

# Karakteristik Sifat Mekanik Komposit Epoksi Berpenguat Serat Jute Dan Serat Gelas

Martijanti<sup>1</sup>, Ronald Sukwadi<sup>2</sup>, Marsellinus Bachtiar Wahyu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Jawa Barat

<sup>2</sup>Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta Selatan, Jakarta

Email: [martijani@lecture.unjani.ac.id](mailto:martijani@lecture.unjani.ac.id) (korespondensi)

Komposit terdiri lebih dari satu tipe material dan dirancang untuk menghasilkan karakteristik terbaik dari setiap komponen penyusunnya. Dibanding dengan material konvensional, diantaranya memiliki kekuatan yang dapat diatur dan disesuaikan dengan persyaratan dari aplikasi produknya. Kelebihan dari komposit tersebut, dikembangkan pada penelitian ini dengan melakukan rancangan terhadap susunan dan jenis penguat untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik, kekuatan lentur dan dampak yang paling baik. Serat yang digunakan serat jute dan serat gelas, dengan variasi pertama yaitu 4 serat gelas, kedua 4 serat jute dan ketiga 2 serat gelas 2 serat jute dan matriks resin epoksi EPR 174 sebagai pengikat.

Dari hasil penelitian diperoleh nilai terbesar untuk variasi 1 kekuatan tarik 55,87 Mpa, ketangguhan dampak 40 J/mm<sup>2</sup>, dan kekuatan lentur 101,91 Mpa. variasi 2 kekuatan tarik 19,64 Mpa, ketangguhan dampak 38 J/mm<sup>2</sup>, dan kekuatan lentur 39,48 Mpa. variasi 3 dengan nilai kekuatan tarik 29,85 Mpa, ketangguhan dampak (48- 56) J/mm<sup>2</sup> dan kekuatan lentur 14 MPa. Jenis dan susunan serat dapat menentukan sifat mekanik (kekuatan tarik, kekuatan lentur, ketangguhan dampak) komposit yang kita inginkan dan disesuaikan dengan persyaratan dari produknya.

**Kata kunci :** Komposit, serat gelas, serat jute, epoksi, sifat mekanik.

## Pendahuluan

Serat yang banyak digunakan pada komposit adalah serat fiberglass. Pembuatan komposit dengan menggunakan serat fiberglass memiliki kelebihan dan kekurangan, yaitu fiberglass memiliki kelebihan jika terkena hantaman maka fiberglass lebih mudah diperbaiki dan kembali seperti bentuk yang semula. Fiberglass juga memiliki kekurangan, yaitu memiliki diameter yang sangat kecil dan membuat serat kaca mudah untuk tertekuk atau buckling, maka perlunya dilakukan pembuatan serat fiberglass dengan menggunakan susunan atau lapisan berbeda untuk mendapatkan sifat mekanik yang baik pada material ini.

Penggunaan serat alam dalam bidang industri berasal dari tumbuhan yang dikenal base plant yaitu jute, rosella, flax, kenaf dan rami. Serat alam merupakan kandidat kuat sebagai bahan penguat yang digunakan sebagai bahan komposit yang ringan, ramah lingkungan, serta ekonomis.

Penelitian terkait perbandingan komposit serat alam yaitu serat jute dan serat sintetis yaitu serat gelas, Penelitian komposit dengan matriks epoksi berpenguat serat jute telah dilakukan dengan penyusunan 3 lapis simetri dengan fraksi volume serat sebesar 33,57%. Komposit epoksi berpenguat serat jute tersebut dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui sifat mekanik. Sifat mekanik tersebut meliputi: kekuatan tarik, pertambahan panjang, dan kekuatan tarik spesifik. Kekuatan tarik komposit epoksi berpenguat serat jute 3 lapis simetri sebesar 45,961%. Pertambahan panjang

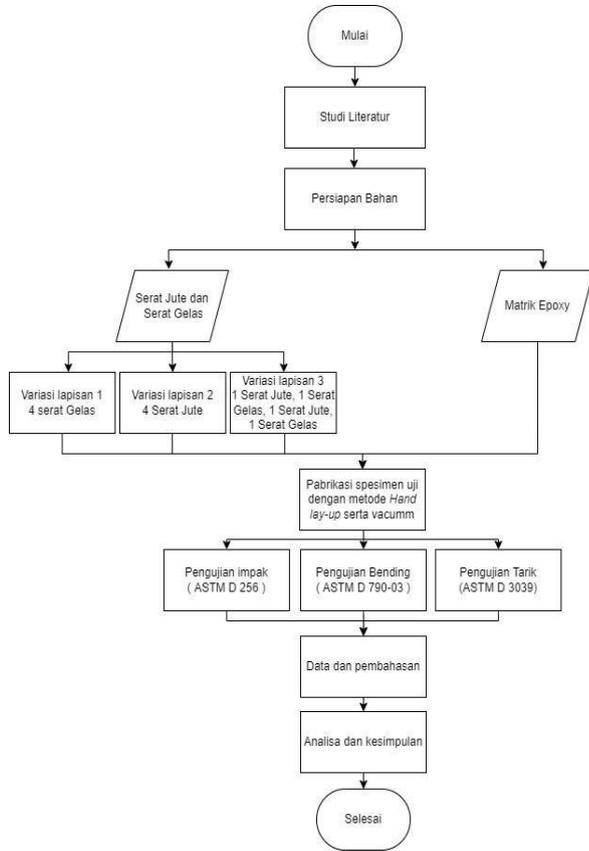
sebesar 8,9278%. Kekuatan tarik spesifik tertinggi pada komposit epoksi berpenguat serat jute 3 lapis simetri sebesar 42,517 MPa/g.cm-3.

Penelitian terkait tentang pengaruh perlakuan NaOH. komposit berpenguat serat jute, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan permukaan serat terhadap sifat-sifat mekanis dan bentuk patahan yang dihasilkan, Metode yang mereka gunakan dalam penelitiannya yaitu serat jute direbus dengan air NaOH dengan perbandingan 5% NaOH pada temperatur 100° c selama 1 dan 2 jam dan dicuci menggunakan air bersih hingga pH 7 dan diangin-anginkan secara alami. Selanjutnya, serat dikeringkan mengacu ASTM D 629 yaitu di oven pada temperatur 1100 C selama 1 jam untuk mengurangi kandungan air. Dari hasil yang dilakukan oleh peneliti di dapat bahwa pengaruh perlakuan permukaan serat dapat meningkatkan sifat-sifat mekanis. Peningkatan sifat-sifat mekanis tertinggi diperoleh masing-masing perlakuan terhadap resin; kekuatan tarik tertinggi 20,11 MPa atau 38% terdapat pada perebusan selama 2 jam, kekuatan dampak 4,921 KJ atau 63% pada perebusan 2 jam dan kekuatan bending 38,567 MPa atau 38 % pada perlakuan 5 % NaOH selama 2 jam.

Penelitian terkait laminat komposit *hybrid* serat jute dan serat gelas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi lapisan dan bentuk-bentuk patahan. Berdasarkan dari hasil penelitian Spesimen 2 lapis dengan nilai kekuatan dampak 0,482 KJ/m<sup>2</sup> dan kemudian nilai kekuatan dampak menjadi naik pada spesimen 3 lapis dengan nilai kekuatan dampak menjadi 0,624 KJ/m<sup>2</sup> dan pada spesimen 4 lapis dengan nilai kekuatan dampak 0,965 KJ/m<sup>2</sup>, ini menyebabkan semakin

banyak lapisan maka nilai kekuatan impact semakin besar dan semakin banyak serat yang pull out serta spesimen mengalami patah getas.

### Metode



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

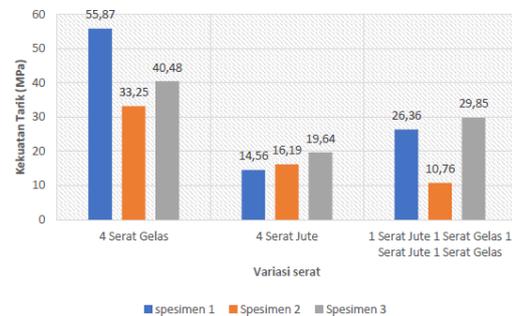
Hasil Uji Tarik 4 Serat Gelas	1	2	3	rata-rata
Beban Maksimum (kN)	4,403	3,218	3,791	3,804
Kekuatan Tarik (MPa)	55,87	33,25	40,48	43,20
Kekuatan Luluh (MPa)	51,73	22,89	14,18	29,60
Elongation (%)	13,95	24,58	16,14	18,22
Modulus (GPa)	0,510	0,300	0,644	0,485

Hasil Uji Tarik 4 Serat Jute	1	2	3	rata-rata
Beban Maksimum (kN)	2,462	2,577	2,495	2,511
Kekuatan Tarik (MPa)	14,56	16,19	19,64	16,64
Kekuatan Luluh (MPa)	4,20	6,00	6,11	5,44
Elongation (%)	18,07	18,18	16,61	17,62
Modulus (GPa)	0,130	0,211	0,231	0,191

Hasil Uji Tarik 1 Serat Jute 1 Serat Gelas	1	2	3	rata-rata
Beban Maksimum (kN)	2,824	2,632	2,951	2,802
Kekuatan Tarik (MPa)	26,17	23,59	29,85	26,53
Kekuatan Luluh (MPa)	12,36	10,76	9,72	10,95
Elongation (%)	18,51	15,37	19,64	17,84
Modulus (GPa)	0,474	0,532	0,353	0,453



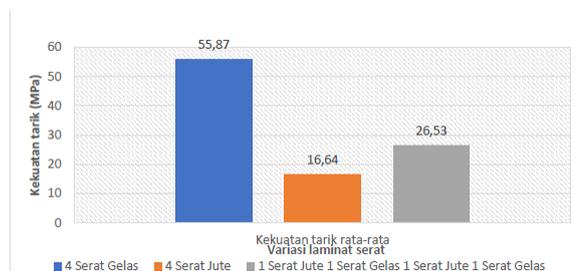
Gambar 3 Diagram hubungan antara kekuatan tarik terhadap variasi serat

### Hasil Kerja/Analisa

#### Data dan Pembahasan Hasil Uji Tarik



Gambar 2 Spesimen hasil pengujian tarik



Gambar 4 Diagram Kekuatan Tarik Terbesar Rata-Rata Spesimen

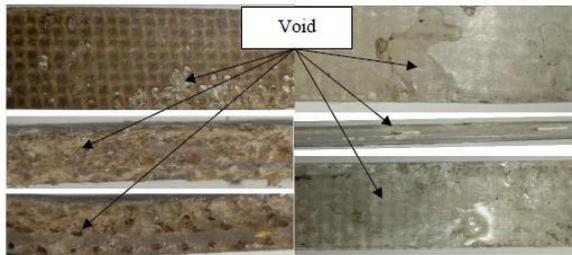
Berikut data hasil pengujian tarik komposit bermaterial serat jute dan serat gelas dengan matriks epoksi pada Tabel 1

Tabel 1 Data Hasil Pengujian Tarik

Dari Tabel 1 menunjukan kekuatan tarik rata- terbesar yang di dihasilkan yaitu 55,87 Mpa sampai 26,53 Mpa, besar nilai kekuatan tarik pada variasi 4 serat gelas sebesar 55,87 Mpa, variasi 4 serat jute sebesar 16,64 Mpa dan variasi 1

serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas sebesar 26,53 Mpa. Kekuatan tarik terbesar yaitu 55,87 Mpa dengan variasi 4 serat gelas dan kekuatan tarik terkecil pada 16,64 Mpa dengan variasi 4 serat jute.

Dapat dilihat bahwa perbandingan nilai antara variasi 4 serat gelas dan variasi 4 serat jute sangat jauh, Hal ini menunjukkan bahwa serat gelas memiliki kekuatan tarik yang lebih baik di dibandingkan dengan serat jute, disini dapat dilihat juga bahwa matriks dapat mengikat lebih baik pada serat gelas di dibandingkan serat jute.



Gambar 5 Terdapat Void Pada Spesimen

Terlihat pada gambar 2 terdapat nilai yang tidak merata pada tiap spesimen untuk variasi pertama, kedua dan ketiga disebabkan oleh beberapa masalah yang pertama diakibatkan oleh matriks yang kurang mampu mengikat pada serat ini akibat dari proses pabrikan yang kurang baik akibatnya resin tidak membasahi serat secara penuh dan itu pun memberikan dampak pada regangan komposit, yang kedua seperti yang terlihat pada gambar 3 pada proses ini vacum tidak dapat secara penuh menghisap udara yang terperangkap pada komposit sepenuhnya dan pengaruh serat jute sendiri yang memiliki lubang pada anyaman yang memungkinkan udara terperangkap kedua hal ini menyebabkan terjadinya void pada komposit yang menyebabkan perbedaan kekuatan tarik pada spesimen yang memiliki variasi yang sama, yang ketiga terdapat kotoran pada serat jute yang mengganggu ikatan antara serat dan matriks yang menghasilkan kurang baiknya ikatan permukaan (interface) yang terjadi.

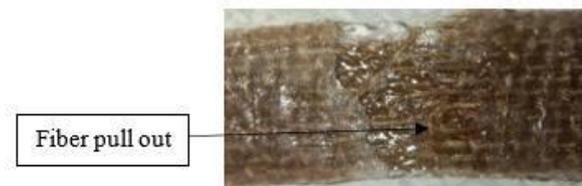


Gambar 6 Terjadi debonding pada variasi 4 serat gelas spesimen 2

Gambar 7. Terjadi debonding pada variasi 1 serat jute1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas



Dapat dilihat pada gambar 4 di atas pada variasi 4 serat gelas spesimen 2 dan variasi 1 serat jute1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas spesimen 2 telah terjadi debonding, debonding terjadi Bila matriks tidak mampu menahan konsentrasi tegangan geser yang timbul diujung serat yang patah, serat dapat terlepas dari matriks (debonding), hal ini di sebabkan oleh ikatan antar muka yang lemah antara serat dan matriks [15]. akan tetapi dapat dilihat pada gambar 4 bahwa terdapat kesalahan pada waktu pabrikan yang dimana matriks seharusnya dituang merata serat per serat agar tidak menumpuk disini terlihat menumpuk yang terlihat memisahkan serat gelas dan matriks. Ikatan antara serat dan matriks yang mudah terlepas atau debonding akan mengurangi performa komposit secara keseluruhan [18]. Hal ini lah yang menyebabkan kurang baik nya hasil yang didapat pada kedua spesimen ini.



Gambar 8 Terjadi fiber pull out pada variasi 2 1 serat jute1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas spesimen 2

Pada gambar di atas terlihat bahwa telah terjadi kegagalan fiber pull out, tercabutnya serat dari matrik yang terjadi ketika matrik retak akibat beban tarik, serat akan tercabut dari matrik akibat debonding dan patahnya serat [19], hal ini dikarenakan kotoran yang masih menempel pada serat, hal tersebutlah yang menimbulkan kurangnya ikatan permukaan (interface) yang terjadi antara serat dan matriks.

**Data dan Pembahasan Hasil Uji Impak**

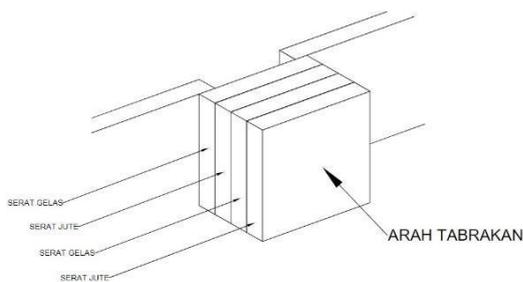


Gambar 9 Spesimen hasil uji impact

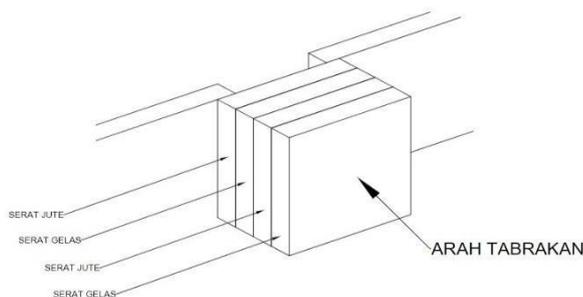
Berikut adalah hasil dari pengujian dampak material komposit dengan serat jute dan serat gelas pada tabel 2.

**Tabel 2 Data Hasil Pengujian Dampak**

Hasil Uji Dampak 4 Serat Gelas	1	2	3	rata-rata
Energy Impact (J)	40	40	39	39,67
Hasil Uji Dampak 4 Serat Jute	1	2	3	rata-rata
Energy Impact (J)	34	34	38	35,33
Hasil Uji Dampak 1 Serat Jute 1 Serat Gelas 1 Serat Jute 1 Serat Gelas	1	2	3	rata-rata
Energy Impact (J) Dengan arah tumbukan pada serat jute	48	46	40	44,67
Hasil Uji Dampak 1 Serat Jute 1 Serat Gelas 1 Serat Jute 1 Serat Gelas	1	2	3	rata-rata
Energy Impact (J) Dengan arah tumbukan pada serat gelas	52	48	56	51,33

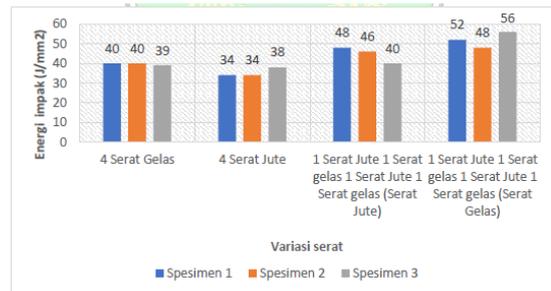


Gambar 10. Arah tabrakan pendulum pada serat jute



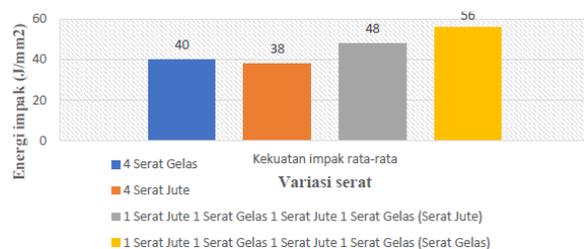
Gambar 11. Arah tabrakan pendulum pada serat gelas

Pada Gambar 4 dan 5 di jelaskan yang dimaksud arah tabrakan, pada pengujian dampak ini dilakukan pada variasi 3 yaitu 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas. Dari tabel 3 ditunjukkan hubungan antara kekuatan dampak komposit serat jute dan serat gelas dengan variasi serat yang ditampilkan pada Gambar 6 agar mempermudah.



Gambar 12. Diagram hubungan antara energi dampak terhadap variasi serat

Pada diagram diatas terlihat pada variasi 4 serat gelas memiliki nilai yang cukup konstan dengan nilai dampak terbesar yaitu 40 J/mm<sup>2</sup> dan nilai dampak terkecil pada 39 J/mm<sup>2</sup> hal ini mengindikasikan bahwa pada variasi ini matriks dan serat gelas mempunyai ikatan/bonding yang baik sehingga beban kejutan yang diterima spesimen diterima dengan merata pada serat, selanjutnya pada variasi 4 serat jute pada variasi ini mendapatkan nilai terbesar yaitu 38 J/mm<sup>2</sup> dan mendapatkan nilai terkecil dari semua variasi yaitu 34 J/mm<sup>2</sup> hal ini juga mengindikasikan hal yang sama pada variasi 4 serat gelas akan tetapi variasi 4 serat jute belum bisa menyandingi kekuatan dampak dari variasi 4 serat gelas, lalu pada variasi selanjutnya yaitu 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas dengan arah tumbukan pada serat jute mendapatkan nilai terbesar 48 J/mm<sup>2</sup> dan nilai terkecil 40 J/mm<sup>2</sup>, pada variasi terakhir yaitu 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas dengan arah tumbukan pada serat jute mendapatkan nilai tertinggi dari semua variasi yaitu sebesar 56 J/mm<sup>2</sup> dan nilai dampak terkecil yaitu sebesar 48 J/mm<sup>2</sup> dari sini dapat disimpulkan bahwa serat gelas memiliki kekuatan dampak yang lebih besar di bandingkan serat jute, serat gelas lebih dapat terikat dengan baik dengan matriks yang menyebabkan terjadinya pemusatan tegangan pada serat, pada serat jute udara banyak terperangkap yang menyebabkan menurunnya kekuatan komposit.



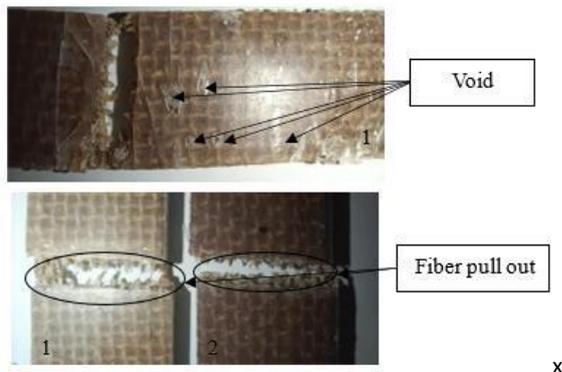
Gambar 13. Diagram Energi Dampak rata-rata

Pada diagram di atas dapat dilihat bahwa pada variasi 4 serat gelas memiliki harga dampak yang tidak terlalu jauh dengan variasi 4 serat jute, kedua serat dapat menerima pembebanan kejutan dengan baik, dengan melakukan

pencampuran terlihat bahwa ada pengaruh pada variasi 3 yaitu 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas bahwa pencampuran kedua serat dapat membuat harga dampak dapat melebihi variasi yang hanya menggunakan 1 macam serat saja. Akan tetapi pada variasi 3 yaitu 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas memiliki pengaruh juga terhadap arah tabrakannya, pada gambar 4 dijelaskan bagaimana yang dimaksud arah tabrakan pada serat jute dan pada Gambar 5 dijelaskan bagaimana yang dimaksud arah tabrakan pada serat gelas. Pada arah tabrakan serat gelas harga dampak berada diantara variasi 4 serat gelas dan arah tabrakan pada arah serat gelas, disini dapat terlihat arah tabrakan pun berpengaruh pada hasil yang didapatkan dikarenakan pada variasi pertama serat gelas memiliki nilai kekuatan dampak yang lebih baik daripada serat jute, hal ini dikarenakan serat gelas dapat menahan beban kejut yang baik sebelum diteruskan kelapisan lainnya. Dan dilihat dari hasil pengujian pada serat gelas memiliki sifat patahan yang ulet dan serat jute memiliki sifat patahan yang sebaliknya yaitu getas hal ini pun berpengaruh terhadap ketahanan lapisan dan meneruskan beban kejut kelapisan lainnya.

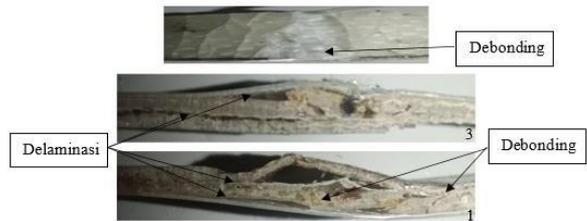


Gambar 14 Hasil pengujian dampak variasi 4 serat gelas spesimen 2

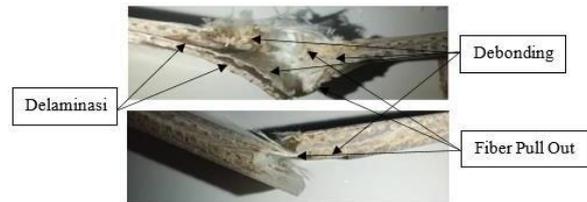


Gambar 15. Hasil pengujian dampak variasi 4 serat jute spesimen 1 dan 2

Pada Gambar 12 dan 13 dapat dilihat bahwa telah terjadi fiber pull out dan terdapat void pada variasi 4 serat gelas spesimen 2 dan variasi 4 serat jute spesimen 1 dan 2. Kurang sempurnanya ikatan serat dan matriks dapat menimbulkan fenomena yang ditandai dengan banyaknya fiber pull out seperti pada variasi 4 serat jute spesimen 1 dan 2 juga pada variasi 4 serat gelas spesimen 2. Nilai yang fluktuatif seperti pada grafik 4.9 hal ini dapat disebabkan juga oleh karena banyaknya void yaitu gelembung udara yang terperangkap pada matriks sehingga mengakibatkan ikatan antara serat dan matriks tidak terjadi secara sempurna, hal ini dapat terjadi saat pembuatan komposit, adanya void dapat menurunkan kekuatan pada komposit. Adanya void bisa dilihat pada Gambar 13.



Gambar 16. Hasil pengujian dampak variasi 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas spesimen 1 dan 3 arah tumbukan serat jute



Gambar 17. Hasil pengujian dampak variasi 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas spesimen 1 dan 2 arah tumbukan serat gelas

Pada Gambar 14 dan 15 dapat dilihat bahwa telah terjadi delaminasi dan debonding pada variasi 4 serat gelas spesimen 2, variasi 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas spesimen 1 dan 3 arah tumbukan serat jute dan variasi 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas spesimen 1 dan 2 arah tumbukan serat gelas. Debonding ini terjadi karena ikatan yang kurang baik antara matriks dan serat yang mengakibatkan matriks terlepas dari serat seperti pada Gambar 14 dan 24 yang memperlihatkan serat gelas dan jute yang tidak terikat pada matriks pada daerah patahan, ikatan antara serat dan matriks yang mudah terlepas atau debonding akan mengurangi performa komposit secara keseluruhan [18]. Sedangkan delaminasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14 dan 24 terjadi karena terlepasnya ikatan antar lapisan penguat. Menurut Bambang Hadi Kismono pada bukunya Mekanika Struktur Komposit (2000) menuliskan penyebab utama perpatahan ini adalah gaya adhesi antara penguat dan matriks yang lemah. Selain itu kemampuan matriks untuk mengisi ruang antara serat juga mempengaruhi [15].

#### Data dan Pembahasan Hasil Uji Bending

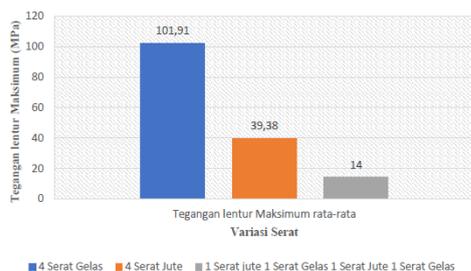


Gambar 18. Spesimen hasil uji bending

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Bending

Hasil Uji Bending	1	2	3	Kekuatan lentur rata-rata (MPa)
<b>4 Serat Gelas</b>				
Beban Maksimum (N)	439,48	827,02	538,35	601,62
Tegangan Lentur Maksimum (MPa)	54,30	101,91	54,88	70,36
Modulus (Gpa)	0,30	0,64	0,37	70,36
Hasil Uji Bending	1	2	3	Kekuatan lentur rata-rata (MPa)
<b>4 Serat Jute</b>				
Beban Maksimum (N)	614,97	702,59	765,02	694,20
Tegangan Lentur Maksimum (MPa)	38,07	34,04	39,48	37,20
Modulus (Gpa)	0,19	0,19	0,20	0,20
Hasil Uji Bending	1	2	3	Kekuatan lentur rata-rata (MPa)
<b>1 Serat Jute 1 Serat Gelas 1 Serat Jute 1 Serat Gelas</b>				
Beban Maksimum (N)	211,94	153,16	152,81	172,64
Tegangan Lentur Maksimum (MPa)	14,00	9,96	8,70	10,89
Modulus (Gpa)	0,10	0,16	0,08	0,11

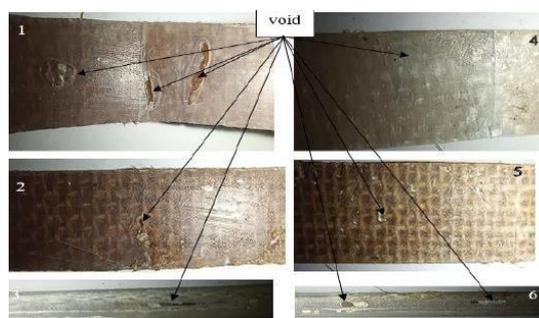
Dari Gambar 5 diketahui bahwa pada variasi 4 serat gelas mendapatkan nilai terbesar dari seluruh variasi yaitu 101,91MPa dan nilai terkecil pada 54,30 MPa, pada variasi 4 serat gelas ini nilai spesimen 2 memiliki nilai yang sangat besar di bandingkan spesimen yang lain hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal, pertama proses pabrikasi pada saat proses vacum udara yang terperangkap pada matriks dapat keluar sempurna yang menyebabkan pemusatan tekanan yang baik pada serat, kedua matriks dan serat gelas dapat terikat dengan baik yang akhirnya kekuatan kelenturannya dapat mencapai 101,91 MPa, dilanjutkan pada variasi 4 serat jute pada variasi ini nilai terbesar yang di dapatkan yaitu 39,38 MPa dan nilai yang terkecil pada 34,04 MPa, dilanjutkan pada variasi 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas mendapatkan nilai pada 14,00 MPa dan nilai terkecil pada 8,7 MPa hal ini sangat berbanding terbalik pada pengujian sebelumnya yang dimana campuran serat jute dan serat gelas dapat membantu menaikkan kekuatan serat jute hal ini dimungkinkan terjadi kesalahan pada yang tidak merata dan juga pada saat proses vacum yang kurang baik yang kurang dapat menarik udara yang terperangkap pada komposit yang menyebabkan void yang mempengaruhi pemusatan tekanan dan membuat komposit rapuh.



Gambar 20 Diagram tegangan lentur maksimum rata-rata

Pada diagram di atas dapat terlihat pada variasi 4 serat

mendapatkan hasil tegangan lentur maksimum rata-rata terbaik yaitu 101,91 MPa diantara variasi lainnya hal ini menunjukkan bahwa serat gelas memiliki tegangan lentur maksimum terbaik dibandingkan serat jute yang mendapatkan hasil 39,38 Mpa. Pada variasi 3 yaitu 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas hanya mendapatkan tegangan lentur maksimum rata-rata sebesar 14,00 MPa hal ini bisa terjadi karena beberapa hal di kutip dari buku pengenalan teknik komposit karangan Drs. Hartono, S.T.,M.Pd (2016), hal ini disebabkan oleh cacat yang ia artikan sebagai kondisi yang tidak sesuai dengan rancangan dan dinilai akan mengurangi kualitas produk komposit dari segi fungsi dan ukuran jenis cacat pun mencakup, cacat permukaan (surface defect), melepuh (blister), mengelupas (delaminasi), penyok (dent), deformasi (twistbow, warpage) [9].

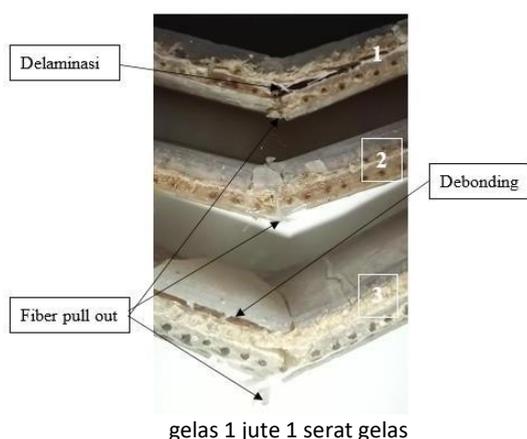


Gambar 21 Terdapat void pada spesimen uji bending 6

Dapat dilihat pada Gambar 18 bahwa pada spesimen pengujian bending terdapat void, void adalah gelembung udara yang terperangkap yang menyebabkan kekosongan/ lubang pada komposit. Hal ini terjadi karena proses pembutan yang kurang baik seperti pada saat melakukan proses vacum yang tidak dapat menarik udara dengan sempurna pada saat proses pembuatan. Voids (kekosongan) yang terjadi pada matrik sangatlah berbahaya, karena pada bagian tersebut penguat tidak didukung oleh matriks, sedangkan penguat selalu akan mentransfer tegangan ke matriks.

Hal seperti ini menjadi penyebab munculnya retakan (crack), sehingga komposit akan gagal lebih awal. Kekuatan komposit terkait dengan void adalah berbanding terbalik yaitu semakin banyak void maka komposit semakin rapuh dan apabila sedikit void komposit semakin kuat [20]. Hal ini selaras dengan Gambar 18 yang dimana menunjukkan no 1 yaitu spesimen 1 variasi 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas yang memiliki void yang lebih banyak dan ukuran yang lebih besar di bandingkan spesimen yang lain seperti yang di tunjukan no 2 dan 3 yaitu variasi 4 serat jute yang memiliki void lebih sedikit di bandingkan yang lainnya, yang dimana ini dapat dibuktikan juga pada Gambar 16 yang dimana menunjukkan kekuatan bending spesimen variasi 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas jauh dibawah kedua variasi lainnya.

Gambar 22 kegagalan spesimen variasi 1 serat jute 1 serat



glas 1 jute 1 serat gelas

Pada Gambar 19 ditunjukkan bahwa telah terjadi debonding pada spesimen 3 variasi variasi 1 serat jute 1 serat gelas 1 jute 1 serat gelas debonding terjadi Bila matriks tidak mampu menahan konsentrasi tegangan geser yang timbul diujung serat yang patah, serat dapat terlepas dari matriks (debonding), hal ini di sebabkan oleh ikatan antar muka yang lemah antara serat dan matriks [18]. Lalu terdapat delaminasi pada variasi 1 serat jute 1 serat gelas 1 jute 1 serat gelas spesimen 1, delaminasi ini terjadi karena terlepasnya ikatan antar lapisan penguat. Penyebab utama perpatahan ini adalah gaya adhesi antara penguat dan matriks yang lemah. Selain itu kemampuan matriks untuk mengisi ruang antara serat juga mempengaruhi komposit [15]. Pada Gambar 19 juga dapat dilihat bahwa ada kekurangan pada saat proses produksi yaitu menumpuknya matriks di susunan paling atas yang dimana pada proses produksi harusnya matriks dituang merata antar lapisan.

## Kesimpulan

Komposit dengan variasi laminat 4 serat gelas memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 43,20 MPa, minimum 33,25 MPa dan maksimum 55,87 MPa. Dengan kekuatan impact rata-rata 39,67 J/mm<sup>2</sup>, minimum 39 J/mm<sup>2</sup> dan maksimum 40 J/mm<sup>2</sup>. Rata-rata tegangan lentur maksimum sebesar 70,36 MPa, maksimum 101,91 MPa dan minimum 54,30 Mpa, pada variasi ini memiliki karakteristik terbaik dibandingkan variasi lainnya dikarenakan beberapa hal seperti kemampuan serat gelas yang dapat mengikat dengan baik pada matriks dan sifatnya yang memiliki tensile strength dan young's modulus yang tinggi dibandingkan serat jute.

Komposit dengan variasi laminat 4 serat jute memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 16,64 MPa, minimum 14,56 MPa dan maksimum 19,64 MPa. Dengan kekuatan impact rata-rata 35,67 J/mm<sup>2</sup>, minimum 34 J/mm<sup>2</sup> dan maksimum 38 J/mm<sup>2</sup>. Rata-rata tegangan lentur maksimum sebesar 37,20 MPa, maksimum 39,48 MPa dan minimum 34,04 Mpa, pada variasi ini yaitu 4 serat jute memiliki karakteristik dibawah variasi 4 serat gelas hal ini terjadi karena beberapa faktor seperti, serat jute memiliki kemampuan yang kurang baik dalam hal bonding/mengikat pada matriks hal ini sangat berpengaruh pada kekuatan komposit dan bentuk anyaman serat jute yang kurang rapih mengakibatkan banyaknya udara yang terperangkap diantara susunan anyaman yang mengakibatkan kekuatan komposit kurang baik.

Komposit dengan variasi laminat 1 serat jute 1 serat gelas 1 serat jute 1 serat gelas memiliki kekuatan tarik rata-

rata sebesar 26,53 MPa, minimum 23,59 MPa dan maksimum 29,85. Dengan kekuatan impact rata-rata pada arah tumbukan serat jute sebesar 35,33 J/mm<sup>2</sup>, maksimum 48 J/mm<sup>2</sup> dan minimum 40 J/mm<sup>2</sup>, kekuatan impact rata-rata pada arah tumbukan serat gelas sebesar 52 J/mm<sup>2</sup>, minimum 48 J/mm<sup>2</sup> dan maksimum 56 J/mm<sup>2</sup>, dan Rata-rata tegangan lentur maksimum sebesar 10,89 MPa, maksimum 14,00 MPa dan minimum 8,70 MPa. Pada variasi ini terlihat bahwa ada pengaruh pada pencampuran kedua serat tersebut, Hasil pengujian menentukan bahwa serat gelas memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan serat jute yang dimana berpengaruh pula pada arah pengujian impact yang dimana pengujian impact pada arah serat gelas memiliki nilai yang lebih baik di dibandingkan dengan pengujian impact pada arah serat jute, dilihat dari hasil pengujian pada serat gelas memiliki sifat patahan yang ulet dan serat jute memiliki sifat patahan yang sebaliknya yaitu getas hal ini pun berpengaruh terhadap ketahanan lapisan dan meneruskan beban kejut kelapisan lainnya.

Dari hasil pengujian tarik, bending dan impact menunjukkan pengaruh dari pencampuran serat jute dan serat gelas hal ini disebabkan karena pencampuran dua karakteristik serat yang berbeda antara kedua serat, salah satunya yaitu ikatan antara serat dan matriks. Yang dimana menghasilkan nilai uji yang rata-rata berada diantara kedua variasi lainya yaitu variasi 4 serat gelas pada posisi atas dan 4 serat jute pada posisi bawah.

## Referensi (Harvard Style)

1. Marsyahyo, "ANALISIS BRUNNAEUR EMMET TELLER (BET) TOPOGRAFI PERMUKAAN SERAT RAMI (Boehmeria nivea)
2. UNTUK MEDIA," vol. 2, pp. 33–41, 2009.
3. Sarudin, Sudarsono, and Y. Gunawan, "Karakteristik Kekuatan Tarik Pada
4. Komposit Hybrid, Serat Rami, Fiberglass, Dan Resin Polyester," *ENTHALPY J. Ilm. Mhs. Tek. Mesin J.*, vol. 4, no. 4, pp. 124–128, 2019, [Online]. Available: <http://ojs.uho.ac.id/index.php/ENTHALPY/article/view/10014>.
5. Anish Khan, Sanjay Mavinkere Rangappa, Mohammad Jawaid, Suchart Siengchin, and Abdullah M. Asiri, *Hybrid Fiber Composites: Materials, Manufacturing, Process Engineering - Google Books*. 2020.
7. R. F. Septiyanto and A. H. D. Abdullah, "Perbandingan Komposit Serat
8. Alam Dan Serat Sintetis Melalui Uji Tarik Dengan Bahan Serat Jute Dan E-Glass," *Gravity J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Fis.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2015, [Online]. Available: <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Gravity/article/view/2536%0Ahttp://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Gravity/article/view/912>.
10. K. Umar, I. Junaidy, and A. Karim, "Effect of Fiber Surface Treatment on
11. Mechanical Properties of Jute Fiber Reinforced Composites With
12. Yukalac157-Catalys Resin," *Pros. SNTTM XVIII*, pp. 9–10, 2019.

- 13 A. S. Mokar and M. Mukhlis, "Analisis Pengaruh Komposisi
- 14 Lapisan/Laminat Terhadap Kekutan Impak pada Komposit Hybrid Serat
- 15 Jute, Glass dan Resin Yukalac 157 Katalis," *Dinamika*, vol. 6, pp. 39–43, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Dinamik/article/view/4103%0Ahttp://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Dinamik/article/view/4103/2643>.
- 16 //ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Dinamik/article/view/4103/2643.
- 17 R. A. Donald, P. F. Pradeep, and K. B. D., *Essentials of Materials Science and Engineering*, Second Edition, SI. 2007.
- 18 Nurun Nayiroh, "TEKNOLOGI MATERIAL KOMPOSIT."
- 19 M. M. Drs. Hartono, S.T., M.Pd., M. P. Mochammad Rifai, S.T., and I. H.
- 20 Subawi, *Pengenalan Teknik Komposit*. DEEP PUBLISH, 2016.
- 21 F. M. Al-Oqla and M. S. Salit, *Materials Selection for Natural Fiber Composites*. 2017.
- 22 I. N. G. Wardana and K. Veronika, "Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Laju Dan Efisiensi Pembentukan Hidrogen," vol. 6, no. 1, pp. 51–59, 2015.
- 23 Y. Handoyono, "Perancangan alat uji impak metode charpy kapasitas 100 joule," vol. 1, no. 1, pp. 17–25, 2013.
- 24 A. S. Pramudyo and A. Rachmansyah, "Visualisasi Hasil Mesin Uji Tarik Gotech Gt-7010-D2E," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 80–88, 2014, [Online]. Available: <http://jnte.ft.unand.ac.id/index.php/jnte/article/view/58>.
- 25 H. N. Beliu, Y. M. Pelle, and J. U. Jarson, "Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri - polyester," *Lontar*, vol. 03, no. 02, pp. 11– 20, 2016.
- 26 K. Bambang Hadi, *Mekanika struktur komposit*. ITB tahun 2000, 2000.
- 27 M. F. Latuconsina and I. Priyahapsara, "Bending Strength of Hybrid Composite of Glass and Natural Fiber Phineage Leaves," *Vortex*, vol. 2, no. 2, p. 89, 2021, doi: 10.28989/vortex.v2i2.1012.
- 29 A. Pizzi, A. N. Papadopoulos, and F. Policardi, "Wood composites and their polymer binders," *Polymers (Basel)*, vol. 12, no. 5, 2020, doi: 10.3390/polym12050512.
- 30 Niu Hedong, "Analytical Modeling on Debonding Failure of FrpStrengthened Rc Flexural Structures," *Concrete*, pp. 1–11, 2001.
- 31 Schwartz, *Composite Materials Handbook*, 2nd ed. New York, USA: McGraw-Hill Book Company, 1984.
- 32 McGraw-Hill Book Company, 1984.
- 33 A. Saidah, S. E. Susilowati, and Y. Nofendri, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Jerami Padi Epoxy Dan Serat Jerami Padi Resin Yukalac 157," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 5, no. 2, pp. 96–101, 2018, doi: 10.21009/jkem.5.2.7.