

KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *HYBRID* BERPENGUAT SERAT JERAMI PADI, SERAT PELEPAH PISANG, DAN *FIBERGLASS* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF BUMPER MOBIL

Muhammad Reza Nur Hanafi¹, Nani Mulyaningsih², Sri Hastuti³

Jurusan Teknik Mesin S1, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah

¹rezahanafi68@gmail.com, ²nani_mulyaningsih@untidar.ac.id, ³hastutisrimesin@untidar.ac.id

ABSTRAK

Kemajuan teknologi berkembang pesat seiring perubahan zaman, banyak inovasi yang diciptakan untuk menguntungkan masyarakat khususnya dibidang material. Pemanfaatan komposit campuran (*hybrid*) antara serat alami dan serat sintetis menghasilkan komposit yang lebih kuat, sehingga dapat digunakan sebagai bahan alternatif bumper mobil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik material komposit *hybrid*. Penelitian komposit *hybrid* ini menggunakan serat jerami padi, serat pelepah pisang, *fiberglass*, dan resin *epoxy*. Variasi fraksi volume yang digunakan meliputi: 15%:15%:20%:50%, 12,5%:12,5%:25%:50%, dan 10%:10%:30%:50%. Spesimen dibentuk sesuai standar ASTM D638 dalam pengujian tarik. Hasil pengujian tarik diperoleh bahwa variasi 15%:15%:20%:50% memiliki kekuatan tarik paling rendah, sebesar 27,30 MPa dan modulus elastisitas sebesar 334,41 MPa. Variasi 10%:10%:30% memiliki kekuatan tarik paling tinggi, sebesar 53,02 MPa dan modulus elastisitas sebesar 604,78 MPa.

Kata kunci: komposit *hybrid*, serat jerami padi, serat pelepah pisang, *fiberglass*, uji tarik.

ABSTRACT

Technological progress is growing rapidly along with the changing times, many innovations have been created to benefit society, especially in the material sector. Utilization of mixed composites (hybrid) between natural fibers and synthetic fibers produces a stronger composite, so it can be used as an alternative material for car bumpers. This study aims to determine the tensile strength of composite hybrid. Composite hybrid It uses rice straw fiber, banana fiber, fiberglass, and resin epoxy. Variations in the volume fraction used include: 15%:15%:20%:50%, 12.5%:12.5%:25%:50%, and 10%:10%:30%:50%. The specimen is formed according to ASTM D638 standard in tensile testing. The results of the tensile test showed that the variation of 15%:15%:20%:50% had the lowest tensile strength of 27.30 MPa and a modulus of elasticity of 334.41 MPa. The 10%:10%:30% variation has the highest tensile strength, amounting to 53.02 MPa and a modulus of elasticity of 604.78 MPa.

Keywords: *composite hybrid, rice straw fiber, banana fiber, fiberglass, tensile test.*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini berkembang pesat, berbagai perkembangan telah ditakdirkan untuk membantu masyarakat, khususnya di bidang material. Dengan kemajuan teknologi yang berkembang pesat, serat alami dapat dimanfaatkan menjadi bahan campuran material komposit. Komposit *hybrid* adalah campuran dari

setidaknya dua serat dari berbagai jenis dan karakteristiknya. Sifat mekanik komposit dapat ditingkatkan dengan menggunakan campuran serat dari berbagai jenis dan karakteristiknya [4].

Di bidang otomotif, khususnya pelindung kendaraan (bumper), bumper memiliki kemampuan melindungi pengemudi dan mesin di dalam kendaraan ketika terjadinya

kecelakaan. Bumper tersebut dibuat dengan bahan yang mengandung FeCr namun tetap memiliki kekurangan, yaitu tidak adanya peningkatan kecepatan karena komponen tersebut dianggap berat dan memiliki harga yang cukup mahal [5].

Kekurangan FeCr dapat digantikan oleh material komposit sebagai material pelindung kendaraan (bumper), karena material komposit memiliki bobot yang ringan dan padat. Karakteristik standar pelindung kendaraan diperoleh dengan beberapa uji mekanik, khususnya uji tarik, uji bending dan uji dampak. Salah satunya adalah dalam pengujian tarik seperti penelitian [6] bahwa *tensile strength* standar dari bumper mobil sebesar 8,09 MPa yang mengacu pada standar *Society of Automotive Engineering (SAE) J 1717*.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian terkait komposit berpenguat jerami padi dengan komposisi serat jerami padi 10% memiliki sifat mekanik terhadap tegangan tarik sebesar 6,99 MPa [7]. Sedangkan komposit berpenguat serat pelepah pisang dengan komposisi serat pelepah pisang 10% memiliki sifat mekanik terhadap tegangan tarik sebesar 3,02 MPa [2]. Dimana material komposit yang dibuat belum sesuai standar bumper mobil menurut SAE J 1717.

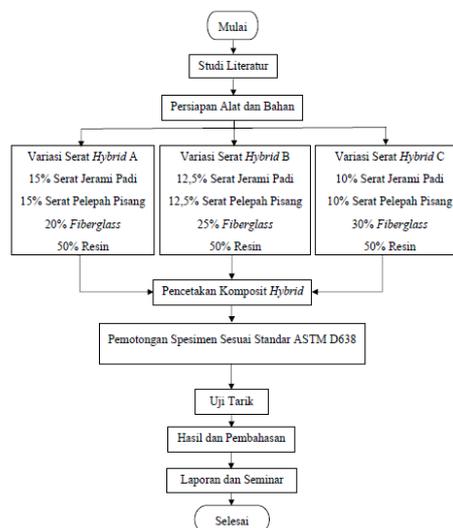
Berdasarkan permasalahan di atas dengan kekuatan uji tarik dari komposit berpenguat serat jerami padi dan komposit berpenguat pelepah pisang masih berada dibawah standar bumper mobil, maka peneliti bermaksud untuk menggabungkan serat jerami padi, serat pelepah pisang dan *fiberglass* untuk dijadikan material komposit *hybrid* dengan matriks *epoxy* sebagai bahan baku material alternatif bumper mobil sesuai standar *Society of Automotive Engineering (SAE) J 1717*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh fraksi volume serat *hybrid* terhadap kekuatan tarik.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang terkendali dengan variable bebas dan variable terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah memvariasikan fraksi volume serat jerami padi, serat pelepah pisang, *fiberglass* dengan perbandingan pada variasi A = 15%:15%:20%, variasi B = 12,5%:12,5%:25%, dan variasi C = 10%:10%:30%. Matriks yang digunakan adalah resin epoxy dengan jumlah 50% dari volume cetakan komposit *hybrid*. Variabel terikat yang digunakan adalah pembuatan komposit *hybrid* dibentuk sesuai standar ASTM D638 untuk dilakukan uji tarik.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat uji tarik, alat *press molding*, dongkrak, cetakan komposit, oven, dan neraca digital. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serat jerami padi, serat pelepah pisang, *fiberglass chopped strand mat 300*, resin *epoxy*, pelumas khusus (*wax*) dan NaOH.

Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Prosedur Penelitian

Berikut adalah langkah-langkah pembuatan benda uji komposit:

1. Siapkan serat jerami padi dan pelepah pisang yang sudah bersih, kemudian

- direndam pada larutan 5% NaOH selama 2 jam.
2. Bersihkan serat jerami padi dan serat pelepah pisang menggunakan air bersih yang mengalir.
 3. Keringkan pada suhu ruangan sekitar 27°C selama 12 jam.
 4. Keringkan serat jerami padi dan serat pelepah pisang melalui oven dengan suhu 100°C selama 60 menit.
 5. Potong serat jerami padi dan serat pelepah pisang dengan panjang 30mm.
 6. Potong *fiberglass* sesuai luas cetakan yaitu 20 cm × 13 cm.
 7. Timbang serat dan resin *epoxy* sesuai variasi fraksi volume yang ditentukan.
Perhitungan fraksi volume serat dicari menggunakan rumus:
$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (1)$$
dimana: ρ = massa jenis (gr/cm³)
 m = berat serat (gr)
 v = volume (cm³)
 8. Siapkan alat *press molding* dan dongkrak.
 9. Alat *press molding* diberi *wax*, kemudian dilapisi plastik mika yang sudah diolesi *wax* dan meletakkan cetakan di atasnya.
 10. Tuangkan seperlima resin dari total volume resin ke dalam cetakan dan ratakan.
 11. Letakkan setengah dari total volume *fiberglass* kedalam cetakan dan ratakan.
 12. Tuangkan seperlima resin dari total volume resin ke dalam cetakan.
 13. Letakkan serat jerami padi kedalam cetakan dan ratakan
 14. Tuangkan seperlima resin dari total volume resin ke dalam cetakan.
 15. Letakkan serat pelepah pisang kedalam cetakan dan ratakan.
 16. Tuangkan seperlima resin dari total volume resin ke dalam cetakan.
 17. Letakkan setengah dari total volume *fiberglass* kedalam cetakan dan ratakan.
 18. Tuangkan seperlima resin dari total volume resin ke dalam cetakan.

19. Tutup cetakan dengan papan pemberat.
20. Letakkan dongkrak diatas papan pemberat dan berikan tekanan pada alat tersebut.
21. Komposit ditunggu hingga benar-benar kering dalam suhu ruangan selama 24jam.

Setelah komposit kering, kemudian komposit dipotong dan dibentuk sesuai standar ASTM D638.

Uji Tarik

Data yang didapatkan dari hasil pengujian tarik dapat digunakan untuk mencari nilai regangan, tegangan, dan modulus elastisitas menggunakan rumus:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots \dots \dots (3)$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan: P = Gaya pembebanan (Kgf)

- A = Luas penampang (mm²)
- ΔL = Pertambahan panjang (mm)
- L₀ = Panjang awal (mm)
- σ = Tegangan (MPa)
- ε = Regangan
- E = Modulus Elastisitas (MPa)

Spesimen komposit *hybrid* dipotong dan dibentuk sesuai dengan standar ASTM D638 untuk pengujian tarik. Dimensi spesimen ASTM D638 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Spesimen Uji Tarik ASTM D638

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Komposisi

Hasil perhitungan volume variasi fraksi volume A, B, dan C disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Komposisi Komposit *Hybrid*

Variasi (%)	Volume cetakan (cm ³)	Massa serat jerami padi (gr)	Massa serat pelepah pisang (gr)	Massa fiberglass (gr)	Massa Resin Epoxy (gr)
A (15:15:20:50)	130	6,825	5,65	15,6	78
B (12,5:12,5:25:50)	130	5,680	4,71	19,5	78
C (10:10:30:50)	130	4,550	3,77	23,4	78

2. Hasil Pengujian Tarik

Pengujian ditarik dilakukan menggunakan alat uji tarik dengan kapasitas maksimal 4.600 Kgf. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

Kode Spesimen	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimal (Kgf)	Tegangan Maksimal (Kgf/mm ²)	Pertambahan Panjang (mm)	Elongation (%)
A1	65	187,34	2,88	4,86	5,01
A2	65	205,66	3,16	4,70	4,84
A3	65	150,46	2,31	4,36	4,50
B1	65	306,21	4,71	4,96	5,12
B2	65	281,39	4,33	4,79	4,91
B3	65	319,56	4,92	5,30	5,46
C1	65	373,90	5,75	5,66	5,84
C2	65	335,36	5,16	4,66	4,81
C3	65	344,98	5,31	4,73	4,88

Dari data hasil pengujian tarik material komposit *hybrid*, dapat digunakan untuk mencari nilai regangan, tegangan, dan modulus elastisitas.

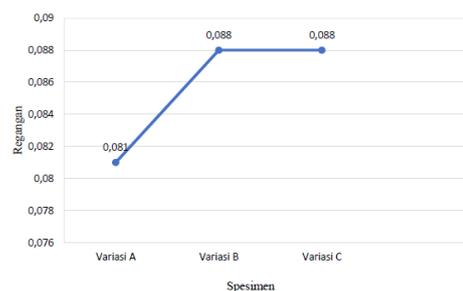
Nilai regangan, tegangan, dan modulus elastisitas dapat dilihat pada gambar 3, 4, dan 5.



Gambar 3. Nilai Rata-rata Tegangan Tarik

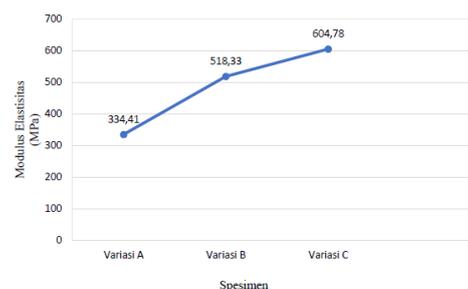
Gambar 3 menunjukkan nilai regangan tarik komposit *hybrid*, dimana variasi C memiliki rata-rata tegangan tarik tertinggi sebesar 53,02 MPa. Sedangkan nilai rata-rata

tegangan tarik terendah pada komposit *hybrid* didapatkan pada variasi A, sebesar 27,33 MPa. Perbandingan tegangan tarik komposit *hybrid* terhadap standar SAE J 1717 bahwa kekuatan tarik standar bumper adalah sebesar 8,09 MPa [6]. Pengujian tarik pada penelitian ini diperoleh nilai kekuatan tarik yang memenuhi standar SAE J 1717 adalah semua variasi fraksi volume komposit *hybrid*. Pada gambar 4 menyajikan diagram nilai regangan hasil pengujian tarik.



Gambar 4. Nilai Rata-rata Regangan Tarik

Gambar 4 menunjukkan nilai regangan tarik yang terjadi pada komposit *hybrid*. Nilai rata-rata regangan tertinggi didapatkan oleh dua variasi, yaitu variasi B dan variasi C sebesar 0,0314. Variasi A memiliki nilai rata-rata regangan terendah, yaitu sebesar 0,0290. Pada gambar 5 menyajikan diagram nilai rata-rata modulus elastisitas.



Gambar 5. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas

Pada gambar 5 menunjukkan modulus elastisitas yang terjadi pada komposit *hybrid*. Nilai modulus elastisitas terendah didapatkan dari variasi A sebesar 334,41 MPa. Sedangkan modulus elastisitas tertinggi

didapatkan dari variasi C, sebesar 604,78 MPa.

Pada gambar grafik-grafik di atas terlihat bahwasannya nilai kekuatannya semakin meningkat dari spesimen A hingga C seiring pertambahannya komposisi *fiberglass* dan penurunan komposisi dari serat jerami padi dan serat pelepah pisang. Jika diperhatikan dari sifat mekanik masing-masing serat dimana *Fiberglass* memiliki modulus elastisitas 72,4 GPa dan kekuatan tarik 3,5 GPa [1]. Sedangkan serat jerami padi memiliki modulus elastisitas sebesar 26 GPa dan kekuatan tarik 450 MPa [8]. Serat pelepah pisang memiliki kekuatan tarik 600 MPa dan modulus tarik 17,85 GPa [3]. Dapat disimpulkan bahwasannya penambahan komposisi *fiberglass* pada spesimen menjadikan kekuatan tarik dari spesimen meningkat, karena *fiberglass* memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan serat jerami padi dan serat pelepah pisang.

SIMPULAN

Nilai rata-rata kekuatan tarik pada spesimen komposit *hybrid* variasi 15% serat jerami padi, 15% serat pelepah pisang, 20% *fiberglass*, 50% *epoxy* memiliki kekuatan tarik paling rendah, sebesar 27,30 MPa dan modulus elastisitas sebesar 334,41 MPa. Variasi fraksi volume 10% serat jerami padi, 10% serat pelepah pisang, 30% *fiberglass* memiliki kekuatan tarik paling tinggi sebesar 53,02 MPa dan modulus elastisitas sebesar 604,78 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hyer, M.W., 1998, Stress Analysis of Fiber-Reinforced Composite Materials, Illinois: WBC/McGraw-Hill.
- [2] Julian, 2022. Pengembangan Material Komposit Berpenguat Serat Alami Untuk Aplikasi Bumper Mobil. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 10(2), 92-98.
- [3] Lokantara, P., 2012. Analisis Kekuatan Impact Komposit Polyester-Serat Tapis Kelapa Dengan Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Serat Yang Diberi Perlakuan NaOH. Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia.
- [4] Riyanto, Adetya, dan M.A Irfa'I. 2018. "Pengaruh Fraksi Volume Serat Komposit Hybrid Berpenguat Serat Bambu Acak Dan Serat E-Glass Anyam Dengan Resin Polyester Terhadap Kekuatan Bending." *Jurnal Teknik Mesin* 06(02): 55-60.
- [5] Rochim, Muhammad Nur, dan Tri Hartutuk Ningsih. 2021. "Penggunaan Serat Jerami Padi Dalam Pembuatan Material Komposit Sebagai Alternatif Bahan Bumper Mobil." *Jurnal Teknik Mesin* 9(3): 1-6.
- [6] Saidah, A., Sri Endah, S., & Yos, N., 2018. Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Volume dan Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berbahan Serat Rami Epoxy Sebagai Bahan Alternatif Komponen Otomotif. In Seminar Nasional Teknik Mesin (Vol. 3, pp. 191-197)
- [7] Saidah, A., Susilowati, S. E., & Nofendri, Y., 2018. Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Jerami Padi Epoxy Dan Serat Jerami Padi Resin Yukalac 157. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 5(2), 96-101.
- [8] Suryanto, H., Marsyahyo, E., Irawan, Y. S., & Soenoko, R., 2014. Morphology, structure, and mechanical properties of natural cellulose fiber from mendong grass (*Fimbristylis globulosa*). *Journal of Natural Fibers*, 11(4).