

Evaluasi Pengaruh Konfigurasi Serat terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impact pada Komposit Resin Polyester dengan Penguat Serat Bambu

Gerald Adityo Pohan^{1)}, Febi Rahmadian¹⁾, Rosadila Febritasari¹⁾, Arif Kurniawan, Mochamad Taufiqurrachman¹⁾*

*¹⁾Teknik Mesin S1, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang
Email : gerald.pohan@lecturer.itn.ac.id*

Abstrak. Komposit merupakan hasil gabungan dari dua atau lebih material yang memiliki karakteristik yang berbeda, terdiri dari matriks dan penguat. Keunggulan komposit meliputi ketahanan terhadap korosi, kekuatan yang baik, serta potensinya sebagai alternatif pengganti logam pada komponen bodi mobil, yang dapat mengurangi bobot kendaraan. Fokus penelitian ini adalah pada serat bambu dan resin polyester BQTN 157. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan tarik, kekuatan impact, dan topografi permukaan dengan variasi susunan serat anyaman, acak, dan lurus memanjang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif dengan analisis data hasil pengujian secara sistematis dan matematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam pengujian kekuatan tarik, nilai tertinggi terdapat pada susunan serat lurus memanjang, mencapai 1,33 Kgf/mm² dengan beban 1892 Kgf. Pada pengujian kekuatan impact, susunan serat lurus memanjang juga menunjukkan nilai Harga Impact (HI) tertinggi sebesar 0,0166 Joule/mm dan energi terserap sebesar 1,6643 Joule. Pengujian dengan Scanning Electron Microscopy menunjukkan bahwa semakin beragam susunan serat, semakin sedikit rongga udara (Void) yang terbentuk pada material.

Katakunci: Serat Bambu, Variasi Serat, Pengujian Scanning electron microscopy, Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impact.

1. Pendahuluan

Polymer Matrix Composite (PMC) terdiri dari resin sebagai matriks utama dan bahan penguat lainnya. Salah satu kelebihan utama dari bahan polimer dibandingkan dengan logam dan keramik adalah kemampuannya untuk dibentuk sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu [1,2,3]. Namun, bahan komposit juga memiliki kelemahan, terutama ketika diterapkan pada suhu tinggi dan beban yang besar. Untuk mengatasi kelemahan ini, penambahan material tambahan diperlukan guna meningkatkan sifat-sifat komposit [4,5]. Meskipun sejumlah penelitian sebelumnya telah dilakukan terhadap serat bambu, masih terdapat kekurangan dalam pengujian impact dan analisis SEM yang belum dilakukan secara menyeluruh. Variasi susunan serat yang tepat untuk meningkatkan kekuatan komposit secara optimal juga masih perlu eksplorasi lebih lanjut. Oleh karena itu, pengembangan penelitian ini menjadi suatu hal yang penting untuk dilakukan.

2. Pembahasan

Hasil pengujian yang telah dilakukan menjadi fokus utama dalam tahap pembahasan. Data-data yang terkumpul dari berbagai uji coba kemudian disortir, diolah, dan dianalisis secara mendalam. Proses ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai pola, tren, serta hubungan antara variabel-variabel yang diuji. Dengan mengolah data ini secara cermat, diharapkan dapat ditemukan pola atau informasi penting yang membantu dalam mencapai hasil yang optimal. Tahap analisis ini juga melibatkan diskusi yang mendalam untuk memastikan bahwa setiap hasil diinterpretasikan secara tepat, sehingga kesimpulan yang diambil dapat menjadi dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut. Berikut ini adalah hasil dan analisis data hasil pengujian spesimen.

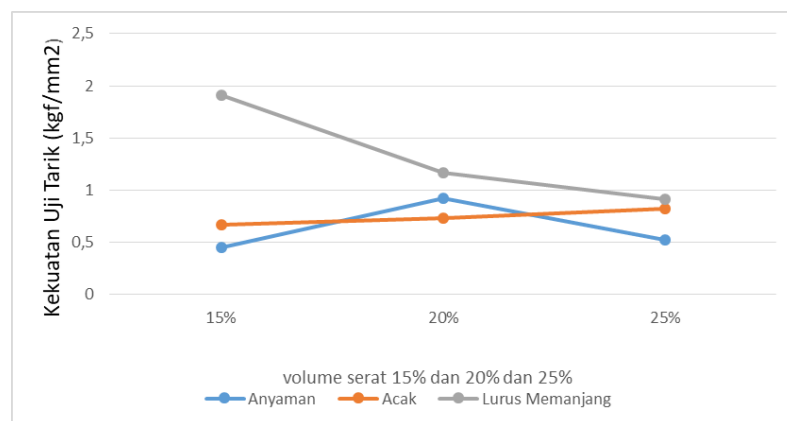
2.1. Uji Tarik

Data hasil uji Tarik ditampilkan oleh Tabel 1. Data tersebut kemudian diolah menjadi grafik seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik

Volume Serat (%)	Area (mm ²)	0,2% Y.S (kgf/mm ²)	Max force kgf	Tensile Strength (kgf/mm ²)	Elongation (%)
Variasi Serat Anyaman					
15%	231	0,21	105	0,45	19
20%	220	0,40	202	0,92	5
25%	231	0,49	127	0,52	3,2
Variasi Serat Acak					
15%	225	0,38	150	0,67	8,6
20%	220	0,35	162	0,73	8,4
25%	238	0,39	197	0,82	6,3
Variasi Serat Lurus Memanjang					
15%	227	0,84	435	1,91	11
20%	252	0,50	295	1,17	7,7
25%	241	0,80	219	0,91	5,5

Berdasarkan analisis hasil pengujian tarik yang terdapat dalam Gambar 1, dapat dilihat bahwa komposit serat bambu dengan variasi anyaman menunjukkan peningkatan kekuatan tarik. Untuk variasi dengan anyaman tertentu pada volume serat 20%, terjadi kenaikan kekuatan tarik, namun pada volume serat 25%, terjadi penurunan. Sementara itu, pada variasi serat lurus memanjang, terlihat bahwa di volume serat 20%-25% terjadi penurunan kekuatan tarik. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa variasi serat lurus memanjang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, menandakan bahwa serat bambu secara signifikan mampu meningkatkan kekuatan komposit. Faktor utama yang menyebabkan komposit mencapai beban maksimal di atas batas minimalnya adalah jumlah serat dalam material komposit yang semakin banyak, mengakibatkan kekerasan material yang lebih tinggi. Hal ini memungkinkan transfer beban tegangan gaya tarik secara efisien ke setiap serat penguat komposit. Penemuan ini sejalan dengan teori yang disebutkan oleh [6,7,8], yang menyatakan bahwa peningkatan jumlah serat penguat dalam komposit akan meningkatkan kekuatan material tersebut. Hal ini terjadi karena komposit dengan jumlah serat penguat yang sedikit cenderung memiliki transfer beban yang terbatas dari matriks ke serat penguat, sehingga kekuatan tarik, yang merupakan perbandingan antara gaya tarik yang bekerja dan luas penampang benda, menjadi terpengaruh.



Gambar 1. Grafik hasil uji tarik.

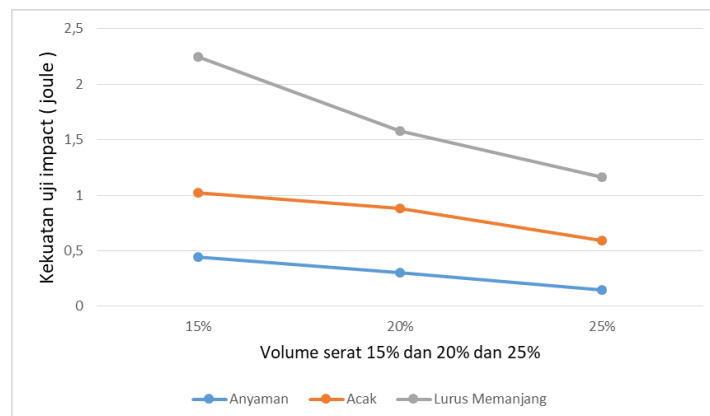
2.2. Uji Impak

Data hasil uji Tarik ditampilkan oleh Tabel 2. Data tersebut kemudian diolah menjadi grafik seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.

Tabel 2. Hasil pengujian impact

Volume Serat (%)	Area (mm ²)	α (°)	β (°)	Energi Impak (Joule)	Harga Impak (Joule/mm ²)
Variasi Serat Anyaman					
15%	100	45	41	0,448	0,0044
20%	100	45	41	0,300	0,0030
25%	100	45	41,5	0,150	0,0015
Variasi Serat Acak					
15%	100	45	38,5	1,026	0,0102
20%	100	45	38	0,883	0,0088
25%	100	45	37,5	0,594	0,0059
Variasi Serat Lurus Memanjang					
15%	100	45	36,5	2,244	0,0224
20%	100	45	33	1,582	0,0158
25%	100	45	34,5	1,167	0,0116

Dari analisis hasil pengujian impact yang tergambar dalam Gambar 2, terlihat bahwa komposit serat bambu dengan variasi anyaman menunjukkan penurunan kekuatan impact dari volume 20% ke 25%. Sementara itu, pada variasi acak, terjadi penurunan kekuatan impact, sedangkan pada variasi serat lurus memanjang, di volume serat 20% terjadi penurunan kekuatan impact namun mengalami kenaikan pada volume serat 25%. Grafik juga menunjukkan bahwa pada variasi serat lurus memanjang dengan volume serat 15% menunjukkan kekuatan impact tertinggi, menandakan bahwa serat bambu secara signifikan dapat meningkatkan kekuatan komposit. Faktor yang dominan dalam mencapai nilai maksimal kekuatan impact di atas batas minimalnya adalah variasi serat bambu yang beragam pada material komposit, yang mengakibatkan peningkatan kekerasan komposit dan transfer beban tegangan gaya impact yang optimal ke setiap serat penguat komposit. Temuan ini sejalan dengan teori yang disampaikan oleh Juwanda dan Kosjoko [9,10], yang menyatakan bahwa peningkatan jumlah serat penguat dalam komposit akan meningkatkan nilai kekuatan material komposit tersebut. Selain itu, semakin bervariasi serat yang digunakan dalam material komposit juga meningkatkan nilai impact dari komposit tersebut karena adanya unsur atau senyawa dalam serat yang memiliki ketangguhan yang lebih baik dibandingkan matriksnya.



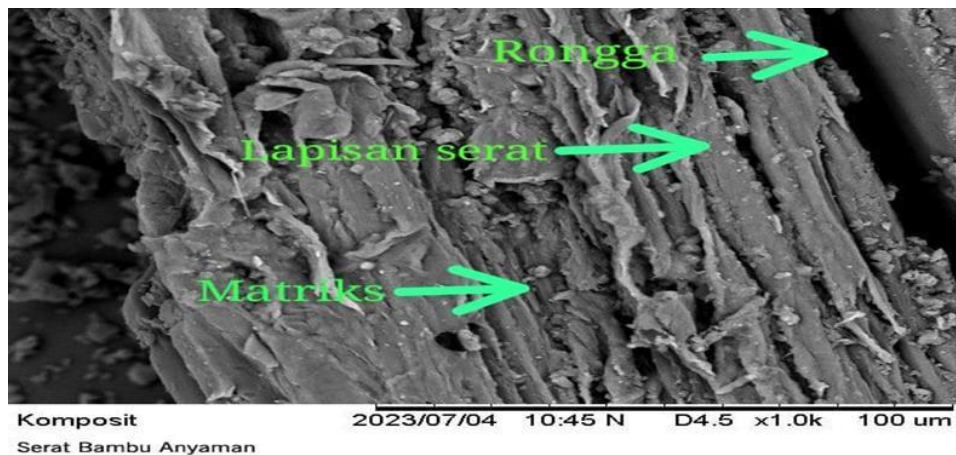
Gambar 2. Grafik hasil uji impact.

2.3. Scanning Electron Microscope (SEM)

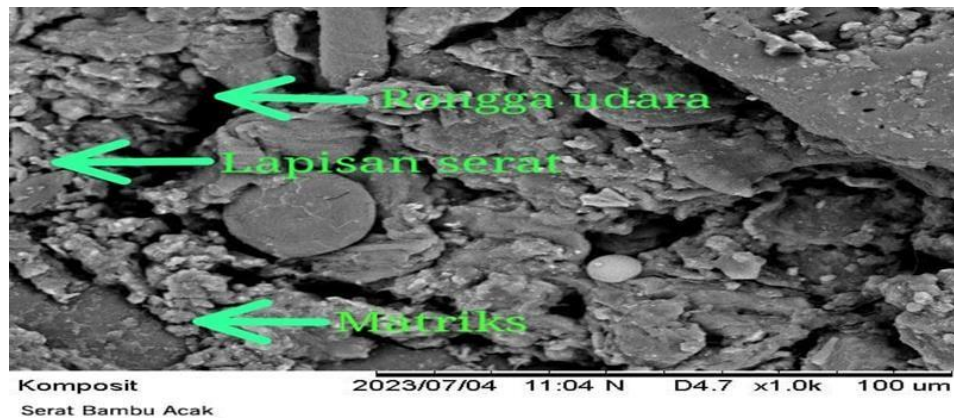
Dari hasil perbesaran 1000x pada Gambar 3a, tampak permukaan komposit dengan variasi anyaman. Gambar tersebut mengindikasikan tebalnya serat karbon yang mencapai 52 μm serta adanya rongga udara pada spesimen uji. Temuan ini menggambarkan kemungkinan adanya oksigen yang terperangkap selama proses pelapisan berlangsung. Keberadaan rongga udara ini dapat memiliki dampak signifikan pada sifat mekanik komposit, karena adanya ketidakmurnian atau kekurangan dalam proses pelapisan yang dapat memengaruhi kualitas akhir komposit. Perbesaran pada gambar tersebut memberikan pemahaman yang lebih mendalam terkait dengan struktur dan kondisi permukaan komposit, yang menjadi kunci dalam mengidentifikasi potensial masalah dan perbaikan dalam proses pembuatan komposit yang lebih baik di masa mendatang.

Perbesaran 1000x dalam Gambar 3b memperlihatkan adanya fenomena de-bonding pada serat. Pada variasi serat acak, terdapat ruang matriks yang lebih besar untuk menahan serat, mengakibatkan serat rentan putus saat ditarik. Penampakan penampang serat pada gambar menunjukkan bahwa meskipun satu helai serat terlihat terbagi menjadi beberapa bagian, serat bambu tetap mempertahankan kekakuannya. Fenomena ini memberikan gambaran bahwa serat bambu memiliki karakteristik kekakuan yang cukup signifikan. Informasi ini berpotensi menjadi titik fokus dalam peningkatan interaksi antara serat dan matriks agar meningkatkan daya tahan serat terhadap gaya tarik serta mengoptimalkan kekuatan material secara keseluruhan dalam komposit yang dibuat.

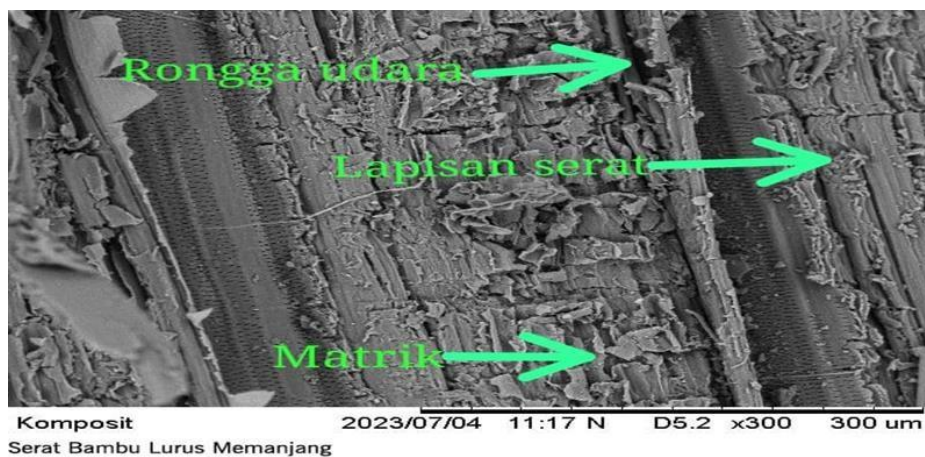
Pada analisis gambar 3c, terlihat jelas bahwa terjadi pemutusan pada satu serat ketika terjadi penarikan. Dalam gambar tersebut, terlihat bahwa serat tidak berikatan dengan matriksnya, fenomena yang dikenal sebagai de-bonding. Kondisi ini mungkin disebabkan oleh kelemahan daya ikat antara serat dan matriks, sehingga saat dilakukan pengujian tarik, serat tidak mampu bertahan di dalam matriksnya dan terlepas. Hal ini mengindikasikan perlunya perbaikan dalam memperkuat ikatan antara serat dan matriks pada proses pembuatan komposit, untuk memastikan bahwa material dapat mempertahankan kekuatan integralnya saat menghadapi tekanan atau gaya tarik yang signifikan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. SEM EDX dengan (a) Variasi Serat Anyaman, (b) Variasi Serat Acak, dan (c) Variasi Serat Lurus Memanjang

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian tarik dan impact pada komposit serat bambu, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat bambu secara signifikan meningkatkan kekuatan komposit. Variasi dalam susunan serat, terutama serat lurus memanjang, menunjukkan kekuatan tarik yang paling tinggi dengan nilai tertinggi mencapai 1,91 Kgf/mm², sementara energi yang terserap pada variasi serat lurus memanjang juga mencapai nilai paling tinggi sebesar 2,244 Joule. Namun, analisis SEM mengungkapkan bahwa variasi susunan serat mempengaruhi kekakuan dan elastisitas komposit, meskipun meningkatkan kegetasan material. Kurangnya pelekatan antara serat bambu dan matriks mengakibatkan oksigen terperangkap di lapisan, mengurangi kekuatan maksimal komposit. Oleh karena itu, sementara penambahan serat bambu secara signifikan meningkatkan kekuatan komposit, perbaikan dalam pelekatan serat dengan matriks perlu ditingkatkan untuk memastikan peningkatan kekuatan dan keandalan komposit secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- [1]. Aiman, A. P., & Sukania, I. W. (2013). Kekuatan Tekan dan Flexural Material Komposit Serat Bambu Epoksi. Jurnal Teknik Mesin, 14(2), 59-63.
- [2]. Aprilia, W. (2013). Sifat mekanis komposit berpenguat bilah bambu dengan matriks polyester akibat variasi susunan. Pillar of physics, 2(1).

- [3]. Purnama, M. Z. I. M., Junipitoyo, B., & Hariyanto, D. (2021). Pengaruh Susunan Serat Bambu Pada Komposit Terhadap Uji Tarik Dan Uji Kekerasan Vicker. In Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan) (Vol. 5, No. 2).
- [4]. Nurhanisa, M., Wahyuni, D., & Masela, P. Pengaruh Susunan Serat pada Papan Komposit Serat Bambu terhadap Sifat Fisis dan Mekanis. POSITRON, 11(2).
- [5]. Aditama, H. W., & Isnu, Y. (2019). Effect Of Loads And Braking Temperatures On The Effectiveness Of Weakness In The Field Of Brake Disk Ased On Composition Of Aluminum Alloy+ Bottom Ash (Doctoral dissertation, Untag 1945 Surabaya).
- [6]. Bagaskara Sukoco, B. A. (2018). Komposit Skin Hybrid Berpenguat Serat Bambu Acak 50% Dan Serat Rami Anyaman 50% Bermatrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [7]. Firmansyah, B., & Banowati, L. (2019). Pengaruh Parameter Proses Manufaktur Terhadap Karakteristik Komposit Berpenguat Serat Bambu Tali/Epoxy (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas).
- [8]. Haryati, M. (2014). Sintesis dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Ramah Lingkungan dari Selulosa Bakteri dan Serat Bambu.
- [9]. Juwanda, D. (2021). Pengaruh Daya Tarik Beton Akibat Penambahan Superplasticizer Viscocrete 8670-Mn Dan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (Studi Penelitian). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT], 1(4).
- [10]. Kosjoko, K. (2017). Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Bahan Komposit Serat Bambu Tali (*Gigantochloa Apus*) Bermatriks Polyester. PROSIDING SENSEI 2017, 1(1).