

**PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT TERHADAP KEKUATAN BENDING KOMPOSIT EPOXY BERPENGUAT SERAT IJUK (ARENKA PINNATA MERR)**Ridho Qodratullah<sup>1</sup> Nafrizal<sup>1</sup>, Shirley Savetlana<sup>1</sup><sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia\*e-mail koresponding: [ridhoando88@gmail.com](mailto:ridhoando88@gmail.com)**Abstrak**

Perkembangan industri komposit di Indonesia dengan mencari bahan komposit alternatif yang lain harus ditingkatkan, guna menunjang permintaan komposit di Indonesia yang semakin besar. Selama ini perkembangan komposit di Indonesia masih menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui kembali yang berasal dari galian bumi. Untuk itu perlu dikembangkan bahan baku material penguat komposit yang ramah lingkungan, seperti serat alam. Saat ini banyak penelitian tentang komposit yang menggunakan serat alam sebagai bahan pengisinya, salah satunya adalah komposit berpenguat serat ijuk karena harganya relatif lebih murah dibandingkan serat sintesis. Serat ijuk diberikan perlakuan NaOH 5% selama 2 jam. Kemudian dipotong menjadi tiga variasi, yaitu 10 mm, 20 mm dan 30 mm kemudian ketiga variasi disusun secara *random* pada cetakan dan dicampur dengan resin epoxy menggunakan mesin *vacuum* hingga cetakkan penuh. Spesimen yang telah mengeras, dibentuk sesuai dengan ASTM D790-03 kemudian spesimen siap untuk diuji bending. Dari hasil pengujian dan analisa, didapatkan bahwa nilai kekuatan bending komposit panjang serat 30 mm sebesar 67.740 MPa lebih tinggi dibandingkan dengan serat 20 mm sebesar 51.656 MPa dan serat 10 mm sebesar 40.019 MPa. Sehingga diketahui bahwa semakin panjang serat maka semakin tinggi kekuatan bendingnya hal ini dikarenakan panjang kritis serat yang masih mampu menahan perpatahan. Hasil pengamatan perpatahan menggunakan SEM menunjukkan bahwa semakin panjang serat, maka semakin sedikit permukaan patahan yang mengalami *fiber pull-out*. Hasil kekuatan bending yang didapat belum optimum dikarenakan masih adanya *void* yang terdapat pada spesimen.

**Kata kunci:** Komposit; Resin *epoxy*; Serat ijuk; NaOH 5%; SEM.**PENDAHULUAN****Latar Belakang**

Perkembangan industri komposit di Indonesia dengan mencari bahan komposit alternatif yang lain harus ditingkatkan, guna menunjang permintaan komposit di Indonesia yang semakin besar. Selama ini perkembangan komposit di Indonesia masih diarahkan dengan bahan-bahan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui kembali yang berasal dari galian bumi. Untuk itu perlu dikembangkan bahan baku material penguat komposit yang ramah lingkungan, seperti serat alam [1].

Serat ijuk merupakan serat alam yang berasal dari pohon aren, dilihat dari bentuknya, serat alam tidaklah homogen. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan dan pembentukan serat tersebut bergantung pada lingkungan alam dan musim. Serat ijuk memiliki sifat elastik, keras, tahan air, dan sulit

dicerna oleh organisme perusak [2].

Penelitian tentang sifat fisis dan mekanisnya serat ijuk ini dilakukan karena serat ijuk memiliki persediaan yang melimpah dan sifat mekanik yang baik dijadikan sebagai pertimbangan utama dalam pemilihan untuk dasar bahan alternatif pengganti serat gelas sehingga tercipta bahan dasar (*filler*) komposit baru yang dapat digunakan dalam industri.

Untuk dapat membandingkan kekuatan komposit yang lebih baik maka dapat dilihat beberapa penelitian sebelumnya, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Jonathan Joroh melakukan pengujian pada serat sabut kelapa yang diperlakukan dengan larutan NaOH atau alkali menggunakan *Resin Polyester BQTN* tipe 157 didapat harga optimal *Momen Bending* pada (fv) 30%serat dan 70% resin dengan nilai 6366.67 Nmm dan nilai optimum untuk tegangan bending terdapat pada (fv) 30%serat dan 70% resin dengan nilai 115.06 Mpa [3].

Arif Nurdin melakukan pengujian serat kulit waru yang diperlakukan dengan larutan NaOH dan menggunakan *Resin Polyester BQTN* tipe 157 dengan pengujian uji tarik dan uji *bending*. Hasil pengujian tarik didapatkan nilai sebesar 66,78 MPa pada orientasi arah sudut serat 45°/0°-45°/0°. Sedangkan kekuatan *bendingnya* sebesar 179,78 MPa pada orientasi arah sudut serat 0°/45°-45°/0° [4].

Sudarsono melakukan pengujian komposit serat rami dengan metode *hand lay up* 1 lapis dan 2 lapis menggunakan *Resin Polyester*. Pada spesimen 1 lapis tegangan *bending* sebesar 19,01 MPa, regangan *bending* sebesar 2,313% dan modulus young 0,776 GPa. Pada spesimen 2 lapis tegangan *bending* sebesar 45,66 MPa, regangan 1,79 % dan *modulus young* 1,224 GPa [5].

Nasmi H. S. mengkaji ketahanan *bending* komposit *hybrid* serat batang kelapa berbanding serat gelas dengan matrik *urea formaldehyde*. Dimana dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kekuatan *bending* tertinggi komposit *hybrid* serat batang kelapa/serat gelas pada fraksi volume serat batang kelapa/serat gelas 10%:20% yaitu 22,7 MPa, kemudian berturut-turut 15%:15% yaitu 19,6 MPa dan 20%:10% yaitu 17,37 Mpa [6].

I Gede melakukan pengujian *bending* serat sisal dan karung goni dengan resin *polyethylene*. Dimana kekuatan *bending* tertinggi dengan fraksi volume serat *hybrid* dengan perbandingan serat sisal dan karung goni 30%:0% sebesar 74,43 MPa. Kemudian berturut-turut perbandingan 20%:10% sebesar 55,22 MPa, 15%:15% sebesar 46,38 MPa, 10%:20% sebesar 41,87 MPa, dan 0%:30% sebesar 32,21 MPa [7].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Imam Munandar, serat ijuk pada diameter 0,3 mm mempunyai kekuatan tarik yang paling tinggi yaitu sebesar 208,22 MPa, regangan sebesar 0,192% dan modulus elastisitas yang tinggi sebesar 1,07 GPa. Kekuatan tarik terendah didapatkan dari serat berdiameter 0,5 mm yaitu kekuatan tarik 173,43 MPa, tegangan yang tinggi sebesar 0,37%, dan modulus elastisitas yang rendah sebesar 0,46 GP [8].

Dari hasil penelitian mengenai kekuatan *bending* serat alam lainnya, maka pengujian yang dilakukan ini menggunakan serat ijuk sebagai bahan pengisinya dikarenakan serat ijuk memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi. Sehingga kekuatan *bending* komposit berkuat serat ijuk ini diharapkan mampu

menghasilkan kekuatan *bending* yang tinggi.

## METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Serat ijuk, Resin *epoxy*, NaOH 5%, Air aquades, Wax. Sedangkan alat yang digunakan adalah Timbangan digital, Pompa vakum, Mikrometer sekrup, Inkubator, Papan *acrylic*, Gelas ukur, Alat uji *Bending* dan alat uji SEM.

### B. Prosedur Penelitian

Dalam pengujian ini, dilakukan lima tahapan, yaitu sebagai berikut :

#### 1. Persiapan serat ijuk

Serat ijuk yang digunakan berdiameter 0.25mm-0.35mm diukur menggunakan micrometer skrup. Kemudian serat direndam menggunakan larutan NaOH 5% selama 2 jam. Serat dibersihkan dari larutan alkali menggunakan aquades dan serat dipotong menjadi 3 variasi (10mm, 20mm, dan 30mm). Serat ijuk dikeringkan menggunakan oven selama 15 menit dengan suhu 80°C.

#### 2. Persiapan cetakkan *acrylic*

Pembuatan cetakkan papan komposit berukuran 130mm x 100mm x 10 mm (bagian dalam). Setelah itu cetakkan diolesi dengan wax.

#### 3. Pembuatan komposit menggunakan metode *vacuum*

Dalam pembuatan komposit ini, digunakan mesin pompa vakum untuk mencetak komposit secara otomatis. Adapun langkah-langkah pembuatannya adalah :

- Serat ijuk yang telah dipotong, dimasukkan kedalam cetakkan secara acak sesuai dengan perbandingan fraksi volume 20% ijuk : 80% resin.
- Menutup cetakkan yang telah diisi oleh serat ijuk menggunakan papan *acrylic* yang telah dilubangi sebanyak 5 buah lubang.
- Melubangi tutup gelas pencampur sebanyak 5 buah. Empat lubang disambungkan dengan 4 buah selang dan lubang ke 5 untuk batang pengaduk.
- Menyambungkan selang tabung vakum menuju pompa vakum.
- Memasukkan selang pertama kedalam *hardener* lalu hisap menggunakan

- pompa vakum sampai indicator
- f. Memasukkan selang kedua kedalam resin lalu hisap menggunakan pompa vakum sampai indikator 200 ml pada gelas ukur.100 ml pada gelas ukur.
- g. Mengaduk campuran antara resin dan *hardener* sampai merata.
- h. Menghubungkan selang ketiga pada gelas pencampur ke papan cetakkan hingga cetakkan terisi penuh oleh campuran resin dan *hardener*.
- i. Memasukkan campuran antara serat ijuk dengan *epoxy* (komposit) ke dalam inkubator dengan panas  $\pm 80^{\circ}$  C sampai komposit menjadi keras.
- j. Lepas semua sistem cetakan, dan buka cetakan menggunakan alat bantu seperti *cutter*, palu kecil, pahat dan alat bantu lainnya.
- k. Memotong spesimen menggunakan gergaji besi kemudian dibentuk dengan cara dihaluskan sesuai dengan ASTM D790-03 [9].

**4. Pengujian *bending***

Pengujian kekuatan *bending* yang dilakukan sesuai dengan standar ASTM D790-03. Spesimen uji *bending* dibuat 3 variasi panjang serat dengan masing masing menjadi 4 sampel. Material komposit dibuat dengan panjang 120 mm, lebar 15 mm dan tebal 6 mm.

**5. Pengamatan *Scanning Electron Microscope* (SEM)**

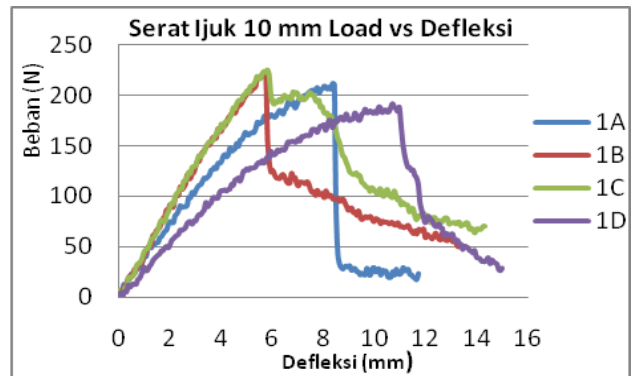
Prosedur pengamatan dengan SEM untuk patahan uji kekuatan *bending* adalah lanjutan dari proses coating. Spesimen yang telah di coating lalu dimasukkan pada wadah dudukan spesimen. Setelah itu dimasukkan kedalam alat uji SEM dan siap untuk di cari pusat patahannya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengujian *Bending***

Dari hasil pengujian *bending* yang telah dilakukan, maka didapatkan nilai kekuatan *bending* untuk setiap variasi panjang serat. Setiap variasi dibuat 4 sampel.

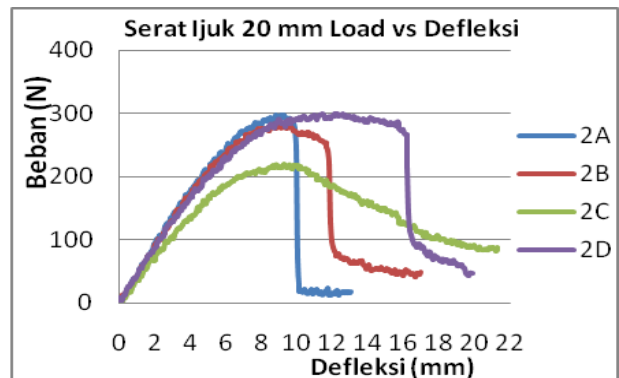
1. Komposit serat ijuk panjang serat 10 mm



Gambar 1. Grafik hubungan antara beban dengan defleksi komposit serat ijuk 10 mm

Dari grafik hubungan antara beban dengan defleksi komposit serat ijuk 10 mm diatas beban terbesar terdapat pada komposit sampel 1C sebesar 224,99 N dan defleksi yang didapat sebesar 5,81 mm. Beban terendah terdapat pada komposit sampel 1D sebesar 192,09 N dan defleksi sebesar 10,69 mm. Sedangkan rata-rata beban yang diperoleh dari keempat sampel komposit adalah sebesar 212,395 N dan rata-rata defleksi sebesar 7.632 mm.

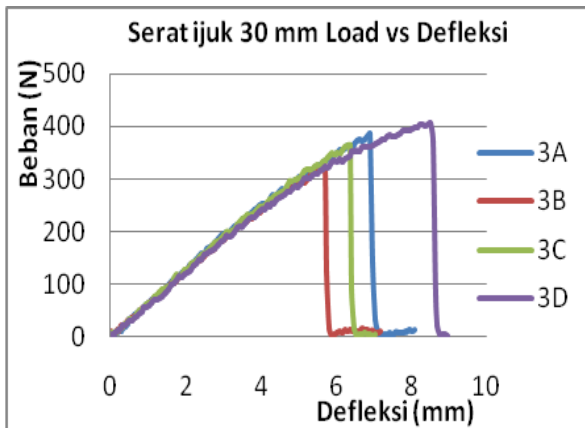
2. Komposit serat ijuk panjang serat 20 mm



Gambar 2. Grafik hubungan antara beban dengan defleksi komposit serat ijuk 20 mm

Dari grafik hubungan antara beban dengan defleksi komposit serat ijuk 20 mm diatas beban terbesar terdapat pada komposit sampel 2D sebesar 299,76 N dan defleksi yang didapat sebesar 11,42 mm. Beban terendah terdapat pada komposit sampel 2C sebesar 219,93 N dan defleksi sebesar 9,29 mm. Sedangkan rata-rata beban yang diperoleh dari keempat sampel komposit adalah sebesar 274,857 N dan rata-rata defleksi sebesar 9.635 mm.

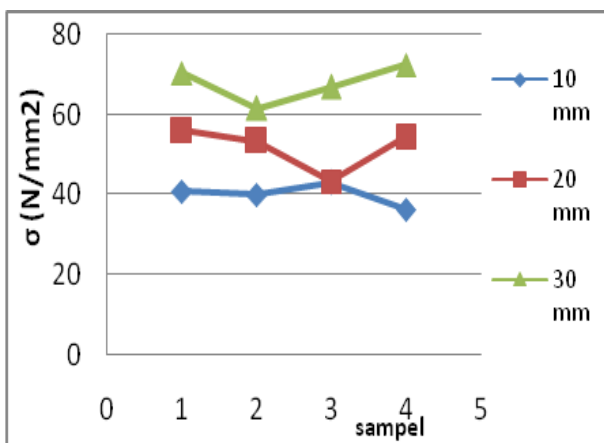
3. Komposit serat ijuk panjang serat 30 mm



Gambar 3. Grafik hubungan antara beban dengan defleksi komposit serat ijuk 30 mm

Dari grafik hubungan antara beban dengan defleksi komposit serat ijuk 30 mm diatas beban terbesar terdapat pada komposit sampel 3D sebesar 407,2 N dan defleksi yang didapat sebesar 8,48 mm. Beban terendah terdapat pada komposit sampel 3B sebesar 323 N dan defleksi sebesar 5,68 mm. Sedangkan rata-rata beban yang diperoleh dari keempat sampel komposit adalah sebesar 370,275 N dan rata-rata defleksi sebesar 6,847 mm.

4. Perbandingan nilai kekuatan bending yang dialami komposit epoxy berpenguat serat ijuk



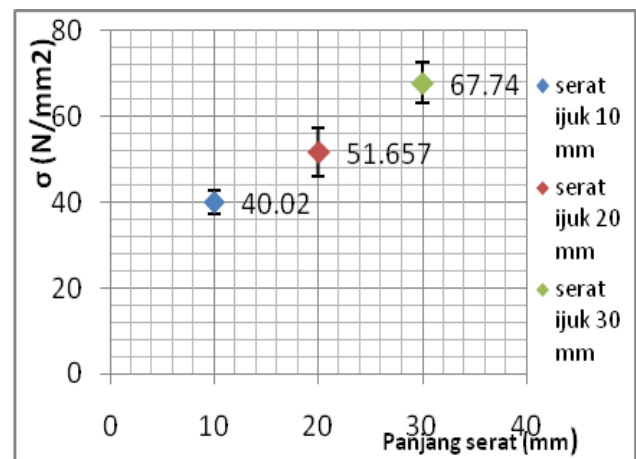
Gambar 4. Perbandingan kekuatan bending yang dialami komposit

Dari hasil grafik perbandingan kekuatan bending yang dialami komposit yang diperoleh diatas, nilai kekuatan bending tertinggi terdapat pada komposit serat ijuk 30 mm pada sampel

3D yaitu sebesar 72,372 N/mm<sup>2</sup> dan beban terendah terdapat pada sampel 3B yaitu sebesar 61.447 N/mm<sup>2</sup>. Komposit serat ijuk 20 mm sampel 2A memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 55,863 N/mm<sup>2</sup> dan terendah pada sampel 2C yaitu sebesar 43,178 N/mm<sup>2</sup>. Pada komposit serat 10 mm, nilai beban tertinggi terjadi pada sampel 1C yaitu sebesar 43,053 N/mm<sup>2</sup> dan terendah yaitu pada sampel 1D sebesar 36,307 N/mm<sup>2</sup>.

5. Perbandingan nilai rata-rata kekuatan bending komposit epoxy berpenguat serat ijuk

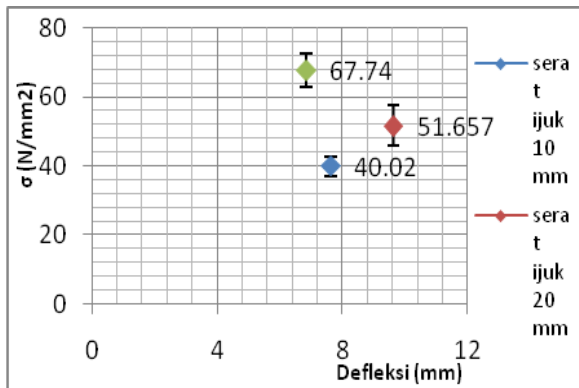
Dari gambar grafik perbandingan rata-rata komposit epoxy berpenguat serat ijuk diatas, dapat dilihat bahwa kenaikan kekuatan bending komposit epoxy berpenguat serat ijuk sangat signifikan dari tiap-tiap panjang serat ijuk. Semakin panjang serat ijuk, maka nilai kekuatan bending yang dialami komposit epoxy juga akan semakin tinggi.



Gambar 5. Perbandingan rata-rata komposit epoxy berpenguat serat ijuk

Pada komposit epoxy berpenguat serat ijuk panjang serat 10 mm, nilai rata-rata adalah sebesar 40,019 N/mm<sup>2</sup>. Pada panjang serat ijuk 20 mm mengalami kenaikan persentase sebesar 28% menjadi 51,657 N/mm<sup>2</sup>. Dan pada serat ijuk 30 mm mengalami kenaikan sebesar 31% menjadi 67,74 N/mm<sup>2</sup>.

6. Perbandingan antara nilai defleksi dan kekuatan bending komposit epoxy berpenguat serat ijuk.



Gambar 6. Grafik hubungan perbandingan antara nilai kekuatan bending dan defleksi.

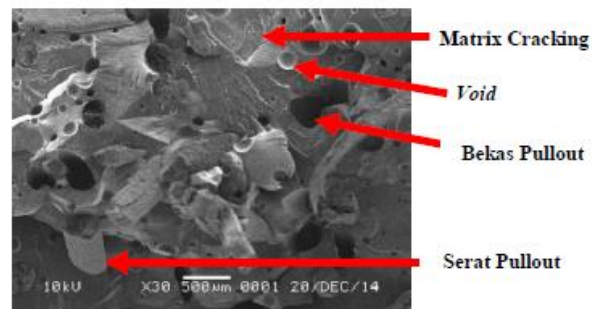
Pada gambar grafik diatas, dapat dilihat bahwa defleksi terbesar terdapat pada panjang serat ijuk 20mm yaitu sebesar 9,635 mm, tetapi nilai kekuatan bendingnya tidak terlalu kuat yaitu sebesar 51,657 N/mm<sup>2</sup>. Standar deviasi pada serat 20 mm sebesar 11,13 %. Pada panjang serat 10 mm, defleksi yang terjadi tidak terlalu besar hanya sebesar 7,632 mm. Dan besar kekuatan bending yang dialami paling rendah yaitu sebesar 40,019 N/mm<sup>2</sup>. Standar deviasi pada serat 10 mm sebesar 7,02 % mengalami penurunan dibandingkan dengan serat 20 mm.

Sedangkan pada serat ijuk 30 mm, nilai defleksi yang terjadi semakin kecil hanya sebesar 6,847 mm, tetapi nilai kekuatan bending yang didapat paling besar yaitu 67,740 N/mm<sup>2</sup>. Standar deviasi pada serat 30 mm sebesar 7,04 %. Standar deviasi ini mengalami kenaikan dibandingkan serat 10 mm.

**Pengamatan Spesimen Komposit Serat Ijuk Dengan Foto SEM**

Pengamatan spesimen komposit serat ijuk menggunakan foto SEM dilakukan untuk mengetahui ikatan antara matriks dan serat. Hasil pengamatan SEM yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Foto SEM Komposit Serat Ijuk 30 mm sampel 3D

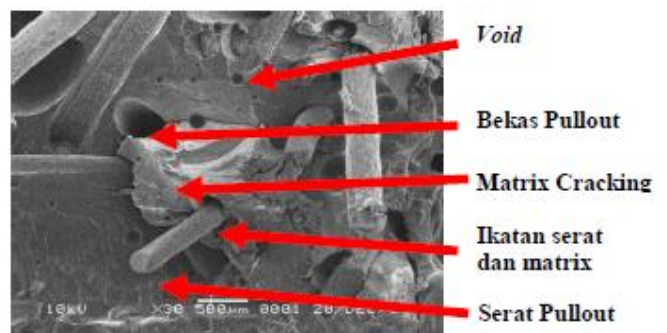


Gambar 7. Hasil foto SEM komposit 30 mm sampel 3D pembesaran 30X

Pada hasil uji SEM dapat dilihat bahwa banyak serat yang langsung mengalami patahan (*fiber breaking*). Ini dikarenakan serat yang panjang memiliki panjang kritis yang tinggi pula. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan antara serat dan matriks cukup kuat sehingga pada saat pemberian beban bending diterapkan pada spesimen 3D serat dan matriks dapat menyerap beban secara bersamaan.

Serat ijuk yang panjang mengakibatkan serat tidak mudah *pullout* pada saat ditekan dikarenakan pada saat spesimen diberikan beban dengan cara ditekan, ikatan serat dan matriks sangat kuat sehingga serat langsung putus tanpa mengalami pullout terlebih dahulu. Tetapi *void* yang dihasilkan masih cukup banyak sehingga mengurangi kekuatan bending yang dialami oleh komposit tersebut.

2. Foto SEM Komposit Serat Ijuk 10 mm Sampel 1D



Gambar 8. Hasil foto SEM komposit 10 mm sampel 1D pembesaran 30X.

Pada hasil uji SEM dapat dilihat bahwa banyak serat yang mengalami *pullout* ini dikarenakan karena serat yang pendek memiliki panjang kritis yang lebih rendah sehingga ikatan antara serat dan matriks juga akan semakin rendah. Pada saat komposit

epoxy berpenguat serat ijuk diberikan beban, serat yang pendek tersebut tertekan dan mengakibatkan serat terlepas dari ikatan matriks yang mengikatnya sehingga mempengaruhi nilai beban yang mampu diserap oleh komposit tersebut.

Void yang terdapat pada spesimen ID ini juga masih sangat banyak. Sehingga semakin menurunkan beban yang diterima oleh komposit tersebut.

## KESIMPULAN

Semakin panjang serat ijuk, maka semakin tinggi pula kekuatan bending yang mampu diterima komposit epoxy berpenguat serat ijuk. Hal ini dikarenakan serat yang panjang memiliki panjang kritis yang lebih tinggi sehingga ikatan serat dan matriks akan semakin lebih kuat.

Kekuatan bending komposit berpenguat serat ijuk dengan panjang serat 30 mm lebih tinggi dibandingkan dengan serat ijuk 20 mm dan 10 mm. Rata-rata nilai kekuatan bending komposit serat ijuk 30 mm adalah 67,740 N/mm<sup>2</sup>. Rata-rata nilai kekuatan bending komposit serat ijuk 20 mm adalah 51,656 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan rata-rata kekuatan bending komposit serat ijuk 10 mm adalah 40,019 N/mm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widodo, Basuki. 2008. *Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi Dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random)*. Jurusan Teknik Mesin ITN Malang : Malang.
- [2] Christiani, Evi. 2008. *Karakterisasi Ijuk Pada Papan Komposit Ijuk Serat Pendek Sebagai Perisai Radiasi Neutron*. Universitas Sumatera Utara: Sumatera Utara.
- [3] Oroh, Jonathan. 2013. *Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Sabut Kelapa*. Universitas Sam Ratulangi: Manado.
- [4] Nurudin, Arif. 2011. *Karakterisasi Kekuatan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (Hibiscus Tiliaceus) Kontinyu Laminat Dengan Perlakuan Alkali Bermatriks Polyester*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Cirebon: Cirebon.
- [5] Sudarsono. 2012. *Kajian Sifat Mekanik Komposit Propeler Kincir Angin Standard Naca 4415 Modifikasi*. Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta: Yogyakarta.
- [6] Nasmi H. S. 2011. *Ketahanan Bending Komposit Hybrid Serat Batang Kelapa/Serat Gelas Dengan Matrik Urea Formaldehyde*. Fakultas Teknik Universitas Mataram: Mataram.
- [7] Widiartha, I Gede. 2012. *Study Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Komposit Polyethylene Yang Diperkuat Oleh Hybrid Serat Sisal Dan Karung Goni*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram: Mataram.
- [8] Munandar, Imam. 2013. *Kekuatan Tarik Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr)*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- [9] Savetlana, Shirley dkk. 2013. *Charpy Impact Property of Sugar Palm Fibre Reinforced Epoxy Composit*. SNTTM XII. Universitas Lampung : Bandar Lampung.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY).