

## Analisa Kekuatan Tarik dan *Bending* pada Komposit Widuri - Polyester

<sup>1</sup>Harun N. Beliu, <sup>1</sup>Yeremias M. Pell, <sup>1</sup>Jahirwan Ut Jasron,  
<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana  
Jl. AdiSucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597  
email: Harunbeliu010@gmail.com

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa kekuatan tarik dan *bending* komposit widuri *polyester*. Dengan perlakuan *NaOH* 5% selama 1 jam. Arah orientasi serat acak dengan ukuran serat 1 cm, 3 cm, dan 5 cm. Spesimen uji dicetak dengan metode cetak tekan, dengan fraksi volume serat 30%, pengikatnya adalah resin *polyester*. Pengujian spesimen dilakukan menurut standar pengujian ASTM D638 untuk tarik dan ASTM D790 untuk uji *bending*. Hasil perhitungan di peroleh adanya peningkatan kekuatan tarik pada panjang serat 5 cm yaitu 43,0809 MPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas tarik tertinggi pada panjang serat 3 cm yaitu 2,1608 GPa. Sedangkan pengujian *bending* diperoleh kekuatan *bending* tertinggi pada panjang serat 3 cm yaitu 62,8874 MPa dan nilai kekuatan *bending* terendah pada panjang serat 5 cm yaitu 47,66055 MPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas *bending* tertinggi 3,1325 GPa dengan panjang serat 5 cm dan terendah pada panjang serat 3 cm yaitu 2,7265 GPa, untuk nilai momen *bending* tertinggi 6509,916 Nmm pada panjang serat 3 cm dan nilai momen *bending* terendah pada panjang serat 1 cm yaitu 1318,464 Nmm. Dari hasil foto bentuk patahan spesimen uji tarik menunjukkan bahwa pada panjang serat 1 cm, 3 cm, 5 cm merupakan patahan yang diakibatkan oleh kegagalan matriks dalam menahan beban. Hasil foto bentuk patahan spesimen uji *bending* menunjukkan bahwa komposit dengan penguat serat yang lebih pendek memiliki alur patahan memanjang dan rongga yang lebih lebar di bandingkan dengan komposit berpenguat serat panjang memiliki alur patahan pendek dan rongga yang sempit.

*Kata kunci: serat widuri, kekuatan tarik, kekuatan bending, panjang serat.*

### Abstract

*The purpose of this study to analyze the tensile strength and flexural strength of widuri fiber reinforced polyester. Treatment with 5% NaOH for 1 hour. Directions random fiber orientation with a fiber size of 1 cm, 3 cm and 5 cm. The test specimen is printed with a printing press method, the fiber volume fraction of 30%, polyester resin binder. The test specimens were performed according to ASTM testing standard ASTM D638 to for tensile and D790 to flexural test. The calculation result obtained an increase in the tensile strength fiber length of 5 cm is 43.0809 MPa. While the value of the highest tensile modulus of elasticity of the fiber length of 3 cm. While testing the flexural obtained the highest bending strength in the fiber length of 3 cm is 62.8874 MPa and flexural strength values were lower in fiber length of 5 cm. While the value of the highest flexural modulus of elasticity of 3.1325 MPa with a fiber length of 5 cm and the lowest fiber length of 3 cm, for the highest value of 6509.916 Nmm flexural moments on the fiber length of 3 cm and the lowest value of flexural moment of the fiber length of 1 cm. From the results of photo fracturing shape tensile test specimens showed that the fiber length of 1 cm, 3 cm, 5 cm is a fault caused by a failure in the weight-bearing matrix. The images form flexural fracture test specimens showed that the fiber length of 5 cm is a fault caused by a failure in the weight-bearing matrix, whereas the fiber length of 1 cm and 3 cm showed the form fracture caused by the failure of fiber in weight-bearing*

*Keywords: widuri fiber, tensile strength, flexural strength, fiber length*

### PENDAHULUAN

Penggunaan material komposit dengan penguat serat alam mulai banyak dikenal dalam industri manufaktur. Komposit merupakan

penggabungan dua macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula dari material pembentuknya. Karena merupakan penggabungan dari material berbeda maka di

buat material komposit yang diinginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya.

Jenis komposit yang sudah dikembangkan antara lain komposit serat, yang terdiri dari komposit serat sintetis dan komposit serat alam. Sebagian serat alam yang juga sudah diteliti dan berpotensi baik untuk material komposit adalah serat rami dengan matriks polyester, serat buah lontar dengan matriks polyester, serat kulit waru dengan matriks polyester.

Alasan utama dalam memilih serat alam sebagai penguat komposit menurut beberapa peneliti antara lain: (1) komposit serat alam ramah lingkungan, mempunyai sifat mekanik yang baik (bisa bersaing dengan serat sintetis), relatif murah [Liu & Dai 2007]; (2) berat jenis serat alam lebih kecil dalam kisaran 1,25 – 1,5 gr/cm<sup>3</sup> dibandingkan dengan Eglass (2,54 gr/cm<sup>3</sup>) dan serat Carbon (1,8 – 2,1gr/cm<sup>3</sup>), [Mallick, 2007]. Selain itu serat alam juga dapat diperbaharui (*renewable*) dan selalu tersedia. Alasan-alasan inilah yang mendorong berkembangnya penelitian tentang rekayasa material di bidang komposit, baik yang sudah ada maupun yang masih baru.

Salah satu serat alam yang dapat dieksplorasi menjadi bahan baku untuk komposit adalah serat kulit batang widuri (*calotropis gigantea*) karena jenis serat ini masih tergolong baru untuk diteliti dan merupakan tanaman tropis yang banyak tumbuh di Indonesia dimana oleh sebagian masyarakat Flores, NTT, serat widuri sudah dimanfaatkan sebagai tali pancing dan jaring ikan. Informasi ini diperoleh Pell (2010) akan eksplorasinya terhadap serat widuri. Menurut Pell (2010) serat widuri memiliki kekuatan tarik sebesar 392.7133 MPa. Kemudian pada tahun 2012 dalam publikasinya, Pell melihat pengaruh fraksi volume terhadap karakterisasi mekanik *composite widuri – epoxy*. Dari penelitiannya diperoleh hasil sebagai berikut dengan meningkatnya fraksi volume, maka nilai-nilai yang menunjukkan karakterisasi mekanik *composite widuri – epoksi*, semakin meningkat.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis memandang perlu dilakukan suatu penelitian mengenai Analisa Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Komposit Widuri – Polyester.

## TINJAUAN PUSTAKA

Bakri, dkk (2012), meneliti tentang variasi panjang serat terhadap kuat tarik dan lentur pada komposit yang diperkuat serat *Agave Angustifolia* Haw dengan panjang serat 1 cm, 3 cm, 5 cm dan hasilnya menunjukkan bahwa pada panjang serat 5 cm memiliki kekuatan lentur dan kekuatan tarik lebih besar dibanding pada panjang serat 1 cm dan 3 cm.

Mahmuda, dkk, (2013) meneliti tentang pengaruh panjang serat terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat ijuk dengan matrik *epoxy* dengan variasi panjang serat 30 mm, 60 mm, dan 90 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan regangan tertinggi dicapai pada komposit dengan panjang serat 90 mm. Kekuatan tarik yang didapat sebesar 36,37 MPa dan regangan sebesar 9,34 %.

Pell (2012), mengemukakan komposit yang diperkuat serat widuri tanpa perlakuan, mempunyai regangan kegagalan serat lebih besar dari pada regangan kegagalan matriks, yang berarti matriks akan mengalami kegagalan terlebih dahulu dari pada serat pada saat komposit patah atau putus. Hasil foto SEM dan foto makro pada spesimen dari semua pengujian (tarik, bending dan impak), memperlihatkan bahwa pada fraksi volume yang rendah (15%) mempunyai ikatan antara serat dan matriks yang rendah karena didominasi oleh peristiwa fiber pull-out. Sedangkan pada fraksi volume yang tinggi (35% dan 45%) mempunyai ikatan antara serat dan matriks yang baik yang ditandai dengan sangat sedikit terjadinya peristiwa fiber pull-out pada komposit, dan timbulnya retak mikro pada permukaan komposit. Sifat tarik komposit seperti kekuatan tarik, regangan dan modulus young, kekuatan bending dan ketangguhan impak akan meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume seperti dalam penelitian ini, yaitu: vf 15%, 30% dan 45%.

Bate (2015), dalam skripsi pengaruh panjang serat dan fraksi volume terhadap sifat bending komposit widuri polyester dengan ukuran serat 3 mm, 5 mm, dan 7 mm, metode pencetakan dilakukan dengan cetak tekan, dengan variasi fraksi volume setiap ukuran serat adalah 20%, 30% dan 40%. Hasilnya menunjukkan bahwa kekuatan bending tertinggi yaitu dengan nilai 188,7567 MPa dan nilai

kekuatan bending terendah 143,527 MPa, sedangkan nilai modulus elastisitas bending tertinggi yaitu 4,9142 MPa dan nilai modulus elastisitas bending terendah yaitu 2,7078 MPa pada fraksi volume 20%, untuk nilai momen bending tertinggi yaitu 21516,6 Nmm dan nilai momen bending terendah yaitu 13184,64 Nmm.

Komposit adalah penggabungan dari dua atau lebih material ke dalam satu unit struktur yang mempunyai sifat-sifat yang tidak dapat dipenuhi apabila material-material tersebut masih berdiri sendiri atau sebelum digabung (Gibson, 1994).

Berikut ini adalah tujuan dari dibentuknya komposit, yaitu sebagai berikut :

- Memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu.
- Mempermudah desain yang sulit pada manufaktur.
- Keleluasan dalam bentuk atau desain yang dapat menghemat biaya.
- Menjadikan bahan lebih ringan.

Serat ialah suatu jenis bahan berupa potongan – potongan yang membentuk jaringan memanjang yang utuh ataupun senyawa. Serat yang paling sering dijumpai disekitar kita yaitu kain. Bahan ini sangat penting dalam kehidupan kita, baik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan sebagai kebutuhan tubuh kita sendiri. Manusia menggunakan serat dalam banyak hal, seperti: membuat tali, kain, kertas dan lain-lain. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis (serat buatan manusia). Serat sintetis dapat diproduksi secara murah dalam jumlah yang besar. Serat alami memiliki kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan, karena terbuat dari tumbuhan dan hewan.

Serat sebagai elemen penguat yang menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang diteruskan oleh matriks. Serat yang digunakan sebagai penguat adalah serat buatan seperti serat gelas, karbon dan lain-lain. Serat buatan ini memiliki keunggulan, tetapi harganya mahal. Selain serat buatan ada serat alam yang berasal dari alam, pemakaian serat alam bisa mengurangi biaya produksi. Banyak serat alam yang sudah diteliti antara lain: serat ijuk, serat eceng gondok, serat batang kelapa, serat daun nanas, serat sisal, serat gewang, serat buah lontar, serat widuri dan lain

- lain.



Gambar 1. Serat Widuri

Sumber: Foto diambil pada tanggal 09-11-2015.  
Pukul 01.30 wita

Widuri dengan nama ilmiah *calotropis gigantea* memiliki sinonim *aselepias gigantea will*, termasuk *familia aselepiadaceae*. Di Sumatra dikenal sebagai rubik, biduri, lembega, rembega, dan rumbigo. Masyarakat di Jawa mengenalnya sebagai babakoan, badori, biduri, widuri, saduri, sidaguri, bhiduri, dan burigha. Sedangkan Nusatenggara disebut muduri, rembiga, kore, krokoh, mado kapauk, dan modo kapauk. Di Sulawesi dikenal sebagai lembega.

Widuri adalah tanaman hias berbentuk semak tegak dan tingginya berkisar 50-300 cm. batangnya bulat dan bagian yang muda berwarna putih. Daunnya bulat telur sungsang atau memanjang, permukaan daun mudanya berbulu halus dan berwarna putih, namun bulunya akan luluh bila daun sudah tua. Mahkota bunganya berwarna ungu dengan tabungnya yang berwarna hijau pucat, sedangkan mahkota bunga tambahan berwarna putih.

Widuri berbuah bulat telur memanjang dengan ujung melengkung serupa kait, bijinya berwarna coklat, berambut pendek dan lebat serta berumbai putih seperti sutera yang panjang. Batangnya bila ditoreh akan mengeluarkan getah berwarna putih dan rasanya pahit. Getah ini dapat dipakai untuk obat sakit gigi. Kulit batang widuri mengandung bahan serat yang dapat digunakan untuk jaring ikan atau dibuat tali (Pell, 2010).

Karena keindahan bunganya, widuri ditanam pula sebagai tanaman hias. Tumbuhan ini mudah ditemukan di tanah kering dan dapat dipakai sebagai penekan cacing dan hama lainnya di ladang. Di Indonesia widuri dapat dijumpai di Sumatera, Jawa, Nusatenggara dan Sulawesi.



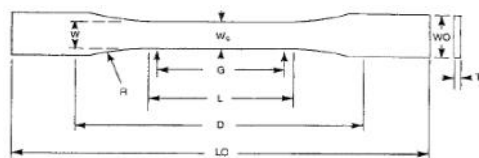
Gambar 2. Tanaman Widuri

Sumber. Foto diambil pada tanggal 2 Februari 2015, 14.00 WITA.

### Sifat Mekanik Komposit

#### Kekuatan Tarik Komposit

Dari pengujian ini dapat diketahui sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh material benda uji sebelum patah atau rusak, besarnya beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Adapun pengujian tarik diambil berdasarkan spesimen yang mengalami kerusakan dengan kondisi pengujian statis dan hasil yang didapat berupa kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas tarik. Berdasarkan standar pengujian yang digunakan pengujian tarik ini mengacu pada standar ASTM D638 dengan bentuk spesimen dan ukurannya seperti pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Spesimen Uji Tarik Komposit Standar ASTM D638-02

Sumber: Gibson (1994)

Kekuatan tarik dapat dihitung dengan persamaan (Gibson,1994):

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \left( \frac{N}{mm^2} \right)$$

dimana  $\sigma$  Engineering stress (Tegangan) (MPa), F beban yang diberikan dalam arah tegak lurus terhadap spesimen (N) dan  $A_0$  Luas penampang awal sebelum spesimen diberikan pembebanan (mm<sup>2</sup>).

Regangan komposit dapat dihitung dengan persamaan (Gibson,1994):

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \%$$

Dimana  $\varepsilon$  *Engineering Strain* (Regangan) (%),  $L_0$  panjang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (mm),  $\Delta L$  pertambahan panjang (mm).

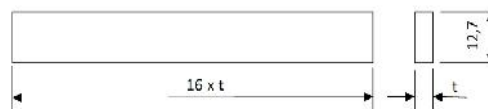
Berdasarkan kurva hasil pengujian maka modulus elastis, E (GPa) dapat dihitung dengan persamaan (Gibson,1994):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana E Modulus elastisitas (GPa),  $\sigma$  *Engineering stress* (tegangan) (MPa) dan  $\varepsilon$  *Engineering Strain* (regangan) (%).

#### Kekuatan Bending(Flexural Strength)

Untuk mengetahui kekuatan *bending* suatu material dapat dilakukan dengan pengujian *bending* terhadap material komposit tersebut. Pengujian *bending* mengacu pada standar ASTM D790 dengan kondisi pengujian statis. Kekuatan *bending* atau kekuatan lengkung adalah tegangan *bending* terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Besar kekuatan *bending* tergantung pada jenis material dan pembebanan. Akibat pengujian *bending*, bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari pada kekuatannya. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, spesimen tersebut akan patah. Hal tersebut mengakibatkan kegagalan pada pengujian komposit. Kekuatan *bending* pada sisi bagian atas sama nilai dengan kekuatan *bending* pada sisi bagian bawah. Berdasarkan standar pengujiannya yang digunakan yaitu ASTM D790 maka bentuk spesimen dan ukurannya dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Dimensi Spesimen Uji Bending ASTM D790

Sumber: Gibson, (1994)



Kekuatan *bending* dapat dirumuskan sebagai berikut (Gibson,1994):

$$\sigma = \frac{3F}{2b^3}$$

Modulus elastisitas *bending* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Gibson,1994) :

$$E_b = \frac{I^3 \cdot m}{4hd^3}$$

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Timbangan digital
- Gelas ukur
- Gergaji
- Jangka sorong digital
- Kuas
- Kain bekas
- Kamera digital
- Kaca pembesar
- Mesin Uji tarik dan Uji *bending*
- Gunting dan *Cutter*
- Cetakan komposit dari kayu
- Gerinda
- Obeng
- Ampelas

Bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian ini terdiri dari:

- Serat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat gelas dan serat lontar.
- Resin *Polyester*.
- Katalis atau *hardener*.
- *Wax mirrorglass*

### Prosedur Penelitian

#### *Pemisahan Serat (Dekortikasi)*

Proses pemisahan serat atau dekortikasi dilakukan secara manual dengan cara sebagai berikut:

- Memotong batang widuri dan didiamkan selama  $\pm 12$  jam
- Batang widuri dibelah bagi dua kemudian daging dengan kulitnya dipisahkan.
- Setelah daging dengan kulitnya sudah dipisahkan, kemudian kulitnya diiris dengan pisau lalu seratnya ditarik dari kulitnya.
- Serat dibiarkan mengering pada temperatur

ruangan selama  $\pm 1-3$  jam.

- Penguraian lebih lanjut untuk mendapatkan serat yang benar-benar bersih.

#### *Pembuatan Komposit dan Spesimen Komposit Widuri – Polyester*

Komposit yang dibuat terdiri dari 2 bahan utama yaitu serat kulit batang widuri sebagai penguat dan resin *polyester* sebagai matriksnya. Serat yang digunakan adalah serat dengan perlakuan 5% NaOH, dengan terlebih dahulu dibuang kadar airnya dengan cara serat dioven selama 60 menit pada temperatur 105°C. Proses pembuatan komposit adalah sebagai berikut:

- Dimulai dari proses penimbangan serat acak widuri sesuai dengan fraksi volume 30%.
- Siapkan alat cetak spesimen yang sudah dibaluti dengan isolasi dan diolesi *wax mirrorglass* agar pada saat proses pencetakan resin *polyester* tidak melekat pada cetakan.
- Bahan serat, resin polyester dan katalis yang sudah disiapkan sesuai ukuran dituangkan ke dalam wadah dan diaduk hingga merata secara manual.
- Campuran kemudian dituang ke dalam cetakan dan diatur agar merata dalam cetakan.
- Lakukan pengepresan dengan mengencangkan baut pengikat yang terdapat pada alat cetak agar tidak terjadi gelembung - gelembung udara yang mengakibatkan penurunan kekuatan spesimen.
- Biarkan spesimen mengering selama  $\pm 8$  jam.
- Pelepasan plat komposit dari cetakannya dengan obeng dan *cutter*.
- Pembentukan spesimen uji sesuai dengan standar pengujian yang digunakan baik bentuk maupun ukurannya. Pembentukan spesimen uji dengan menggunakan gergaji skrol sesuai dengan standar ASTM D 638 (untuk uji tarik) dan standar ASTM D790 (untuk uji *bending*).
- Spesimen siap di uji.



Gambar 5. Spesimen Uji Tarik Komposit Standar ASTM D638-02

Sumber: Foto di ambil tanggal 17 juni 2016

### **Pengujian Tarik**

Pengujian tarik komposit menggunakan mesin servopulser untuk mengetahui kekuatan tarik material komposit dan sifat mekanik lainnya. Bentuk spesimen uji tarik seperti pada Gambar 5.



Gambar 6. Alat Uji Tarik Universal Testing Mesin

Sumber: Foto di ambil tanggal 19 April 2016

### **Pengujian Bending**

Untuk pengujian *bending* dibuat 5 spesimen dan pengujian *bending* menggunakan standar uji ASTM D790. Spesimen uji dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Spesimen Uji Bending ASTM D790

Sumber: Foto di ambil tanggal 17 Juni 2016

### **Prosedur Pengujian**

#### **Prosedur Pengujian Tarik**

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Sifat mekanis komposit yang dapat diketahui setelah proses pengujian ini seperti kekuatan tarik, keuletan dan ketangguhan.

Pengujian tarik sangat dibutuhkan untuk menentukan desain suatu produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian

tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan, karena dengan pengujian tarik dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan.

Pada penelitian ini mesin uji yang digunakan adalah mesin uji tarik Universal Testing Mesin dengan tahapan yang dilakukan pada saat melakukan pengujian tarik:

- Ukur dimensi spesimen sebelum di uji
- Siapkan mesin uji tarik yang digunakan.
- Beban yang dipasang yaitu bertahap sebesar 250 N.
- Pasang spesimen tarik dan pastikan terjepit dengan betul.
- Jalankan mesin uji tarik.
- Setelah patah, hentikan proses penarikan secepatnya, catat gaya tarik maksimum dan pertambahan panjangnya dan lepaskan spesimen dari grip.
- Lakukan langkah-langkah di atas pada spesimen uji tarik yang lain.

#### **Prosedur Pengujian Bending**

Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan dari spesimen.

Mesin yang digunakan dalam pengujian *bending* adalah Universal Testing Machine di Laboratorium Material Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang.

Tahapan pengujian *bending* adalah sebagai berikut :

- Mengukur dimensi spesimen meliputi panjang, lebar dan tebal.
- Menyiapkan spesimen uji *bending*.
- Mengeset lebar tumpuan sesuai dengan benda spesimen.
- Mengeset tumpuan tepat pada tengah-tengah indenter.
- Pemasangan spesimen uji pada tumpuan.
- Mengeset indenter hingga menempel pada spesimen uji dan mengeset skala beban dan *dial indicator* pada posisi nol.
- Pembebanan *bending* dengan kecepatan konstan.
- Mencatat besarnya penambahan beban yang terjadi pada spesimen setiap kali terjadi

penambahan defleksi sampai terjadi kegagalan.

### Analisa Data

Metode analisa data yang digunakan yaitu dengan metode matematik yaitu dengan menggunakan rumus-rumus yang ada dan nilainya di ambil nilai rata-rata. Untuk mendukung analisa matematik ini, maka digunakan pula pendekatan kualitatif melalui foto makro.

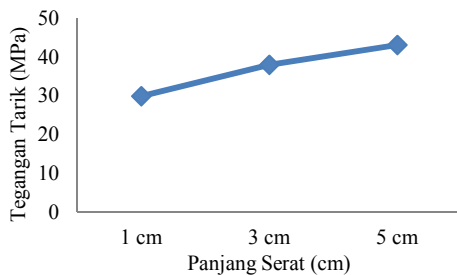
Data hasil pengujian diambil berdasarkan spesimen yang mengalami kerusakan, yang akan digunakan sebagai hasil pengujian. Analisa akan dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan uji tarik, bending dan sifat kerusakan material dalam kondisi statik data yang diperoleh menggunakan displacement konstan.

Hasil yang diharapkan adalah:

- Kurfa uji tarik
- Kurfa uji *bending*
- Analisa gambar terhadap hasil kerusakan untuk melihat kerusakan struktur dalam dari material.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik.

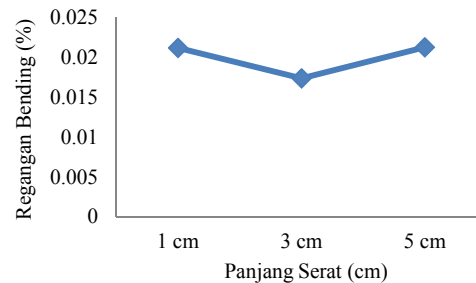


Gambar 8. Grafik Hubungan Panjang Serat Terhadap Tegangan Tarik

Dari grafik hubungan antara panjang serat terhadap tegangan tarik komposit widuri polyester diperoleh bahwa kekuatan tarik tertinggi sebesar 43,0809 MPa diperoleh pada panjang serat 5 cm, sedangkan kekuatan terendah sebesar 28,4121 MPa diperoleh pada panjang serat 1 cm.

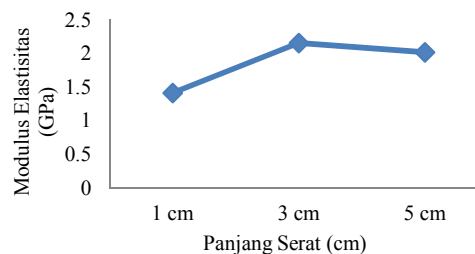
Hasil di atas menunjukkan bahwa pada serat yang lebih panjang (5 cm) memberikan

kekuatan tarik yang lebih besar dari pada serat yang lebih pendek (1 cm dan 3 cm). Hal ini menunjukkan pada panjang serat 5 cm serat dan matriks dapat terdistribusi dengan baik dan merata pada waktu proses pembuatan komposit, sehingga ikatan antara serat widuri dengan matriksnya dapat berlangsung dengan sempurna. Hal inilah yang secara langsung dapat meningkatkan kekuatan tarik pada komposit berpenguat serat widuri tersebut. Sedangkan untuk serat yang lebih pendek, pada fraksi volum yang sama timbul konsentrasi tegangan yang banyak di setiap ujung serat dan berpotensi mengurangi kekuatan dari komposit.



Gambar 9. Grafik Hubungan Panjang Serat Terhadap Regangan Tarik

Dari Gambar 9 di ketahui bahwa Regangan tarik tertinggi sebesar 0,0204% diperoleh pada panjang serat 5 cm sedangkan terendah sebesar 0,0168% diperoleh pada panjang serat 1 cm. Berdasarkan hasil-hasil di atas diketahui bahwa semakin panjang serat yaitu pada panjang serat 5 cm terjadinya peningkatan nilai regangan tarik. Regangan yang besar ini menunjukkan bahwa pada komposit dengan panjang serat yang lebih panjang terjadi ikatan antar muka serat yang baik, sehingga ketika diberi pembebanan tidak langsung putus.



Gambar 10 Grafik Hubungan Panjang Serat Terhadap Modulus Elastisitas Tarik

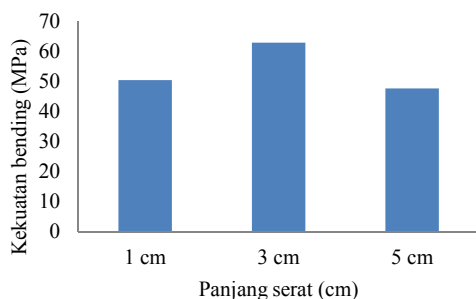
Dari Gambar 10 menunjukkan bahwa modulus elastisitas tertinggi sebesar 2,1608 GPa diperoleh pada panjang serat 3 cm, Sedangkan terendah sebesar 1,7344 GPa diperoleh pada panjang serat 1 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pada panjang serat 3 cm dan 5 cm menghasilkan material komposit yang baik.



Gambar 11. Foto Patahan Spesimen Uji Tarik

Dari Gambar 11 di atas tampak terjadi patah getas yaitu ketika matriks patah, serat juga ikut patah bersama matriks, patahan jenis menyebabkan tidak terjadi deformasi plastis. Hal ini disebabkan kurang sempurnanya ikatan serat dan matriks kejadian ini di tandai dengan banyak fiber pull out.

#### Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Bending

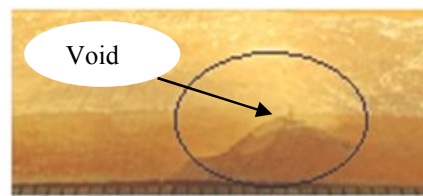


Gambar 12. Grafik Hubungan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Bending

Dari grafik hubungan antara panjang terhadap kekuatan bending diperoleh hasil bahwa pada panjang serat 1 cm dan 3 cm, terjadi peningkatan nilai kekuatan bending, tetapi pada panjang serat 5 cm terjadi penurunan kekuatan bending dengan nilai 47,6055 MPa. Secara teoritis seharusnya pada panjang serat 5 cm kekuatan bendingnya pun meningkat, hal ini pernah di teliti Bakri ( 2012). Tetapi dalam penelitian disini, menunjukkan bahwa pada panjang serta 5 cm kekuatan bendingnya justru lebih rendah dari nilai kekuatan bending pada

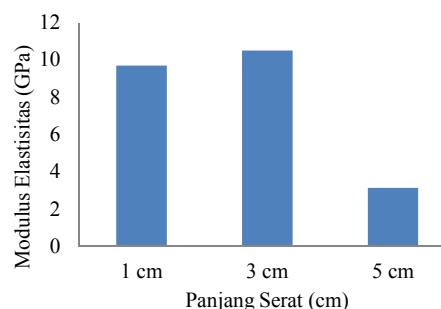
panjang serat 1 cm dan 3 cm. Hal ini disebabkan karena banyaknya void yaitu celah pada serat sehingga mengakibatkan ikatan antara serat dan matriks tidak terjadi secara sempurna.

Adanya void bisa dilihat pada Gambar 13 berikut:



Gambar 13. Foto Patahan Uji Bending Pada Panjang Serat

Dari Gambar 13 di atas dapat dilihat bahwa dalam pengujian *bending* bagian atas spesimen mengalami beban tekan sehingga terjadi retak. Pada Gambar 13 menunjukkan bentuk patah getas, dengan bertambahnya panjang serat hanya mengalami peningkatan pada panjang serat 3 cm dan pada panjang serat 5 cm tidak merubah kekuatan *bending* tetapi justru mengalami penurunan kekuatan *bending*. Dari gambar patah di atas tampak dengan jelas bahwa komposit dengan penguat serat yang lebih pendek memiliki alur patahan memanjang dan rongga yang lebih lebar di dibandingkan dengan komposit berpenguat serat panjang memiliki alur patahan pendek dan rongga yang sempit tanpa adanya pull out.

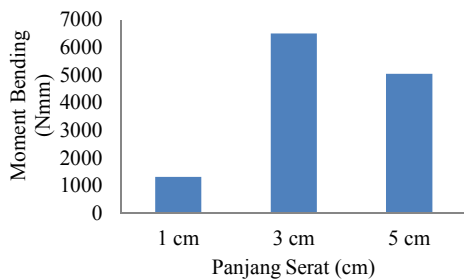


Gambar 14 Grafik Hubungan Antara Panjang Serat Terhadap Modulus Elastisitas Bending

Dari Gambar 14 juga dapat dikatakan bahwa nilai modulus elastisitas *bending* mengalami peningkatan seiring bertambahnya panjang serat dari 1 cm dan 3 cm akan tetapi pada panjang serta 5 cm terjadi penurunan nilai modulus elastisitas bending. Hal di atas



menunjukkan bahwa pada panjang serat 5 cm menghasilkan material komposit yang getas atau kaku, yang dikarenakan proses pembentukan komposit dalam bentuk lembaran sehingga proses pencampurannya tidak merata, dan jumlah katalis yang banyak dan juga proses fabrikasi yang masih secara manual.



Gambar 15. Grafik Hubungan Antara Panjang Serat Terhadap Momen Bending

Dari Gambar 15 dapat dikatakan bahwa nilai momen *bending* pada panjang serat 1 cm, 3 cm dan 5 cm menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan nilai momen *bending* pada panjang serat 3 cm, di *bending* dengan panjang serat 5 cm yang mengalami penurunan nilai momen *bending* dan merupakan material yang getas. Hal ini disebabkan karena banyaknya void yaitu celah pada serat sehingga mengakibatkan ikatan antara serat dan matriks tidak terjadi secara sempurna.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Pada serat yang lebih panjang (5 cm) memberikan kekuatan tarik yang lebih besar dari pada serat yang lebih pendek (1 cm dan 3 cm), dimana kekuatan tarik tertinggi sebesar 43,0809 MPa diperoleh pada panjang serat 5 cm, sedangkan kekuatan terendah sebesar 28,4121 MPa diperoleh pada panjang serat 1 cm. Regangan tarik tertinggi sebesar 0,0204 % diperoleh pada panjang serat 5 cm sedangkan terendah sebesar 0,0168 % diperoleh pada panjang serat 1 cm. Modulus elastisitas tertinggi sebesar 2,1608 GPa diperoleh pada panjang serat 3 cm, sedangkan terendah sebesar 1,7344 GPa diperoleh pada panjang serat 1 cm. Hal ini sejalan dengan

penelitian Bakri, dkk (2012).

- Semakin panjang serat tidak berpengaruh pada nilai kekuatan bending karena semakin panjang serat tidak mengalami peningkatan kekuatan tetapi justru mengalami penurunan kekuatan dimana nilai tegangan bending tertinggi 62,8874 MPa dengan panjang serat 3 cm dan terendah 47,66055 MPa dengan panjang serat 5 cm. Modulus Elastisitas bending tertinggi 3,1325 GPa dengan panjang serat 5 cm dan terendah 2,7265 MPa dengan panjang serat 3 cm. Momen bending tertinggi 6509,916 Nmm dengan serat 3 cm dan terendah 1318,464 Nmm dengan panjang serat 1 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agil S. Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Komposit Widuri-Polyester Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana.
- [2] Aji Prasetyaningrum; Nur Rokhati dan Anik Kristi Rahayu.,2009, Optimasi Proses Pembuatan Serat Eceng Gondok Untuk Menghasilkan Komposit Serat Dengan Kualitas Fisik Dan Mekanik Yang Tinggi.
- [3] Astika, Lokantar, Karohika., Oktober 2013, Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.6 No.2.: 95-202.
- [4] ASTM D790-02, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.
- [5] Bakri, Mohammad Iqbal, Mohammad Rifki.,2012 Analisis Variasi Panjang Serat Terhadap Kuat Tarik Dan Lentur Pada Komposit Yang Diperkuat Serat Agave angustifolia Haw, Jurnal Mekanikal, Vol. 3 No. 1: 240-244.
- [6] Boimau, Matasina, U.t Jasron., 2014, Pengaruh Perendaman Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Buah Lontar.
- [7] Bate., 2015, dalam skripsi Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Terhadap Sifat Bending pada Komposit Widuri Polyester

- [8] Doni Pa, Yermias M. Pell, W. Bunganaen., 2014, Pengaruh Perendaman NaoH 5% Terhadap Kekuatan Tarik Serat Widuri. Jurnal Lontar Teknik Mesin Vol. 1 No. 2.
- [9] Efri Mahmuda, Shirley Savetlana Dan Sugiyanto., 2013, Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matrik Epoxy, Jurnal Fema, Volume 1, Nomor 3.
- [10] Fahmi, Harry Hermansyah., Oktober 2011, Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. Jurnal Teknik Mesin Vol.1, No. 1, : 4652.
- [11] Gibson, F Ronald (1994) Principles Of Composite Material Mechanics, McGraw-Hill.
- [12] I Putu Lokantara, Ngakan Putu Gede Suardana, I Made Gatot Karohika, Nanda., (2010), Pengaruh Panjang Serat pada Temperatur Uji yang Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 4 No.2. (166-172).
- [13] M. Budi Nur Rahman, Berli P. Kamiel., 2011, Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester, Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 14, No. 2, 133-138.
- [14] Nurudin A, Desember 2011, Potensi Pengembangan Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Kontinyu Laminat Sebagai Material Pengganti *Fiberglass* Pada Pembuatan Lambung Kapal, *Info Teknik, Volume 12 No. 2*.
- [15] Pell, Yermias, M., 2010, Karakterisasi Perlakuan Permukaan Serat Kulit Batang Widuri (*Calotropis gigantea*) terhadap Wettability dan Mampu Rekat Serat Tunggal, dan Sifat Mekanik Komposit dengan Matriks Resin Epoksi, Program Studi Teknik Mesin, UGM, Yogyakarta.
- [16] Totok Suwanda, Muhammad Budi Nur Rahman, November 2010, Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan *Ben din g* Komposit Berpenguat Serat Rami dengan Matrik *Polyester*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 13, No. 2, 165-170.
- [17] Wowa V., 2013, Karakteristik Serat Widuri Akibat Perlakuan NaoH 5% Terhadap Wettability Dan Sifat Mampu Rekat Dengan Resin – *Polyester*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana