bending dan impak komposit serat rami dengan matrik resin polyester* [Laporan penelitian, Universitas Wahid Hasyim].