

Analisa Kemampuan Tekuk Komposit Resin Polyester Berpenguat Berbahan Limbah Kain Konveksi

I Ketut Aris Dinata, Ngakan Putu Gede Suardana, Cok Istri Putri Kusuma
Kencanawati

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Limbah kain menjadi permasalahan umum untuk lingkungan pada masa ini, kebutuhan masyarakat akan produk kain terus meningkat setiap tahunnya membuat produksi semakin meningkat, kain yang terbuat dari serat katun yang telah dicampur dengan zat kimia untuk menghasilkan warna dan karakteristik yang sesuai dengan yang diinginkan membuat kain dapat menyebabkan pencemaran bagi lingkungan. Salah satu cara untuk memanfaatkannya dengan mendaur ulang menjadi komposit yang dapat digunakan untuk berbagai macam hal. Penelitian ini menggunakan variasi fraksi kain 0%, 10%, 20%, 30% dengan fraksi volume kain. Pengujian bending dilakukan dengan menggunakan ASTM D790-17, dan uji foto makro. Data hasil uji bending diperoleh bahwa penambahan kain mengurangi tegangan bending dan modulus bending sampai pada titik tertentu, namun untuk regangan bending penambahan kain juga menghasilkan regangan bending yang lebih rendah jika dibandingkan variasi 0% namun meningkat seiring ditambahkan volume kain dimana untuk variasi 30% memperoleh regangan bending 22% lebih baik dibanding dengan variasi 0%. Untuk regangan bending tertinggi diperoleh pada variasi 30% dan yang terendah ada pada variasi 10%, kemudian untuk modulus bending diperoleh angka tertinggi pada variasi kain 10% dan yang terendah ada pada variasi 30%. Foto hasil uji makro dapat melihat morfologi dari material komposit terlihat bahwa semakin banyak kandungan limbah kain konveksi maka matriks kehilangan kemampuan untuk mengikat penguat yang mengakibatkan nilai kekuatan bending semakin menurun.

Kata Kunci: Composite, kain, Uji bending, resin polyester

Abstract

The waste of the fabric has become a common environmental issue in the present time, with the increasing demand for fabric products each year leading to a rise in production. Fabrics made from cotton fibers, blended with chemicals to obtain desired colors and characteristics, pose a threat to the environment by causing pollution. One way to address this is by recycling the fabric waste into composites that can be used for various purposes. This research utilizes fabric volume fractions of 0%, 10%, 20%, and 30% with fabric volume fractions. Bending tests were carried out using ASTM D790-17 and macro photo tests. The bending test data reveals that the addition of fabric reduces stress and elastic modulus up to a certain point. However for strain, the addition of fabric results in lower values compared to the 0% variation, but it increases with the addition of fabric volume. The 30% variation shows a 22% improvement in bending strain compared to the 0% variation. The highest strain is obtained in the 30% variation, and the lowest is in the 10% variation. As for the elastic modulus, the highest value is obtained in the 10% fabric variation, while the lowest is in the 30% variation. Macro photo test results provide insights into the morphology of the composite material, showing that an increased content of convection fabric waste causes the matrix to lose its ability to bind reinforcement, resulting in a decrease in bending strength values.

Keywords: Composite, fabric, bending test, polyester resin

1. Pendahuluan

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang paling berkembang di Indonesia. Salah satu limbah yang dihasilkan oleh industri tersebut adalah limbah berbentuk padat seperti kain dan aksesoris yang digunakan pada pakaian [1]. Menurut data pada tahun 2021, komposisi sampah anorganik di

Indonesia mencapai angka 51,47%. Indonesia telah menghasilkan 2,3 juta ton limbah tekstil. Sampah pakaian dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan melalui berbagai jalur. Ini termasuk penggunaan pewarna cerah, sisa-sisa bahan kain yang berlimpah, dan emisi gas buang dari proses produksi yang mencemarkan udara.

Sebagai contoh, dalam industri fast fashion, zat pewarna yang digunakan seringkali memiliki resiko tinggi terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Pewarna tekstil ini, yang dijual dengan harga murah, dapat mengandung bahan kimia berbahaya. Limbah yang dihasilkan dari pewarna ini dapat menjadi ancaman terhadap lingkungan jika menumpuk di permukaan tanah dan mengalami pembusukan, menghasilkan gas metana yang merugikan. Ada beberapa cara pengolahan limbah limbah kain konveksi, salah satunya dijadikan sebagai komposit yang memiliki nilai guna, contohnya sebagai komposit. Namun ditinjau dari sifat mekanis masih sangat rendah, hal ini dipengaruhi salah satunya dari komposisi antara matriks dan penguat. Adapun penelitian tentang Kekuatan Tarik dan Lentur pada Material Komposit Berpenguat Serat Jelatang dimana pada penelitian ini kekuatan maksimum yang diperoleh adalah pada variasi fraksi volume 20% [2]. Adapun penelitian yang menggunakan penguat fiberglas yang dipotong dengan panjang serat 5mm dimana pada penelitian ini hasil tertinggi diperoleh oleh komposit dengan variasi fraksi volume 22% [3]. Oleh karena itu penulis melakukan pengujian terhadap tegangan bending dari komposit resin polyester berpenguat limbah kain konveksi dengan variasi fraksi volume kain dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan tekuk yang dihasilkan dan untuk meningkatkan nilai ekonomis dari limbah kain.

Adapun batasan yang ditetapkan pada penelitian kali ini meliputi:

1. Penguat yang digunakan adalah limbah limbah kain konveksi jenis cotton combed 30s.
2. Pengikat (Matriks) yang digunakan adalah resin berjenis resin polyester Yukalac 157 BQTN-EX
3. Proses pengeringan dilakukan pada suhu ruang.
4. ASTM yang digunakan adalah ASTM D790-17
5. Tekanan pada alat press cetakan spesimen adalah 1000 Psi dan menggunakan tebal cetakan sebagai batas maksimal.
6. Suhu ruangan saat proses pengujian bending adalah 23°

2. Dasar Teori

2.1. Komposit

Komposit adalah material yang dibentuk dengan mengkombinasikan dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda. Dari campuran tersebut

terbentuk material yang memiliki sifat yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat [4].

2.2. Resin Polyester

Resin polyester tak jenuh (*unsaturated polyester*) atau sering disebut polyester merupakan matrik dari komposit. Resin ini termasuk juga dalam resin thermoset pada polimer thermoset resin cair diubah menjadi padatan yang keras dan getas yang terbentuk oleh ikatan silang kimiawi yang membentuk rantai polimer yang kuat.[5]

2.3. Limbah Kain Konveksi

Limbah kain konveksi di definisikan sebagai bahan yang dibuang atau tidak diinginkan yang terkait dengan industri tekstil. Ini mencakup berbagai bentuk limbah yang dihasilkan pada berbagai tahap produksi, konsumsi, dan pembuangan tekstil. Limbah tekstil dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama: limbah pra-konsumen dan limbah pasca-konsumen.

2.4. Uji Bending

Pengujian *bending* merupakan salah satu pengujian yang digunakan untuk menghitung kekakuan suatu material, dengan rumus seperti berikut:

1. Tegangan Bending

$$\sigma_B = \frac{3PL}{2b.d^2}$$

2. Regangan Bending

$$\varepsilon_B = \frac{6\delta.d}{L^2}$$

3. Modulus bending

$$E_t = \frac{L^3.m}{4b.d^3}$$

2.5. Densitas Bahan

Pengukuran densitas material menggunakan metode archimedes untuk mengukur densitas material dalam bentuk padat yang diukur menggunakan timbangan digital, kemudian ditimbang dalam keadaan kering dan direndam dengan minyak tanah. Persamaan yang digunakan untuk menghitung massa jenis bahan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\rho_s = \frac{m_u}{m_u - m_m} \times \rho_m \quad (2)$$

ρ_s = Densitas sampel (g/cm³)

m_u = Massa sampel kering (g)

m_m = Massa sampel saat direndam minyak tanah (g)

ρ_m = Densitas minyak tanah (0,83 g/cm³)

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh dari variabel tertentu terhadap variabel lainnya. Pengujian dilakukan dengan cara mencacah kain yang kemudian dikumpulkan kemudian dicampurkan dengan resin yang telah dicampur dengan resin telah dicampur dengan katalis MEKPO kemudian di cetak dengan variasi fraksi volume kain 0%, 10%, 20%, 30% dan menggunakan cetakan dan di pres dengan alat pres dengan tekanan 1000 psi. Kemudian hasil cetakan yang sudah kering dipotong sesuai dengan ASTM 790-17.

3.1. Alat

Adapun alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

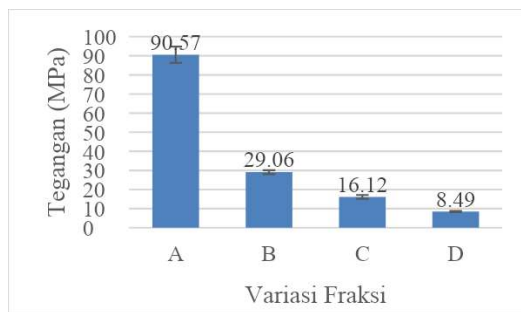
1. Cetakan Komposit.
2. Timbangan Digital.
3. Gerinda Tangan
4. Mesin Uji Bending
5. Mesin Pencacah
6. Mikroskop
7. Alat Pres

3.2. Bahan

1. Limbah kain konveksi.
2. Resin Polyester.
3. Katalis Mekpo.
4. Wax Miracle Gloss.

4. Hasil dan Pembahasan

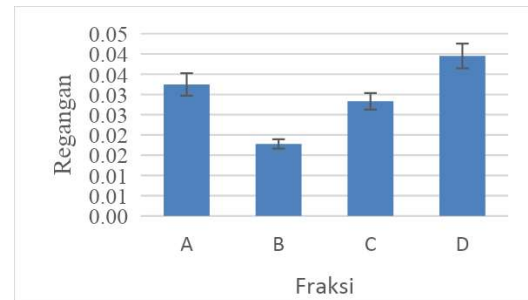
Spesimen Komposit	Variasi Fraksi Kain	Berat Kain (gr)	Berat Resin (gr)
A	0%	0	55.2
B	10%	9.14	49.68
C	20%	18.29	44.16
D	30%	27.43	38.64



(1)

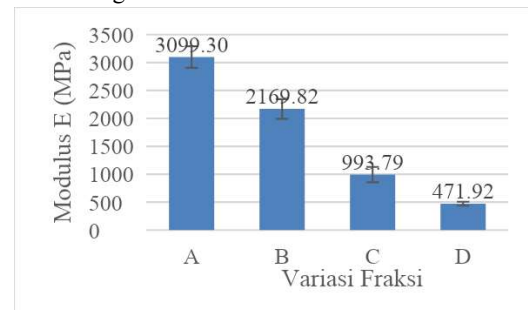
Dilihat dari grafik 1 tegangan bending dari spesimen berkurang seiring dengan bertambahnya fraksi volume kain. Variasi fraksi kain 0% memperoleh tegangan bending rata-rata terbesar dibandingkan dengan fraksi volume lain yaitu 90.57

MPa dan jika dibandingkan dengan dengan fraksi volume 10% maka tegangan bending yang diperoleh menurun sebesar 68% dengan tegangan bending rata-rata yang diperoleh sebesar 29.06 Mpa, sementara untuk fraksi volume 20% memperoleh tegangan bending rata-rata sebesar 16.12 MPa dimana hal tersebut lebih rendah 82% jika dibandingkan dengan spesimen dengan fraksi volume 0% dan untuk spesimen dengan variasi fraksi volume kain 30% tegangan bending yang diperoleh sebesar 91% di angka rata-rata sebesar 8.49MPa.



(2)

Berdasarkan grafik 2 regangan bending pada grafik diatas dapat diamati bahwa terdapat hubungan antara defleksi dengan variasi fraksi volume kain dan regangan bending pada spesimen komposit. Dari data tersebut, dapat dilihat spesimen dengan variasi fraksi volume kain 0% memiliki regangan bending rata-rata sebesar 0.032 dimana hal tersebut 82.76% lebih tinggi jika dibandingkan dengan spesimen 10% dan 14,69% lebih tinggi jika dibandingkan dengan variasi kain 20%, dan untuk spesimen 30% memperoleh regangan bending lebih tinggi 17.8% dibandingkan dengan variasi fraksi 0% kain di angka 0.040.



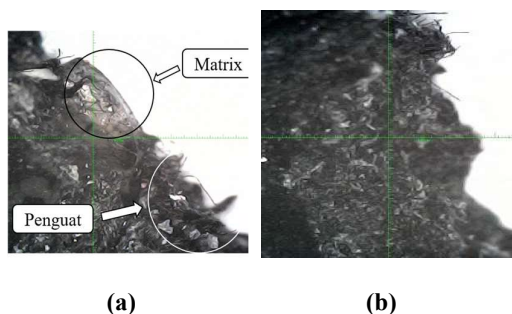
(3)

Dilihat pada grafik 3 dapat diamati bahwa spesimen dengan variasi volume kain 0% memperoleh modulus bending rata-rata 3099,30 MPa, untuk modulus bending spesimen 10% menurun sebesar 30% yakni di angka 2169,82 MPa, dan untuk spesimen dengan variasi kain 20%, modulus bendingnya menurun 68% di angka 993.79

MPa dan untuk variasi 10% kain menurun sebesar 85% di angka 471,92 MPa.

Ketika volume serat tinggi, kemungkinan terjadinya ketidakmerataan matriks dalam komposit serat meningkat, dan keseragaman distribusi pengikat serat berkurang, mengakibatkan penurunan ikatan antara serat-matriks. Sebaliknya, tekanan yang diberikan pada komposit selama proses fabrikasi dapat menyebabkan resin berlebih keluar dari cetakan dimana hal tersebut mempengaruhi distribusi matriks dalam komposit. Semua faktor ini bersama-sama berkontribusi pada penurunan kekuatan dan modulus bending pada beban serat yang tinggi, serta mempengaruhi posisi serat dalam cetakan. Besarnya kekuatan bending yang dihasilkan dipengaruhi oleh rasio jumlah kain dan pengikat yang terdapat pada komposit dikarenakan semakin banyak rasio pengikat atau matriks yang digunakan maka penguat yang digunakan semakin sedikit hal tersebut mempengaruhi kemampuan dari pengikat untuk mengikat penguat yang terdapat pada matriks sehingga dapat menambah kekuatan dari komposit.[8]

Matriks berperan penting yang berfungsi mentransfer beban yang ada pada spesimen yang diperkuat serat sekaligus memperkuat material karena serat saling terikat satu sama lain, namun dibalik bertambahnya kekuatan tersebut diiringi dengan berkurangnya kelenturan dari komposit, bisa dilihat pada grafik dengan variasi fraksi rasio penguat yang lebih tinggi menghasilkan kekuatan bending yang lebih kecil namun menghasilkan grafik yang lebih landai, dimana hal tersebut menandakan bahwa dengan menambahkan penguat berupa kain pada komposit dapat menambah elastisitas bahan sehingga komposit dapat meregang lebih jauh sebelum akhirnya patah. [9]



Pada gambar a merupakan patahan dari spesimen dengan fraksi volume kain 10% dapat

diamati bahwa pada patahan terdapat matriks yang masih menempel pada penguat, hal tersebut menandakan adanya ikatan yang baik antara penguat dan pengikat. Pada hasil foto b dimana merupakan patahan spesimen dengan variasi fraksi kain 30%, dapat dilihat bahwa matriks yang menempel pada penguat lebih sedikit jika dibandingkan diantara spesimen lainnya, hal tersebut menandakan bahwa komposit kekurangan matriks yang menghasilkan ikatan penguat dengan matriks yang lemah.[10]

5. Kesimpulan

Penambahan fraksi volume kain berpengaruh terhadap kekuatan bending komposit dimana penambahan fraksi volume kain mengakibatkan menurunnya tegangan bending secara signifikan, diamati pada variasi fraksi 0% memiliki tegangan bending tertinggi jika dibandingkan dengan variasi fraksi lainnya, dimana tegangan bending variasi fraksi volume 10% lebih rendah 68%, fraksi volume 20% lebih rendah 82% dan fraksi volume 30% lebih rendah 91%.

Regangan bending variasi fraksi kain 30% memperoleh nilai regangan bending tertinggi di angka 0.040 dimana angka tersebut 17% lebih besar dibandingkan dengan variasi fraksi 0%.

Modulus bending menurun seiring dengan ditambahkan variasi fraksi kain dimana untuk spesimen 0% yang mana jika dibandingkan dengan variasi fraksi 10% menurun sebesar 30%, 20% sebesar 68% dan, 30% sebesar 85%.

Dari hasil pengamatan dengan foto makro diamati bahwa ikatan pada spesimen dengan variasi fraksi 10% memiliki ikatan yang lebih baik dibandingkan dengan variasi fraksi 20% ataupun 30% hal tersebut diamati pada patahan yang terjadi dimana semakin sedikit volume kain yang digunakan maka *pullout* yang terjadi pada spesimen semakin sedikit.

Daftar Pustaka

- [1] Alavudeen, a., Thiruchitrambalam, M., Venkateshwaran, N., & Athijayamani, a. (2011). Review of Natural Fiber Reinforced Woven Composite. Rev. Adv. Mater. Sci, 27, 146–150. http://mp.ipme.ru/e-journals/RAMS/no_22711/alavudeen.pdf
- [2] Suryawan, I. G. P. A., Suardana, N., Suarsana, I. K., Lokantara, I. P., & Lagawa, I. K. J. (2019). Kekuatan Tarik dan Lentur pada Material Komposit Berpenguat Serat Jelatang. Jurnal Energi Dan Manufaktur,

- 12(1), 7.
- [3] Garoushi, S. K., Lassila, L. V. J., & Vallittu, P. K. (2006). Short fiber reinforced composite: The effect of fiber length and volume fraction. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 7(5), 010–017. <https://doi.org/10.5005/jcdp-7-5-10>
- [4] [Chen, A. S., & Matthews, F. L. (1993). A review of multiaxial/biaxial loading tests for composite materials. *Composites*, 24(5), 395–406. [https://doi.org/10.1016/0010-4361\(93\)90247-6](https://doi.org/10.1016/0010-4361(93)90247-6)
- [5] Bramantiyo, A. (2008). Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester – Serat Alam Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester – Serat Alam. F. Tek. U. Indonesia.
- [6] Munakaampe, G. M., Kanyanga, S. B., Myler, P., & Chizyuka, C. G. (2017). Response of Natural Sisal Reinforced Polyester Composites to Three-point and Four-point Bending. *Procedia Manufacturing*, 7, 327–332. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2016.12.080>
- [7] Islam, M. M., Kabir, H., Gafur, M. A., Rahman Bhuiyan, M. M., Kabir, M. A., Qadir, M. R., & Ahmed, F. (2015). Study on Physio-Mechanical Properties of Rice Husk Ash Polyester Resin Composite. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, 53, 95–105.
- [8] Mohd Nurazzi, N., Khalina, A., Chandrasekar, M., Aisyah, H. A., Ayu Rafiqah, S., Ilyas, R. A., & Hanafee, Z. M. (2020). Effect of fiber orientation and fiber loading on the mechanical and thermal properties of sugar palm yarn fiber reinforced unsaturated polyester resin composites. *Polimery/Polymers*, 65(2),
- [9] Pickering, K. L., Efendy, M. G. A., & Le, T. M. (2016). A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 83, 98–112. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2015.08.038>
- [10] Abdullah, E. T. (2013). Estabraq النهرين 2011. 16(3), 129–132.

