

PERBANDINGAN KEKUATAN ANTARA KOMPOSIT SERAT GELAS - EPOXY DENGAN KOMPOSIT SERAT RAMI-EPOXY SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF PEMBUATAN TABUNG SILINDER BERSUHU TINGGI

Andi Saidah¹, Amma Mulya²

Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Andisaidah19@gmail.com

ABSTRAK

Material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang menghasilkan sifat baru dari material tersebut. Pada pengujian ini akan dilakukan pengembangan pada serat penguat komposit dengan menggunakan jenis serat alam yaitu serat rami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat-sifat mekanis pada material dengan uji densitas dan uji tekan. Pengujian densitas bertujuan untuk mengetahui nilai massa di air, massa di udara dan massa jenis material, untuk memprediksi kekuatan komposit berdinding tiga lapis, dengan orientasi sudut yang berbeda, untuk menghitung tegangan tarik yang terjadi pada material tersebut. Yang dimulai dari penentuan variabel yang dirubah, yaitu kekuatan tarik masing-masing serat, variabel yang lain dibuat konstan, kemudian menggunakan teori mikromekanika, software MadCad, dan melakukan pengujian, selanjutnya didapatkan tegangan tarik masing-masing serat rami-epoxy.

Kata kunci : Material komposit, serat gelas, serat rami, tabung bersuhu tinggi

ABSTRACT

Composite materials are a combination of two or more materials that produce new properties of the material. In this test, composite reinforcing fibers will be carried out using natural fibers, namely bits of hemp fibers. This study aims to determine the characteristics of the mechanical properties of the materials with density tests and compression tests. Density testing to determine the value of mass in water, mass in air, and material density, to predict the strength of three-layered composites, with different angle orientations, to calculate the tensile stress in the material. Starting from determining the variables that are changed, namely the tensile strength of each fiber, the other variables are made constant, then using micromechanics theory, MadCad software, and conducting tests, the tensile stress of each hemp-epoxy fiber is obtained.

Keywords: Composite material, glass fiber, hemp fiber, high-temperature tube

PENDAHULUAN

Material komposit yang saat ini banyak dikembangkan adalah komposit, karena sifat-sifatnya yang unggul dan menguntungkan, seperti : ringan, kekuatan dan kekakuan yang tinggi, ketahanan fatique yang baik dan relatif tidak mengalami korosi. Material komposit mempunyai sifat yang berbeda dengan sebagian besar material konvensional yang selama ini dikenal. Material komposit bersifat tidak homogen dan anisotropik sehingga sering dipelajari dari sudut pandang yang berbeda. Material komposit juga banyak

digunakan untuk aplikasi teknik diantaranya sebagai alat rumah tangga, industri mobil, industri pesawat terbang, dan juga untuk bahan tabung bertekanan.

Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mulai mengalami pergeseran dari bahan komposit berpenguat serat sintetis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Teknologi komposit pun sebenarnya mencontoh komposit alam yang sudah ada sebelumnya[1]. Salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik dari komposit adalah perbandingan matriks dan penguat/serat. Perbandingan ini dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat (V_f) atau fraksi berat serat (W_f). Namun, formulasi kekuatan komposit lebih banyak menggunakan fraksi volume serat[1].

Material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang menghasilkan sifat baru dari material tersebut. Pada pengujian ini akan dilakukan pengembangan pada serat penguat komposit dengan menggunakan jenis serat alam yaitu serat rami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat-sifat mekanis pada material dengan uji densitas dan uji tekan. Pengujian densitas bertujuan untuk mengetahui nilai massa di air, massa di udara dan massa jenis material. Pengujian tekan bertujuan untuk mendapatkan nilai-nilai mekanik terutama kekuatan dan ketahanan material komposit terhadap beban tekan[2].

Eksperimen yang akan dilakukan oleh Wahyuni Fajar Arum[2] yaitu pembuatan komposit berpenguat serat rami dengan variasi lapisan serat 1, 2, dan 3 bermatriks *lycal* menggunakan metode *Hand Lay Up* yaitu dengan meletakkan serat di sebuah cetakan lalu diolesi resin. Pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan *Gravity Meter Balance Densimeter* dan pengujian tekan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM).

Material komposit pada dasarnya terdiri dari dua material penyusun yaitu penguat (reinforced) dan matriks (binder). Material penguat (reinforced) komposit dapat berupa serat atau partikel sedangkan matriksnya dapat berupa polimer, logam dan sebagainya[3]. Pengujian yang dilakukan oleh Sriyono yaitu uji tarik dan uji bending. Uji tarik dilakukan menggunakan standar ASTM D 638 dan bending ASTM D 790. Tahap ketiga yaitu hasil analisa data dan pembahasan. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kekuatan tarik (tensile strength) untuk serat rami *core* KSL terbesar pada fraksi volum 40% arah serat 45° dengan nilai 27.13 MPa. Kekuatan Bending untuk serat rami *core* KSL pada fraksi volume 30% arah serat 0° dengan nilai 5.08 MPa[4].

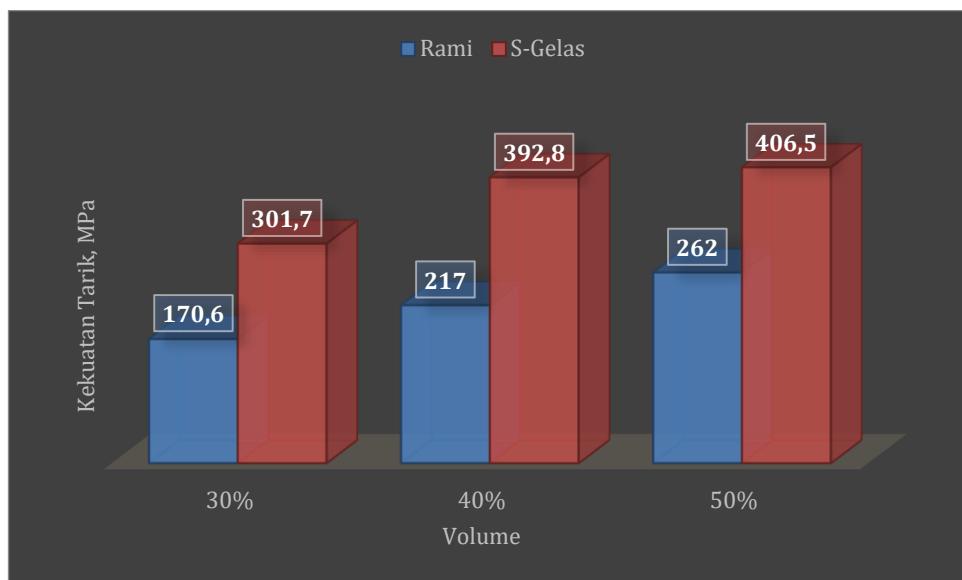
Keunggulan serat rami dibanding dengan *fiber glass* adalah komposit rami lebih ramah lingkungan karena mampu terurai secara alami dan harganya pun lebih murah dibanding *fiber glass*. Rami merupakan tanaman yang memiliki kandungan serat yang tinggi, dan mempunyai kelebihan serat lebih panjang, kekuatan lebih besar daya serap air juga lebih besar[5]. Dari penelitian yang dilakukan oleh Mardiyati dkk, bahwa kekuatan tarik komposit tertinggi dimiliki oleh komposit PPBI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat sebesar 10%, yaitu sebesar 18.17 Mpa, lebih tinggi 21% dibandingkan dengan kekuatan tarik PPBI yang tidak diperkuat oleh serat rami. Harga impak komposit tertinggi juga dimiliki oleh komposit PPBI berpenguat serat rami dengan fraksi volume serat 10%, yaitu sebesar 46.39 KJ/m², lebih tinggi 15.5% dibandingkan dengan PPBI yang tidak diperkuat oleh serat rami[6].

Hasil pengujian yang dilakukan oleh Andi Saidah dkk adalah dengan penambahan serat jerami pada komposit serat jerami padi *epoxy* memberikan dampak positif yaitu memperkuat kekuatan tarik dan impak. Hasil pengujian menunjukkan kekuatan tarik dan impak tertinggi diperoleh pada komposit yang diperkuat serat jerami *epoxy* dengan $\text{vf} \approx 30\%$ yaitu sebesar 14,295 MPa, dan 18,08 J jauh lebih tinggi dibandingkan kekuatan tarik dan impak bahan jerami padi *Polyester* yaitu sebesar 4,78 MPa, dan 0,537 J, dan untuk kekuatan tarik bumper standar sebesar 8,09 GPa sehingga komposit yang diperkuat serat jerami *epoxy* layak menjadi material alternatif dalam pembuatan bumper otomotif jika ditinjau dari kekuatan tarik dan impak jerami padi *Polyester*[7]. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Andhika Gresley Rahmatulloh didapatkan bahwa persentase fraksi volume dari serat rami dan karbon berbanding lurus dengan kekuatan *bending* dan tarik. Pada fraksi volume serat rami 4,5% dan serat karbon 8% didapat kekuatan *bending* dan kekuatan tarik masing-masing sebesar 13,71 MPa dan 24,75 MPa. Mekanisme kegagalan yang terjadi pada komposit *hybrid* akibat pengujian adalah *fiber pull out* dan *delamination*. *Fiber pull out* disebabkan oleh *crack* pada spesimen hingga serat terlepas dari matriksnya. *Delamination* disebabkan oleh sifat getas pada matrik saat diberi beban hingga batas maksimum yang mampu diterima[8].

METODE

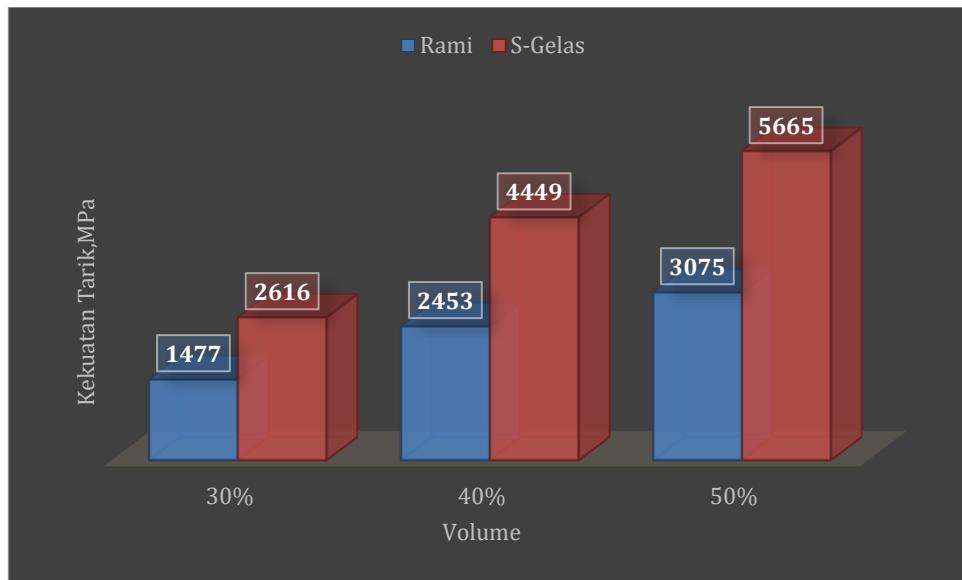
Analisis yang digunakan dimulai dari perhitungan lamina sampai ke perhitungan laminat, dengan menggunakan software MadCad, kemudian pengujian dengan fraksi volume yang dimulai dari 30% sampai dengan 50% dengan orientasi sudut $0^{\circ}, 0^{\circ}, 90^{\circ}$ dan orientasi sudut $0^{\circ}, 90^{\circ}, 0^{\circ}$, parameter yang divariasikan hanya pada orientasi sudut, variabel yang lain dibuat sama (konstan).

HASIL DAN PEMBAHASAN



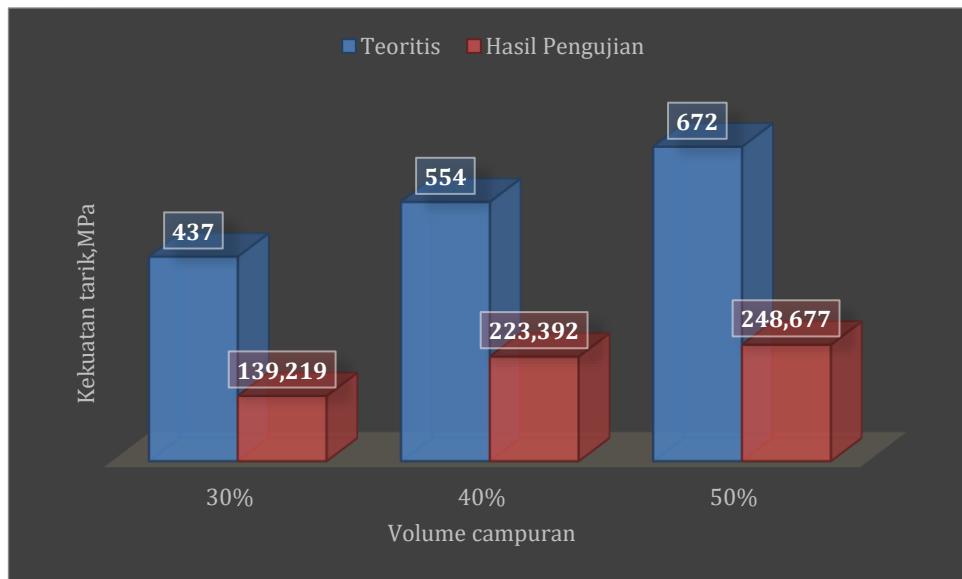
Gambar 1. Grafik hubungan antara kekuatan Tarik dan volume campuran dengan orientasi sudut $0^{\circ}, 90^{\circ}, 0^{\circ}$

Dari gambar 1 terlihat bahwa serat gelas mempunyai tegangan tarik yang lebih besar dibandingkan serat rami, perbedaan rata-rata 131,1 MPa, untuk fraksi volume 30%, 175,8 MPa untuk fraksi volume 40% dan 144,5 MPa untuk fraksi volume 50%, dengan orientasi sudut $0^\circ, 90^\circ, 0^\circ$.



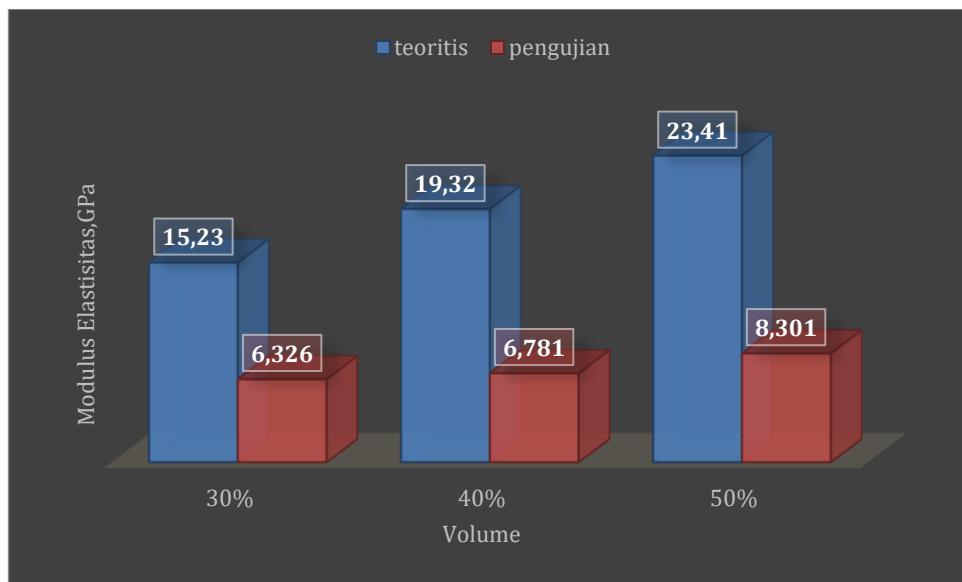
Gambar 2. Grafik hubungan antara kekuatan Tarik dan volume campuran dengan orientasi sudut $0^\circ, 0^\circ, 90^\circ$

Dari gambar 2 terlihat bahwa serat gelas mempunyai tegangan tarik yang lebih besar dibandingkan serat rami, perbedaan rata-rata 1139 MPa, untuk fraksi volume 30%, 1996 MPa untuk fraksi volume 40% dan 2590 MPa untuk fraksi volume 50%, dengan orientasi sudut $0^\circ, 0^\circ, 90^\circ$.



Gambar 3. Hasil perhitungan secara teoritis dan hasil pengujian dengan komposisi Unidirectional lamina.

Antara Tegangan hasil perhitungan teoritis dengan hasil pengujian terdapat perbedaan yang cukup jauh terutama pada fraksi volume 50% ini disebabkan adanya void yang menyebabkan kekuatannya rendah, juga karena daya penyerapan serat yang cukup tinggi sehingga untuk fraksi volume serat 50 % resinya kurang sehingga ada bagian yang tidak terserap resin.



Gambar 4. Hasil perhitungan secara teoritis dan hasil pengujian dengan komposisi Unidirectional lamina

Antara tegangan tarik lamina sudut 0^0 dengan tegangan tarik lamina sudut 90^0 terjadi perbedaan yang cukup besar ini disebabkan bahwa Tegangan yang terjadi pada lamina sudut 0^0 konsentrasi pembebahan terjadi searah serat sehingga menghasilkan kekuatan lebih besar, untuk lamina dengan orientasi sudut 90^0 konsentrasi pembebahan terjadi pada matriks sehingga tegangan yang terjadi lebih rendah dibandingkan sudut 0^0 . sehingga kekuatan tarik lamina arah transversal sangat rendah dibandingkan dengan kekuatan tarik arah longitudinal.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis diatas dapat disimpulkan bahwa perhitungan secara teoritis perlu dilakukan untuk memprediksi hasil pengujian tarik. Terdapat perbedaan yang cukup besar antara perhitungan kekuatan tarik serat rami dengan serat gelas. ini disebabkan karena kekuatan tarik serat gelas lebih besar. Orientasi sudut $0^0, 0^0, 90^0$ mempunyai tegangan tarik yang lebih besar dibandingkan orientasi sudut $0^0, 90^0, 0^0$

DAFTAR PUSTAKA

1. [1]K. Diharjo, "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit," *J. Tek. Mesin*, 2008.
2. [2]W. F. Arum and K. Nisa Ismulia, "Analysis of the Composite Properties of Ramp/Lycal Fiber Variation of Layer 1, 2, and 3 Fiber on Structural Materials of Lsu Aircraft," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 8, no. 2, pp. 342–349, 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i2.684.
3. [3]Aminur, Samhuddin, B. Sudia, and Sudarsono, "Biokomposit Polimer Berpenguat Serat Rami dan Partikel Tempurung Kelapa Sebagai Material Kampas Rem Sepeda Motor," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind.* 2019, pp. 344–350, 2019.
4. [4]S. Yono, "Pengembangan Komposit Serat Alam Rami Dengan Core Kayu Sengon Laut Untuk Aplikasi Sudu Turbin Angin," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, pp. 45–55, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/1441%0Ahttps://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/viewFile/1441/1260>
5. [5]S. (2020) Setyawan, R. T., & Riyadi, "Analisis Variasi Struktur Serat Rami Komposit Matrik Epoksi," *"Analisis Variasi Strukt. Serat Rami Komposit Matrik Epoksi Terhadap Kekuatan Uji Balistik Dan Bending,"* vol. 16, no. 2, pp. 111–115, 2020.
6. [6]N. Srahputri, S. Steven, and R. Suratman, "Sifat Tarik Dan Sifat Impak Komposit Polipropilena High Impact Berpenguat Serat Rami Acak Yang Dibuat Dengan Metode Injection Molding," *Mesin*, vol. 26, no. 1, pp. 8–16, 2017, doi: 10.5614/mesin.2017.26.1.2.
7. [7]edhy-sst-journal-manager-31."
8. [8]A. Rahmatullahh and M. A. Irfai, "Pengaruh Fraksi Volume Komposit Hybrid dengan Penguat Serat Rami dan Serat Karbon Bermatrik Polyesterterhadap Kekuatan Bending dan Kekuatan Tarik," *Jtm*, vol. 8, no. 2, pp. 61–66, 2020.