

Pengaruh Serapan Air Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoxy dengan Penguat Serat Jelatang

I Wayan Sasdiwijantara, Ngakan Putu Gede Suardana, I Putu Gede Agus Suryawan
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Jimbaran, Badung Bali

Abstrak

Komposit adalah kombinasi dari dua atau lebih bahan material yaitu pengikat secara fisika, dalam penelitian ini pengikat menggunakan resin epoxy dan penguat serat jelatang. Tujuannya adalah untuk menciptakan material komposit baru yang memiliki kekuatan tarik yang lebih besar dari epoxy. Serat jelatang mempunyai nilai young modulus 87 (± 28) GPa., kekuatan tarik 1594 (± 640) MPa. Regangan patah 2,11 ($\pm 0,81\%$). untuk persentase berat serat yang digunakan adalah 10%, 15% dan 20 %. ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan tarik dan persentase serapan air komposit. Uji serapan air dilakukan dengan cara perendaman spesimen selama 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Spesimen uji tarik menggunakan spesimen yang sama dengan spesimen uji serapan air. yang mana dimensinya mengacu pada standar ASTM D 3039. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengamatan SEM dengan pembesaran 100x, 250x dan 500x. Lamanya perendaman akan mempengaruhi besarnya persentase serapan air yang terjadi pada komposit. Komposit dengan campuran fraksi berat serat lebih besar memiliki persentase serapan air yang lebih besar pula, sehingga resapan air yang terbesar terjadi pada komposit dengan 15 hari perendaman dan persentase berat serat 20 % dengan persentase resapan air 24,12 %. Dapat diketahui juga bahwa serapan air pada komposit akan menyebabkan kekuatan tarik komposit menurun. Komposit serat yang memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi adalah komposit fraksi berat serat 10 %, tanpa perendaman yaitu 164,93 kgf/cm².

Kata Kunci : Kekuatan tarik, serapan air, epoxy dan serat jelatang

Abstract

Composite is a combination of two or more ingredients, namely binder in this study using epoxy resin and reinforcement which is in the form of nettle fibers. The aim is to create a new composite material that has greater tensile strength than epoxy. Nettle fibers have a young modulus value of 87 (± 28) GPa, tensile strength of 1594 (± 640) MPa. Broken strain 2.11 ($\pm 0.81\%$). for the percentage of fiber weight used is 10%, 15% and 20%. This study was intended to determine the tensile strength and percentage of composite water uptake. Water absorption tests are carried out by immersing specimens for 5 days, 10 days and 15 days. Tensile test specimens use the same specimen as the water absorption test specimen. which dimensions refer to the ASTM D 3039 standard. To find out the microstructure of the composite SEM observations are also carried out with 100x, 250x and 500x magnifications. The duration of immersion will affect the percentage of water absorption that occurs in the composite, and composites with a mixture of larger weight fractions have a higher percentage water absorption, so that the largest water absorption occurs in composites with 15 days of immersion and 20% by weight fiber percentage of water absorption 24.12%. It can also be seen that water absorption in the composite will cause composite tensile strength to decrease. Fiber composites which have the highest tensile strength are 10% fiber weight fraction composites, without immersion ie 164.93 kgf / cm²

Keywords: Tensile strength, water absorption, epoxy and nettle fiber

1. Pendahuluan

Berkembangnya zaman di era modern membuat kebutuhan akan barang dengan sfesifik baru yang memenuhi permintaan dalam pasar sangat dibutuhkan. hal ini membuat para peneleti berlomba – lomba untuk menemukan temuan baru yang memenuhi permintaan pasar tersebut. salah satunya adalah dengan membuat material yang memiliki sfesifikasi ringan dan memiliki kekuatan. Untuk itu banyak penemuan baru berbasis komposit serat alam.

Komposit adalah gabungan dari dua jenis bahan atau lebih yang dicampurkan untuk mendapatkan sifat baru yang disesuaikan dengan permintaan [1]

Komposit terdiri dari material pengikat (*matrix*) serta material penguat (*reinforcement*). pada penelitian ini digunakan serat jelatang sebagai *reinforcement* atau penguat dan resin epoxy sebagai pengikat. serat jelatang memiliki kekuatan tarik 1594 (± 640) MPa . yang lebih besar dibandingkan serat alam yang populer

di indonesia. kekuatan tarik serat bambu adalah 696 MPa (range 391-1000) serat pohon pisang mempunyai kekuatan tarik rata-rata 554 MPa, serat sisal mempunyai kekuatan tarik 510-635 MPa dan serat daun nanas mempunyai kekuatan tarik 413-1627 Mpa [2].

Sebagai matrik digunakan resin epoxy yang memiliki kelebihan daya tahan kimia yang besar dan stabilitas kimia yang stabil, merupakan resistor.

Dalam penelitian ini digunakan serat jelatang dengan persentase serat yaitu dengan persentase serat 10 wt% serat. 15 wt% serat 20 wt% serat dengan pengikat epoxy [3].

Pengujian dalam penelitian ini adalah uji penyerapan air dan uji kekuatan tarik komposit. Penyerapan air merupakan salah satu masalah utama yang menyebabkan kekuatan mekanik komposit berubah karena bagaimanapun juga sifat menyerap air dari serat ini tidak dapat dihilangkan dari komposit

berpenguat serat, penyerapan air ini menyebabkan ikatan antara serat dan resinnya melemah

Dari referensi tersebut penulis melakukan penelitian untuk mengetahui kekuatan tarik komposit epoxy resin berpenguat serat jelatang bila fraksi berat serat divariasikan serta variasi lama perendaman komposit di dalam air

2. Dasar teori

2.1 Komposit

Komposit adalah kombinasi antara dua atau lebih bahan yang memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh komponennya.

2.2 Serat jelatang.

Tanaman jelatang adalah tanaman liar yang belum banyak dimanfaatkan, disamping seratnya yang kuat, tanaman ini banyak di gunakan untuk obat, tambahan makanan ternak dan biomasa [4].

Menurut penelitian serat jelatang memiliki modulus Young 87 GPa (± 28), kekuatan tarik 1594 MPa (± 640) dan, regangan Pada kegagalan sama dengan 2,11% ($\pm 0,83$). Nilai ini sesuai dengan Sifat mekanis rata-rata dari serat yang diameternya sekitar 20 μ m dengan range (18-22 μ m) [5]

2.3 Resin Epoxy

Resin epoxy terdiri dari 2 campuran yaitu hardener (polyaminoanida) dan epoxy resin (bisphenolaepicolohidri). Keduanya dicampur dengan perbandingan 1:1 dan berwarna ungu gelap, yang diproduksi oleh justus kimia raya.

Tabel 1. Spesifikasi Resin Epoxy

Sifat- sifat	Satuan	Nilai Tipikal
Massa jenis	Gram/cm ³	1.17
Penyerapan air (suhu ruang)	°C	0,2
Kekuatan tarik	Kgf/mm ²	5,95
Kekuatan tekan	Kgf/mm ²	14
Kekuatan lentur	Kgf/mm ²	12
Temperatur pencetakan	°C	90

2.4 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan regangan dan modulus elastisitas suatu material. Dengan cara ditarik secara perlahan dan semakin bertambah hingga material uji menjadi putus.

2.5 Water absorbtion

Pengujian water absorbtion adalah pengujian yang dilakukan dengan cara perendaman pada air tawar sehingga material akan menyerap air, disini diukur pertambahan berat yang terjadi pada sfesimen sehingga dapat dihitung persentase pertambahan beratnya dengan cara berikut ini.

$$\text{Water Absorption} = \frac{(\text{Wet weigh} - \text{initial weight})}{\text{initial weight}} \times 100 \% \quad (1)$$

Dimana :

Water Absorption = persentase respan air
Wet weight = Berat akhir (gram)
Initial weight = Berat mula-mula (gram)

3. Metode Penelitian

3.1 Alat

- Penggaris dan meteran, jangka sorong dan sarung tangan steril dan sarung tangan kain.
- Oven agar dapat mengkondisikan suhu ruang pengeringan batang dan serat
- Thermomemeter suhu tinggi untuk mengetahui suhu dalam oven.
- Wadah air berukuran panjang, lebar dan tinggi 60 cm x 25 cm x 30 cm, untuk perendaman jelatang dan pengujian serapan air komposit.
- Water heater untuk mempertahankan suhu air
- Thermometer air untuk mengukur suhu air saat perendaman.
- Kaca bening dengan ukuran (200 x 200 x 200) mm³ 1 buah, untuk tempat perendaman serat jelatang.
- Cetakan kaca dengan ketebalan kaca 5 mm berukuran dalam 120 mm x 130 mm x 2,5 mm beserta tutupnya berukuran 130 mm x 130mm.
- Neraca ukur, dengan ketelitian 0,01 gram, untuk mengukur berat bahan matriks (resin epoxy) dan serat jelatang.
- Bejana untuk pencampuran serat dan epoxy berukuran diameter 200 mm dengan ketinggian 100 mm.
- Pengaduk campuran.
- Gelas plastik untuk wadah penimbangan resin.
- Jarum suntik untuk mengatur berat katalis yang digunakan.
- Lakban untuk mengikat saat proses pemadatan cetakan.
- Beban tambahan untuk menekan saat campuran dicetak (menggunakan 3 buah batu bata dengan berat masing masing 10 kg)
- Mesin uji tarik.
- Mesin frais untuk pemotongan komposit.
- Perkakas pelengkap, seperti gunting, pisau, gergaji, gerinda listrik, ampelas, lap, isolasi dan double tape

3.2 Bahan Penelitian

- Resin epoxy (sebagai matriks),
- Serat jelatang (*reinforcement*) yang digunakan dalam penelitian berukuran panjang 1 cm.
- Katalis *Polyaminoamide*
- Bahan Pelengkap seperti aquades, NaOH dan air tawar.

3.3 Proses pembuatan spesimen

A. Perlakuan Serat Jelatang

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode perendaman dalam air. Adapun proses pengambilan seratnya adalah sebagai berikut :

- Memisahkan daun dan tangkai dari batang jelatang
- Seleksi batang jelatang dengan ketentuan, ketinggian batang minimal 500 mm dan diameter 5 mm sampai 5,5 mm.
- Memotong batang jelatang dengan panjang max 200 mm.
- Meletakkan batang jelatang di dalam ruangan (oven) yang temeperaturnya dikondisikan pada 60

$^{\circ}\text{C}$ selama 36 jam, tujuannya untuk mengeringkan batang jelatang agar tidak ada kandungan air di dalamnya

5. Direndam selama 41 jam dengan menggunakan aquades dengan suhu 32°C .
6. Mengambil serat yang terkandung pada kulit batang dengan cara digesekkan menggunakan alat yang tidak melukai serat.
7. Rendam serat jelatang dengan 5% larutan NaOH selama 2 jam dengan suhu 30°C .
8. Setelah direndam dengan NaOH, serat jelatang dicuci sampai terasa kesat menggunakan aquades dengan suhu 30°C .
9. Keringkan serat jelatang dengan meletakan di ruangan dengan temperatur 60°C selama 24 jam.
10. Potong serat jelatang dengan panjang 5 mm.

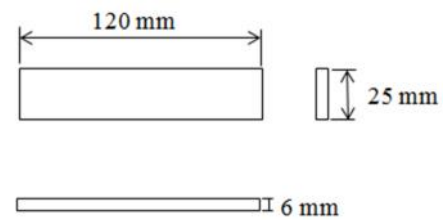
B. Pencampuran epoxy resin dengan serat jelatang:

1. Persiapkan alat-alat seperti cetakan dari kaca, jarum suntik, timbangan digital dengan ketelitian 0.01, gelas ukur atau bejana sejenis, resin, dan serat jelatang.
2. Bersihkan cetakan dengan lap bersih dan bahan-bahan tambahan seperti dempul bila diperlukan.
3. Ukur berat serat yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan kaca yang tersedia dengan timbangan digital (berat serat yang digunakan sebaiknya 1,5 x berat serat yang memenuhi cetakan)
4. Hitung berat resin yang diperlukan sesuai dengan rumus 3.1, dengan berpatokan pada berat serat yang telah diukur (di langkah ke 3) dengan persentase serat 10 %, 15% dan 20 %.
5. Campurkan terlebih dahulu resin dengan 0,2 % katalis
6. Campurkan resin epoxy yang telah mengandung katalis dengan serat jelatang yang telah tersedia, dan diaduk selama 5 menit.
7. Tuangkan campuran serat, resin epoxy dan katalis ke dalam cetakan kaca yang telah disediakan.
8. Rapiakan campuran di dalam cetakan agar serat terdistribusi secara merata.
9. Jangan sampai ada ruang cetakan yang kosong terutama di bagian pinggir cetakan.
10. Tutup cetakan dengan penutup kaca yang telah disediakan dan ikat cetakan dengan menggunakan lakban.
11. Letakan di luar ruangan dan ditekan dengan beban max 20 kg (dalam penelitian ini ditekan dengan beban 16 kg).
12. Diamkan selama 1 hari agar kekuatan komposit yang diinginkan menjadi maksimal.
13. Setelah 24 jam keluarkan komposit dari cetakan dan siap dilakukan proses pemrosesan untuk membentuk benda uji.

C. Pembentukan Benda Uji

Benda uji dibentuk sesuai dengan standar astm D3039 seperti gambar dibawah ini dengan pemotongan

menggunakan mesin frais, yang dilakukan di Politeknik Negeri Bali

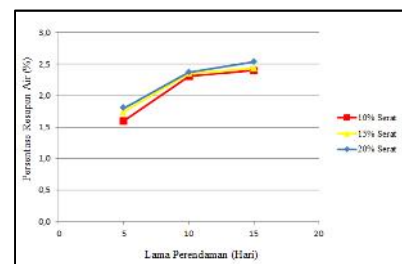


Gambar 1. Spesimen Uji Tarik

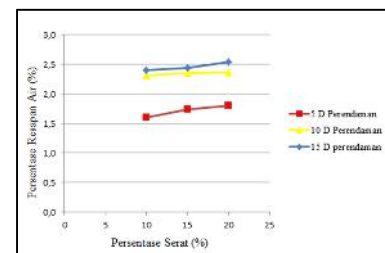
4. Hasil dan pembahasan

Setelah dilakukan penelitian dengan cara perendaman air selama 5 hari, 10 hari dan 15 hari maka didapatkan hasil persentase serapan sebagai berikut.

Serapan air yang paling besar terjadi pada spesimen dengan persentase serat paling besar 20 % dan direndam paling lama yaitu 15 hari dengan nilai 2,54 %. Ini dikarenakan salah satu sifat serat alam yaitu bersifat hydrophilic atau mampu meresap air dibandingkan polyester yang bersifat hydrophobic atau tidak meresap air, sehingga semakin besar persentase serat yang digunakan maka persentase serapan air akan semakin besar pula [6]



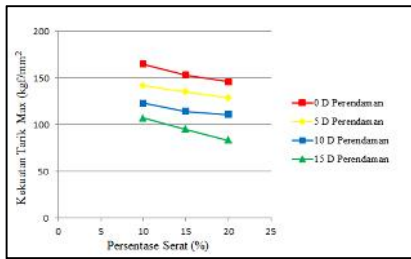
Gambar 2. Grafik Hubungan Lama Perendaman dengan Persentase Serapan Air



Gambar 3. Grafik Hubungan Persentase serat dengan serapan air

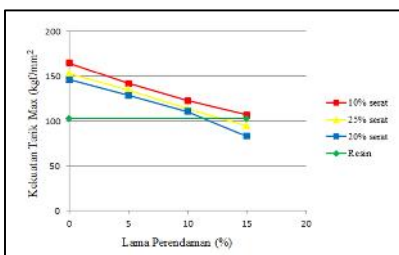
4.1 Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan pengujian didapat bahwa kekuatan tarik tertinggi terjadi pada fraksi berat serat 10 % tanpa perendaman air yaitu $164,93 \text{ kgf/cm}^2$, kemudian menurun setelah direndam 5 hari dan tetap menurun sampai perendaman selama 15 hari.



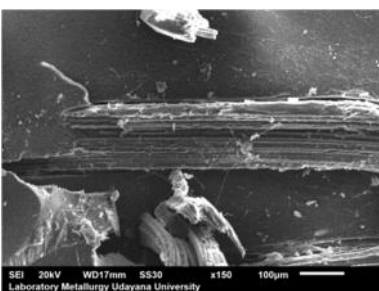
Gambar 4. Grafik Hubungan Persentase Serat dengan Kekuatan Tarik Maksimum

Dari gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa persentase berat serat pada masing-masing variasi perendaman berpengaruh negatif terhadap kekuatan tarik komposit, artinya semakin besar berat serat maka kekuatan tarik komposit akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya.

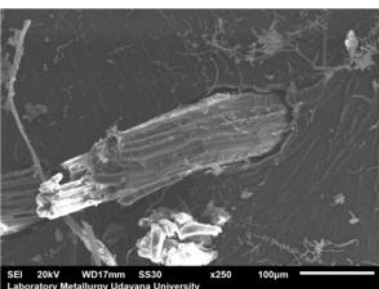


Gambar 5. Grafik Hubungan Lama Perendaman dengan Kekuatan Tarik Maksimum

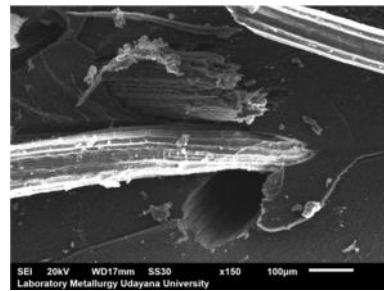
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa lama perendaman berpengaruh negatif terhadap kekuatan tarik komposit, artinya semakin lama perendaman maka akan semakin kecil kekuatan tarik komposit, hal ini dikarenakan Molekul-molekul air yang terserap pada serat menyebabkan pembusukan pada serat. Selain itu juga komposit yang direndam dalam jangka waktu 5 hari dan 15 hari menyebabkan ikatan antara matrik dan serat menjadi terlepas. Hal ini dapat dilihat pada gambar SEM berikut ini.



Gambar 6. Foto SEM tanpa perendaman pembesaran 250 x



Gambar 7. Foto SEM perendaman 5 hari pembesaran 250 x



Gambar 8. Foto SEM perendaman 15 hari pembesaran 250 x

Pada gambar 6, terlihat yaitu komposit tanpa perlakuan perendaman terlihat bahwa terjadi ikatan yang baik antara serat dengan resin (*good bonding*) [7]. Pada gambar 7, yaitu dengan perlakuan perendaman selama 5 hari ikatan antara resin dan serat tidak bagus sehingga saat dilakukan pengujian tarik pada benda uji serat akan terlepas dari pengikatnya yang disebut juga (*pull out*). Pada gambar 8, yaitu dengan perlakuan perendaman 15 hari terlihat jelas antara resin dan seratnya tidak terekat dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Suardana, Saito Shinroku, 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta.
- [2] Avinash R. Pai, Ramanand N. Jagtap., 2015, *Surface Morphology & Mechanical properties of some unique Natural Fiber Reinforced Polymer Composites- A Review*, J. Mater. Environ. Sci. 6 (4) (2015) 902-917
- [3] Hartomo, A.J., Rusdiarsono, A., Hardianto, D., 1992, *Memahami Polimer dan Perikat*, Andi Offset. Yogyakarta.
- [4] I G P Agus Suryawan et al., 2017, *IOP Conf. Ser.: Mater.Sci.Eng.* 201 012001
- [5] Bodros E. & Baley C., 2007, *Study of the tensile properties of stinging nettle fibres (Urtica Dioica)*, science Direct, Materials Letters 62 (2008) 2143-2145
- [6] Dhakal, H.N, Z,Y, Richardson M.O.W., 2006, *Effect of Water Absorption on The Mechanical Properties of Hemp fibre Reinforced Unsaturated Polyester Composite*, Composite Science and Tecnology
- [7] I Gede Putu Agus Suryawan, NPG Suardana, I Ketut Suarsana, I Putu Lokantara, I Ketut Jaya Lagawa, 2019, *Kekuatan tarik dan lentur pada material komposit berpenguat serat jelatang*, Jurnal Energi dan Manufaktur, Vol. 12, No 1, hal 7-12



I Wayan Sasdiwijantara menyelesaikan studi D3 di Politeknik Negeri Bali, pada tahun 2014, kemudian melanjutkan program sarjana di Jurusan T Mesin Universitas Udayana pada tahun 2015, dan menyelesaikannya pada tahun 2019.

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan material komposit berpenguat serat alam.