

Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin Polyester Dengan Memvariasikan Susunan Serat Secara Acak Dan Lurus Memanjang

Rokki Manurung¹, Sutan Simanjuntak^{2,*}, Jesayas Sembiring³, Elvin Candra Zaluku¹, Richard A. M. Napitupulu², Suryadi Sihombing²

¹Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fak. Teknik, Universitas HKBP Nommensen, Medan

²Prodi Teknik Mesin, Fak. Teknik, Universitas HKBP Nommensen, Medan 20234

³Prodi Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik St. Thomas, Medan 20124

*sutan.simanjuntak@uhn.ac.id

ABSTRACT

Composites are materials which are mixed with one or more different and heterogeneous reinforcement. Matrix materials can generally be polymers, ceramics and metals. The matrix in the composite serves to distribute the load into all reinforcing material. Matrix properties are usually ductile. The reinforcing material in the composite has the role of holding the load received by the composite material. The nature of the reinforcing material is usually rigid and tough. Strengthening materials commonly used so far are carbon fiber, glass fiber, ceramics. The use of natural fibers as a type of fiber that has advantages began to be applied as a reinforcing material in polymer composites. This study seeks to see the effect of the use of bamboo natural fibers in polyester resin matrix on the strength of polymer composites with random and straight lengthwise fiber variations. From the tensile test results it can be seen that bamboo fibers can increase the strength of polymer composites made from polyester resin and the position of the longitudinal fibers gives a significantly more strength increase than random fibers.

Keywords: polymer, composite. bamboo fiber, strength.

1. PENDAHULUAN

Material komposit adalah material yang sangat penting karena mempunyai sifat-sifat yang khusus. Sifat-sifat tersebut diantaranya adalah kekakuannya, kekuatannya, ringan, tidak terkorosi serta usia fatik yang lebih baik dibanding bahan konvensional lainnya.

Menurut Herman, komposit adalah bahan yang dicampurkan dengan dua atau lebih tahap yang berbeda [1]. Oleh karena itu komposit bersifat heterogen. Komposit adalah material yang satu tahap berlaku sebagai sebuah penguatan terhadap tahap kedua. Tahap kedua disebut matriks.

Bahan *polymer* memiliki keunggulan dari pada bahan logam dan keramik yakni lebih liat juga lebih murah tetapi juga memiliki kekurangan antara lain kurang kuat, kurang baik terhadap suhu tinggi juga kurang sesuai digunakan untuk menanggung beban tinggi [2]. Oleh sebab itu sifat bahan *polymer* ini harus diperbaiki lagi. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan mencampurkan bahan serat kedalamnya, yaitu dengan menjadikannya komposit.

Umumnya dalam komposit terdapat bahan yang disebut sebagai matriks dan bahan penguat. Bahan matriks umumnya dapat berupa logam, polimer, keramik, karbon. Matriks dalam komposit berfungsi untuk mendistribusikan beban ke dalam seluruh

material penguat komposit. Sifat matriks biasanya ulet (*ductile*). Bahan penguat dalam komposit berperan untuk menahan beban yang diterima oleh material komposit [3].

Sifat bahan penguat biasanya kaku dan tangguh. Bahan penguat yang umum digunakan selama ini adalah serat karbon, serat gelas, keramik. Serat alam sebagai jenis serat yang memiliki kelebihan-kelebihan mulai diaplikasikan sebagai bahan penguat dalam komposit polimer.

Seiring dengan inovasi yang dilakukan dalam bidang material serat alam dijadikan sebagai bahan penguat komposit. Suatu material komposit pada umumnya diperkuat oleh serat, dimana serat sangat mempengaruhi dan menentukan kekuatan dari komposit tersebut. Bahan serat tersebut dapat diperoleh dari bahan alam dan non alam. Komposit berpenguat serat alam semakin intensif dikembangkan sehubungan dengan penggunaannya dalam berbagai bidang kehidupan serta tuntutan pemakaian material yang murah, mudah diperoleh, ringan, memiliki sifat mekanik yang kuat, tahan korosi dan ramah lingkungan, sehingga dapat menjadi bahan alternative selain logam dan *fiber glass* yang tidak ramah lingkungan [4]. Serat alam merupakan serat yang diperoleh dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui seperti serat kayu, serat tandan buah kelapa sawit, serat rami, serat sisal, serat bambu, serat pisang dan lain sebagainya [5]. Sedangkan serat buatan (*sintetis*) diperoleh dari proses kimia seperti serat boron, serat karbon atau serat grafit, serat gelas, serat alumina, serat aramid, dan serat silikon karbida.

Serat bambu di ambil dari pohon bambu, bambu memiliki komponen lignoselulosa berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa merupakan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan serat bambu, sehingga perlu adanya proses pemisahan lignin dan hemiselulosa untuk mendapatkan selulosa. Delignifikasi merupakan proses penghilangan lignin pada bahan lignoselulosa [6].

Serat bambu dapat diperoleh dengan cara biologis, mekanis, maupun kimiawi. Proses pemisahan serat bambu secara biologis adalah dengan cara menghancurkan bambu lalu dilanjutkan dengan penambahan enzim alami. Proses mekanis dilakukan dengan cara menghancurkan bambu dan penambahan enzim. Sedangkan proses kimia salahsatunya dilakukan dengan penambahan bahan kimia NaOH (*Natrium Hidroksida*) dan CS₂ (*Carbon disulfide*).

Dalam penelitian ini penulis meneliti tentang material komposit yang diperkuat serat pohon bambu dengan bahan pengikat *resin-polyester*. Dimana *resin polyester* memiliki sifat yang dapat mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa pemberian tekanan ketika proses pencetakannya menjadi suatu peralatan tertentu.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah polyester resin sebagai perekat serat pohon bambu dengan katalis *Methyl Ethyl Keton Peroksida*. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu mesin uji tarik *universal testing machine*, gergaji, pecahan kaca, jangka sorong, gelas ukur, bor tangan, neraca ohaus, gelas plastik sebagai wadah pencampuran resin dengan katalis dan cetakan karet.

2.2. Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja pada penelitian ini adalah:

a. Serat Bambu

Serat bambu diperoleh dari bambu berjenis bambu apus.

1. Menebang bambu muda menggunakan golok dan menghilangkan tangkai-tangkainya hingga panjangnya 160 cm.
2. Bambu muda tadi dipotong lagi hingga panjangnya masing-masing 40 cm lalu dikupas kulit arinya atau kulit yang berwarna hijau.



Gambar 1. Pohon bambu

3. Mengerus bambu menggunakan pecahan kaca seperti pada gambar .2 dibawah ini.



Gambar 2. Proses pengambilan serat bambu

5. Pembuatan pola specimen uji tarik dari kayu



Gambar 3. Pola specimen uji tarik

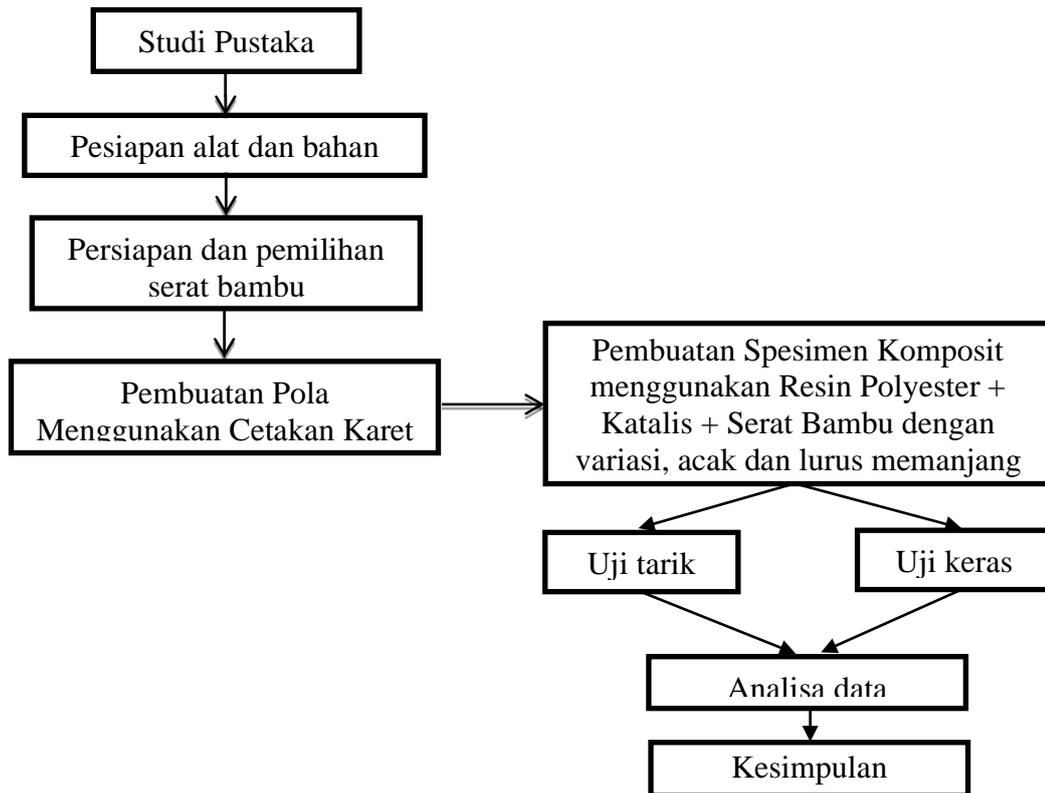
6. Pembuatan cetakan karet dari Silica Rubber sesuai dengan standar uji tarik specimen.



Gambar 4. Cetakan specimen dari bahan silica rubber

2.3. Diagram Alir

Adapun diagram alir ini dapat dilihat pada gambar berikut :



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Dari hasil uji tarik resin polymer yang dilakukan dilaboratorium Teknik Metalurgi Universitas HKBP Nommensen Medan, data yang didapat adalah beban utama dan pertambahan panjang untuk sampel yaitu resin dan serat bambu. Data untuk sampel dan hasil penelitian dapat kita lihat dibawah ini.

A. Spesimen Uji Tarik Resin Tanpa Serat.

Spesimen 1A



Spesimen 2A



Spesimen 3A



Spesimen 4A

**Gambar 5.** Tampak patahan spesimen uji tarik tanpa serat**Tabel 1.** Dimensi awal spesimen tanpa serat (model A)

No	Spesimen	T	W	L	Lo
1	1A	11 mm	14 mm	78 mm	195 mm
2	2A	11 mm	13 mm	76 mm	195 mm
3	3A	12 mm	14 mm	78 mm	195 mm
4	4A	11 mm	14 mm	74 mm	195 mm

Tabel 2. Data hasil uji tarik spesimen tanpa serat (model A)

Spesimen	F (kg)	ΔL (mm)
1A	14,3948	0,235
2A	17,3137	0,214
3A	10,6680	0,152
4A	13,6729	0,123
Rata-rata	14,0123	0,181

Perhitungan tegangan ultimate dan tegangan yield dari spesimen tanpa serat dapat dicari dengan rumus $\sigma_u = \frac{F}{A_0}$ dan $\sigma_y = \frac{F \times \text{offset regangan } 0,002}{A_0} \text{ Kg/mm}^2$

dan regangan yang terjadi dengan rumus : $e = \frac{\Delta l_u}{l_0}$ sehingga hasilnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Data hasil perhitungan kekuatan uji tarik spesimen tanpa serat

Spesimen	σ_u (kg/mm ²)	σ_y (kg/mm ²)	e (%)
1A	0,0934	0,0186	0,00301
2A	0,1210	0,0224	0,00282
3A	0,0635	0,0127	0,00195
4A	0,0887	0,0177	0,00232
Rata-rata	0,0917	0,0179	0,00252

B. Spesimen Uji Tarik Resin Dengan Variasi Serat Acak.

Untuk spesimen dengan variasi serat acak, dari hasil uji tarik diperoleh data besar gaya yang bekerja dan perpanjangan yang terjadi pada specimen, seperti pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Data hasil uji tarik specimen dengan variasi serat secara acak

Spesimen	F (kg)	L (mm)
1B	58,5031	0,750
2B	20,6010	0,188
3B	16,8678	0,163
4B	93,0457	0,125
5B	23,2556	0,160
Rata-rata	42,4546	0,277

Dengan menggunakan rumus perhitungan tegangan ultimate dan tegangan yield serta besar regangan yang terjadi dari masing-masing specimen dengan variasi serat acak diperoleh hasil seperti pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Data hasil perhitungan kekuatan uji tarik dan regangan specimen dengan variasi serat secara acak

Spesimen	σ_u (kg/mm ²)	σ_y (kg/mm ²)	e (%)
1B	0,3798	0,0759	0,00961
2B	0,1248	0,0267	0,00244
3B	0,1004	0,0200	0,00215
4B	0,6041	0,1208	0,00172
5B	0,1510	0,0302	0,00206
Rata-rata	0,2720	0,0547	0,00360

C. Spesimen Uji Tarik Resin Dengan Variasi Serat Lurus Memanjang.

Untuk specimen dengan variasi serat lurus memanjang, dari hasil uji tarik diperoleh data besar gaya yang bekerja dan perpanjangan yang terjadi pada specimen, seperti pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Data hasil uji tarik specimen dengan variasi serat lurus memanjang

Spesimen	F (kg)	ΔL (mm)
1C	12,7668	0,320
2C	19,0869	0,300
3C	40,8767	0,300
4C	40,4833	0,313
5C	29,1332	0,241
Rata-rata	28,4694	0,295

Dengan menggunakan rumus perhitungan tegangan ultimate dan tegangan yield serta besar regangan yang terjadi dari masing-masing specimen dengan variasi serat acak diperoleh hasil seperti pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Data hasil perhitungan kekuatan uji tarik dan regangan spesimen dengan variasi serat lurus memanjang

Spesimen	σ_u (kg/mm ²)	σ_y (kg/mm ²)	e (%)
1C	0,0982	0,0196	0,00410
2C	0,1334	0,0266	0,00385
3C	0,2477	0,0495	0,00385
4C	0,2891	0,0578	0,00401
5C	0,2037	0,0407	0,00378
Rata-rata	0,1944	0,0388	0,00392

4.2 Pembahasan

Dari hasil penelitian dapat diketahui kekuatan tarik dari spesimen yang diperkuat maupun tanpa diperkuat dengan serat bambu. Pada pengujian tarik untuk spesimen tanpa serat diperoleh nilai beban rata-rata (F) = 14,0123Kg, nilai perpanjangan rata-rata atau (Δ_{lu}) = 0,181 mm, nilai tegangan ultimate rata-rata (σ_u) = 0,0917Kg/mm², nilai tegangan yield rata-rata (σ_y) = 0,0179 Kg/mm² dan nilai regangan nominal rata-rata (e) = 0,00252%. Sedangkan pada pengujian tarik untuk spesimen dengan variasi serat secara acak diperoleh nilai beban rata-rata (F) = 42,4546 Kg, nilai perpanjangan rata-rata atau (Δ_{lu}) = 0,277 mm, nilai tegangan nominal rata-rata (σ_u) = 0,2720Kg/mm², nilai tegangan yield rata-rata (σ_y) = 0,0547 Kg/mm², dan nilai regangan nominal rata-rata (e) = 0,00360%. Untuk pengujian tarik pada spesimen dengan variasi serat lurus memanjang diperoleh nilai beban rata-rata (F) = 28,4694 Kg, nilai perpanjangan rata-rata atau (Δ_{lu}) = 0,295 mm, nilai tegangan ultimate rata-rata (σ_u) = 0,1944 Kg/mm², nilai tegangan yield rata-rata (σ_y) = 0,0388Kg/mm² dan nilai regangan nominal rata-rata (e) = 0,00392%.

Nilai kekuatan tarik untuk setiap spesimen variasi acak dan lurus memanjang mempunyai kekuatan tarik yang lebih keras di dibandingkan dengan spesimen (resin tanpa serat). Ini disebabkan adanya filler/penguat serat bamboo yang dicampurkan dengan resin. campuran resin dan katalis yang sesuai dengan bahan penguat, sehingga memiliki elastisitas dan kekuatan tarik yang cukup baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian diatas dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

- Serat bambu memberikan pengaruh yang signifikan pada penguatan specimen uji tarik berbahan baku resin polyester.
- Penempatan serat bambu secara acak memberikan peningkatan kekuatan yang lebih baik dibandingkan penempatan serat bambu secara lurus memanjang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Herman, Sinaga. "Defenisi Komposit". 10 Agustus 2020. <http://material-teknik.blogspot.com/2010/02/defenisi-komposit.html>
- M. P. Stevens, "Kimia Polimer", Pradnya Paramita, Jakarta, 2001.
- Sirait, D.H., "Material Komposit" Erlangga. Jakarta, 2010
- I W. Widiarta, I N. Pasek Nugraha, K. Rihendra Dantes "Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpekuat Serat Alam Batang Kulit Waru

- (*HIBISCUS TILIACEUST*) Dengan Matrik Polyester”, JJTM, Vol. 6 No. 1, Maret 2018
5. Wiwi Aprilia, Yenni Darvina, Ratnawulan, “Sifat Mekanis Komposit Berpenguat Bilah Bambu Dengan Matriks Polyester Akibat Variasi Susunan”, PILLAR OF PHYSICS, Vol. 2. Oktober 2013
 6. Ono Suparno, Roberto Danieli , “Penghilangan Hemiselulosa Serat Bambu Secara Enzimatik Untuk Pembuatan Serat Bambu”, Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 27 (1):89-95 (2017)