

**Analisis Sifat Mekanis Komposit *Epoxy* Diperkuat Serat Pelepah Lontar  
untuk Pembuatan Perahu Nelayan**

***Mechanical Properties of Composite Epoxy Reinforced Lontar Fiber  
for the Fisherman Boat***

**Melsiani Saduk<sup>\*</sup>, Fransisko Piri Niron**

<sup>1\*</sup>Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Kupang

<sup>2</sup>Program Studi Mesin Perkakas, Politeknik Negeri Kupang

Jl. Adisucipto Po Box 139 Penfui Kupang

Email : [melsianisd@gmail.com](mailto:melsianisd@gmail.com)

***Abstrak***

Adanya wacana rencana pelarangan penggunaan *fiberglass* saat ini menjadi salah satu pertimbangan untuk beralih pada penggunaan *fiber* yang ramah lingkungan. *Fiberglass* menggunakan serat kaca (*matte*) yang bisa menyebabkan gatal jika bersentuhan dengan kulit. Selain itu karena terbuat dari bahan kimia, serat kaca sukar terdegradasi secara alami, walaupun didaur ulang secara mekanik, akan menghasilkan gas CO dan debu yang berbahaya untuk kesehatan. Untuk itu pemanfaatan serat alam material komposit pada saat ini semakin berkembang, seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan tersebut yang semakin meluas mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri. Penelitian komposit diperkuat serat lontar ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan impact dan kekuatan bending komposit serat lontar. Metode produksi adalah *press hand lay up* dengan orientasi serat acak (*Random Oriented discontinous Fiber*). Desain komposit dengan variasi fraksi volume serat 10%,15%,20%,25% dan 30% Dari hasil pengujian diperoleh nilai kekuatan bending pada komposit serat lontar sebesar 14,30 kgf/mm<sup>2</sup> atau 140,235095 Mpa dengan modulus elastisitas 4440 Mpa. Sedangkan nilai kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 0,439 J/mm<sup>2</sup> dengan energi serap sebesar 1,28 J, masing-masing pada fraksi volume 30%.

*Kata kunci : serat lontar, kekuatan impact, kekuatan bending, Komposit Epoxy.*

### Abstract

*There is the draft of the plan prohibition of the use of fiberglass is becoming one of the considerations to switch to the use of environmentally friendly fiber. Fiberglass use fiber glass (matte) can cause itching when contact with the skin. fiber glass has made from chemicals. it is difficult to be degraded naturally, even if mechanically recycled, it will be produce CO gas and dust that is hazardous to health. The use of natural fibers in the composite material is currently growing, along with the increasing use of such materials are widespread ranging from household appliances and industrial sector. The aims of this research to determine the impact strength and bending strength of lontar fiber composite . The production method of this composite is hand lay up with random fiber orientation (Random Oriented Fiber discontinuous). The composite design with a variety of fiber volume fraction of 10%, 15%, 20%, 25% and 30% . The value of the test results obtained on the bending strength lontar fiber composite is 14.30 kgf / mm<sup>2</sup> or MPa 140.235095 with a modulus of elasticity of 4440 MPa. and the impact strength values of lontar fiber composite is 0.439J/mm<sup>2</sup>. And then the value of impact strength of body fiberglass of boats is 0.8333 J / mm<sup>2</sup>, more than greater from the impact strength of lontar fiber*

*Keywords: lontar fiber, bending strength, impact strength.*

### Pendahuluan

Di Indonesia, umumnya kapal-kapal kecil ataupun perahu nelayan sebagai sarana transportasi laut maupun sarana penangkap ikan masih menggunakan bahan baku kayu sebagai bahan utama pembuatannya. Walaupun potensi kayu sebagai bahan baku utama pembuatan perahu nelayan masih banyak tersedia, namun sering mengakibatkan terjadi penebangan hutan liar. Hal ini tentunya berdampak pada kerusakan lingkungan. Karena itu, pada saat ini penebangan hutan juga mulai dibatasi dan diatur secara ketat supaya tidak merusak lingkungan ([www.dephut.go.id/files/InPres4thn2005](http://www.dephut.go.id/files/InPres4thn2005)). Ini berakibat pada terbatasnya bahan baku kayu yang digunakan untuk membangun kapal. Karena keterbatasan bahan baku

kayu ini, yang menyebabkan harga kayu juga semakin naik.

Pada kondisi ini, para pembuat kapal mulai memikirkan suatu alternatif, salah satunya menggunakan fiber sintetis yaitu *fiberglass* dalam pembuatan perahu. Keuntungan dari pembuatan perahu fiber ini adalah biaya yang dikeluarkan relatif murah, waktu pembuatan perahu menjadi lebih cepat, model dapat mudah dibentuk, dan mudah diperbaiki saat terjadi kerusakan. Namun adanya wacana rencana pelarangan penggunaan *fiberglass* saat ini menjadi salah satu pertimbangan untuk beralih pada penggunaan *fiber* yang ramah lingkungan. Hal ini disebabkan *Fiberglass* yang digunakan selama ini menggunakan serat kaca (*matte*) yang bisa menyebabkan gatal jika bersentuhan

dengan kulit. Selain itu karena terbuat dari bahan kimia, serat kaca sukar terdegradasi secara alami, walaupun didaur ulang secara mekanik, akan menghasilkan gas CO dan debu yang berbahaya untuk kesehatan. Dari **permasalahan di atas, yaitu keterbatasan bahan kayu yang menyebabkan harga kayu naik serta penggunaan fiberglass yang berbahaya bagi kesehatan**, maka harus dipikirkan dan dicari bahan baku alternatif untuk mengganti kayu dan *fiberglass* dalam pembuatan perahu dengan menggunakan serat alam, yaitu Serat Lontar sehingga dapat memberikan alternatif baru bagi pemakaian *natural fiber* menggantikan *fiber* sintesis yang lebih ramah dan aman bagi pengguna.

Untuk itu berbagai penelitian tentang komposit berbasis serat alam sudah dilakukan, khususnya untuk serat lontar, sudah ada beberapa peneliti yang melakukan penelitian, seperti **Velmurugan, et al (2005)** melakukan penelitian dengan judul *Mechanical properties of glass/palmyra fiber waste sandwich composites*. Komposit terbuat dari limbah serat lontar (*palmyra fiber waste-pfw*) yang dihibridkan dengan *fiberglass*. Dalam penelitian ini, limbah serat lontar (*pfw*) dihibrid dengan *fiberglass* dengan matriks *polyester*. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa sifat mekanis komposit dengan penguat limbah serat lontar dan *fiberglass*, sifat mekanisnya meningkat seiring dengan peningkatan jumlah *fiberglass* dalam komposit hibrid.

**Reddy, et al (2009)**, melakukan penelitian dengan judul *Thermal Degradation Parameters and Tensile*

*Properties of Borassus flabellifer Fruit Fiber Reinforcement*. Metode yang digunakan adalah dengan memberikan perlakuan alkali 5% NaOH terhadap serat lontar yang diekstrak dari buah lontar, kemudian dibandingkan dengan serat buah lontar tanpa perlakuan. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa serat buah lontar yang mengalami perlakuan alkali 5% NaOH kekuatan tariknya lebih tinggi di banding serat buah lontar tanpa perlakuan.

**Prasanna, et al (2011)** melakukan penelitian dengan judul *Chemical Resistance and Compressive Properties of Banana-Palmyra Fibers Reinforced Epoxy-Unsaturated Polyester Blended Composites*. Metode yang digunakan adalah memodifikasi atau mencampur dua jenis Polimer, yaitu resin *epoxy* dan resin *polyester* dengan berbagai variasi komposisi. Dari penelitian ini diperoleh bahwa polimer yang dihasilkan sistem campuran menunjukkan sifat yang lebih unggul dibanding dibandingkan dengan satu komponen polimer saja, dimana kekuatan tekan (*compressive strength*) dan ketahanan kimia (*chemical resistance*) paling maksimum berada pada komposisi 90% epoxy dan 10% polyester. Setelah didapatkan hasil yang lebih unggul dari campuran polimer, maka campuran resin epoxy dan polyester, dikombinasikan dengan serat pelepah lontar dan serat pisang sebagai penguat dalam bahan komposit.

Dari *state of art* penelitian terdahulu, maka tujuan penelitian ini adalah melakukan **kajian eksperimental terhadap pemanfaatan serat alam (serat lontar) sebagai penguat pada**

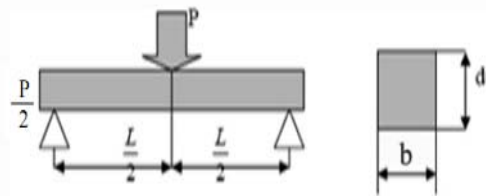
**material komposit epoxy untuk pembuatan perahu nelayan.** Pentingnya kajian eksperimental ini didasarkan pada **penentuan kekuatan sifat mekanis yaitu sifat mekanis bending dan impact komposit berpenguat serat lontar** sebelum digunakan sebagai bahan utama pembuatan kapal kecil/perahu nelayan. Dari hasil kajian eksperimental akan dibuat **prototype perahu nelayan dengan bahan utama material komposit berpenguat serat lontar** untuk mendukung industri pembuatan perahu nelayan di NTT.

**Bahan dan Metode**

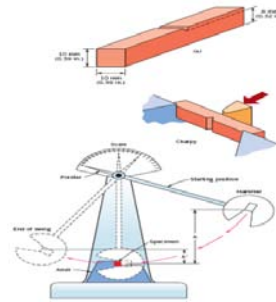
Penelitian dilakukan pada komposit epoxy dengan menggunakan material serat alam pelepah lontar (*Borassus Flabellifer*). Sebelumnya serat diberi perlakuan, yaitu direndam dalam larutan Alkali NaOH sebanyak 5% per 1 liter aquades dengan waktu perendaman 3 jam guna memperbaiki sifat *adhesif* sehingga meningkatkan kekuatan *impact* dan kekuatan bending dari komposit serat yang dibentuknya). Spesimen dicetak dengan metode *Hand Lay Up*. Hasil cetakan berupa spesimen uji dilakukan pengujian mekanik berupa uji *impact* dan bending. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbandingan fraksi volume serat pelepah lontar terhadap resin epoxy. Dengan variasi perbandingan serat 10%,15%,20%,25% dan 30%.Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Kekuatan *impact* dan Kekuatan bending serta Variabel terkontrol yaitu Ppnambahan MEKPO sebesar 1% dan Panjang serat lontar ±2 cm.

Adapun desain spesimen uji komposit serat lontar dibuat berdasarkan standar

ASTM D790 untuk pengujian bending dan standar ASTM D256 untuk pengujian *impact*.



**Gambar 1. Penampang uji bending**



**Gambar 2. Penampang uji impact**

**Hasil dan Pembahasan**

**Pengujian Impact**

Dari pengujian *impact* terhadap komposit epoxy berpenguat serat pelepah lontar didapatkan harga paling maksimal pada fraksi volume 30% yaitu sebesar 0,439 J/mm<sup>2</sup> sedangkan yang terendah berada pada fraksi volume 10% yaitu sebesar 0,134 J/mm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya jumlah serat pada komposit maka harga *impact* menjadi semakin besar. Sedangkan energi serap yang paling tinggi juga terdapat pada fraksi volume 30% yaitu sebesar 1,28 J, dan energi serap yang terkecil yaitu 0,12 J berada pada fraksi volume 10%. Hal ini juga sama menunjukkan bahwa semakin besar jumlah serat yang terkandung pada

komposit epoxy, maka semakin besar tersebut (lihat tabel 1). energi yang diserap oleh komposit

Fraksi Volume	No Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas Penampang dibawah takik (mm <sup>2</sup> )	Energi Serap (J)	Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )
Fraksi Volume 10%	1	0,6	1,4	0,84	0,1	0,119047619
	2	0,5	1,6	0,8	0,1	0,125
	3	0,6	1,6	0,96	0,15	0,15625
	4	0,5	1,45	0,725	0,1	0,137931034
	5	0,64	1,5	0,96	0,15	0,15625
	6	0,65	1,4	0,91	0,1	0,10989011
	Rata-Rata	0,5816667	1,4916667	0,865833333	0,116666667	0,134061461
Fraksi Volume 15%	1	0,45	1,46	0,657	0,125	0,190258752
	2	0,5	1,4	0,7	0,125	0,178571429
	3	0,54	1,4	0,756	0,12	0,158730159
	4	0,54	1,6	0,864	0,12	0,138888889
	5	0,4	1,45	0,58	0,125	0,215517241
	6	0,5	1,46	0,73	0,125	0,171232877
	Rata-Rata	0,4883333	1,4616667	0,7145	0,123333333	0,175533224
Fraksi Volume 20%	1	0,48	1,4	0,672	0,225	0,334821429
	2	0,5	1,4	0,7	0,225	0,321428571
	3	0,4	1,46	0,584	0,225	0,385273973
	4	0,45	1,46	0,657	0,23	0,350076104
	5	0,48	1,46	0,7008	0,225	0,321061644
	6	0,5	1,46	0,73	0,225	0,308219178
	Rata-Rata	1,7166667	4,8855556	2,517688889	0,505833333	0,336813483
Fraksi Volume 25%	1	0,5	1,46	0,73	0,25	0,342465753
	2	0,5	1,46	0,73	0,25	0,342465753
	3	0,46	1,4	0,644	0,25	0,388198758
	4	0,4	1,5	0,6	0,25	0,416666667
	5	0,4	1,4	0,56	0,25	0,446428571
	6	0,5	1,5	0,75	0,25	0,333333333
	Rata-Rata	2,4627778	7,1531481	3,606303704	0,840138889	0,378259806
Fraksi Volume 30%	1	0,5	1,4	0,7	0,3	0,428571429
	2	0,5	1,4	0,7	0,3	0,428571429
	3	0,45	1,46	0,657	0,3	0,456621005
	4	0,48	1,5	0,72	0,3	0,416666667
	5	0,5	1,4	0,7	0,3	0,428571429
	6	0,45	1,4	0,63	0,3	0,476190476
	Rata-Rata	3,3532407	9,7720062	4,891854321	1,280162037	0,439198739

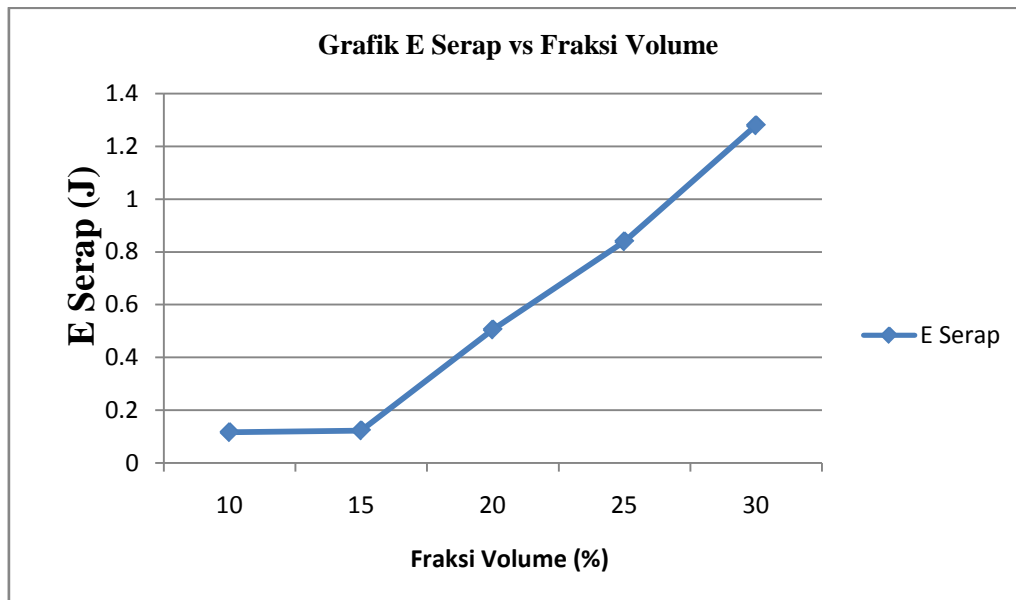
Untuk tabel nilai rata-rata energi serat pelepah lontar dapat dilihat serap dan harga impact dari pada tabel 2 di bawah ini komposit serat epoxy berpenguat

**Tabel 2 Nilai Rata-Rata E Serap dan Harga Impact Komposit Epoxy**

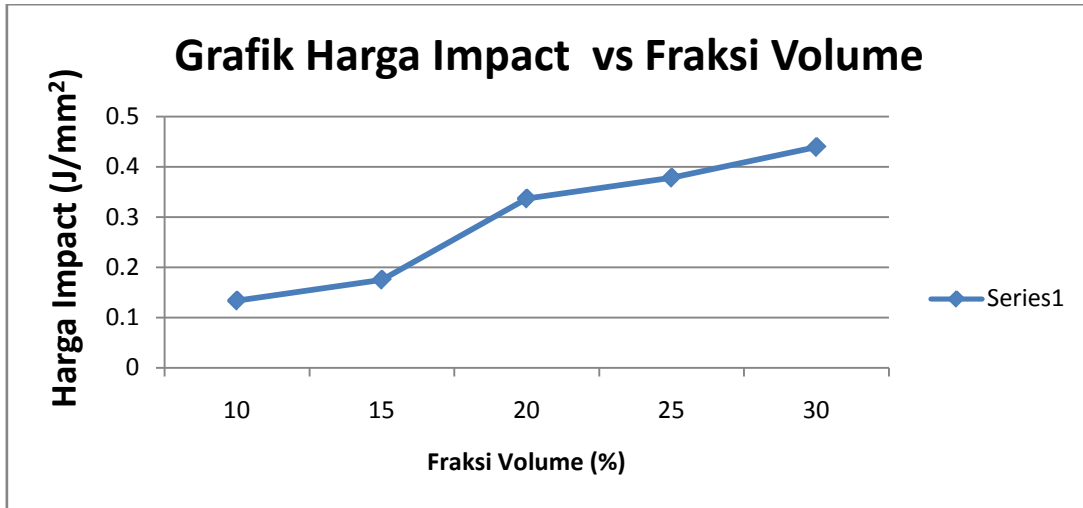
No	Fraksi Volume (%)	E Serap (J)	Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )
1	10	0,116666667	0,134061461
2	15	0,123333333	0,175533224
3	20	0,505833333	0,336813483
4	25	0,840138889	0,378259806
5	30	1,280162037	0,439198739

Sedangkan grafik E Serap vs Fraksi Volume dan Grafik Harga Impact vs

Fraksi Volume dapat dilihat pada gambar 3a dan gambar 3b di bawah ini.



Gambar 3a. Grafik Energi Serap vs Fraksi Volume



Gambar 3b. Grafik Harga Impact vs Fraksi Volume

Pengujian spesimen uji impact juga menunjukkan bahwa pada komposit epoxy dengan serat pelepah lontar sebagai penguat menunjukkan bahwa mekanisme patahan yang terjadi pada spesimen uji bending adalah mekanisme patahan pull out, dimana pada ujung patahan spesimen patahan spesimen muncul ujung patahan serat seperti ditunjukkan pada gambar 4 :



Gambar 4 . penampang patahan uji impact

Mekanisme pull out terjadi ketika ikatan antara resin epoxy mengalami kegagalan, karena beban kejut yang diberikan maka serat tidak dapat menanggung beban, sehingga proses terjadinya patahan berlangsung secara bersamaan. Untuk pengujian impact kapal fiberglass, maka data pengujian impact dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Data Kekuatan Impact Kapal *Fiberglass*

No Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas Penampang dibawah takik (mm <sup>2</sup> )	Energi Serap (J)	Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )
1	0,6	1,4	0,84	0,7	0,833333333
2	0,6	1,4	0,84	0,7	0,833333333



3	0,6	1,4	0,84	0,7	0,833333333
Rata-Rata	0,6	1,4	0,84	0,7	0,833333333

Dari hasil yang didapatkan dalam penelitian tahap pertama, nilai kekuatan bending dan impact serat pelepah lontar masih belum dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan body kapal ikan. Nilai kekuatan impact kapal fiberglass sebesar 0,8333 J/mm<sup>2</sup>, jauh lebih besar dari nilai kekuatan impact serat lontar yaitu sebesar 0,4391 J/mm<sup>2</sup>. Setelah dilakukan penelitian dan hasil wawancara dengan pihak industri pembuatan kapal, ternyata hal ini disebabkan adanya bahan ingredien berupa bahan talc (tepung khusus) yang harusnya digunakan saat mencampur katalis, resin dan hardener. Permasalahannya terletak pada tidak digunakannya bahan talc (tepung khusus) saat pembuatan komposit. Bahan talc inilah yang meningkatkan keuletan dan kelenturan komposit. Dengan demikian pada penelitian berikutnya akan digunakan ingredient tambahan berupa bahan talc kemudian diuji kekuatan impact dan bendingnya dan dilanjutkan

dengan pembuatan prototype body kapal ikan.

**Pengujian Bending**

Pengujian Bending dilakukan pada komposit yang dibuat dengan serat pelepah lontar yang telah mengalami perlakuan 5% NaOH selama 180 menit, dimana serat pelepah lontar mempunyai kekuatan yang optimal. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui.

apakah ada perubahan sifat mekanis terhadap kekuatan bending dengan variasi fraksi volume yang berbeda antara 10%,15%,20%,25% dan 30% serat. Dengan demikian data hasil pengujian bending komposit polyester dengan serat pelepah lontar sebagai penguat berupa kekuatan bending dan modulus elastisitas dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

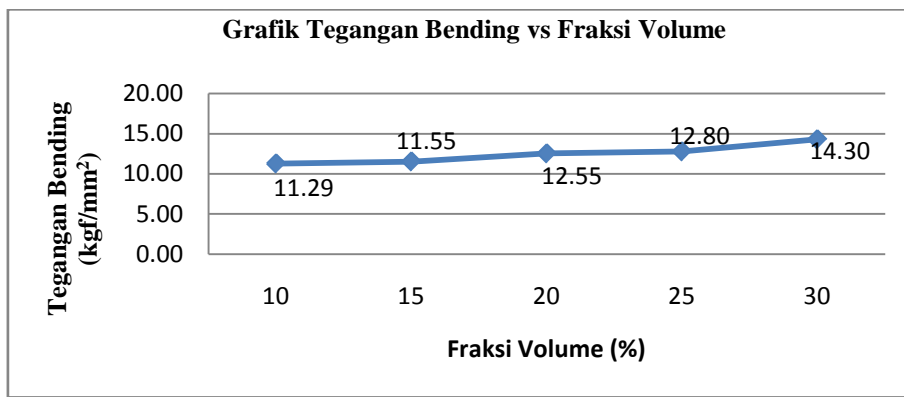
**Tabel 4 Data Pengujian Kekuatan Bending**

No	Fraksi Volume (%)	Fmax Av (kgF)	Teg.Bending Av
1	10	15,3	11,29
2	15	15,64	11,55
3	20	16,995	12,55
4	25	17,33	12,8
5	30	19,37	14,3

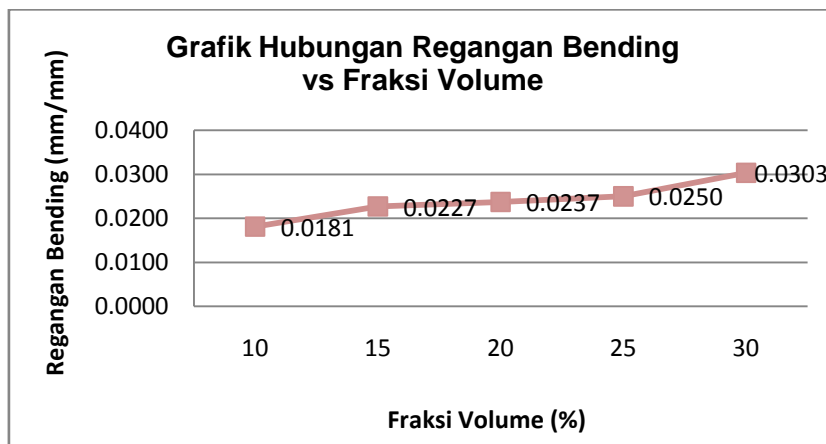


Pada gambar 5 terlihat bahwa Grafik tegangan bending menunjukkan kenaikan tegangan dikarenakan adanya penambahan serat. Grafik tersebut menjelaskan semakin tinggi fraksi volume serat maka tegangan bendingnya semakin tinggi, hal ini ditunjukkan pada fraksi volume 10 %

besarnya tegangan bending yaitu 11,29 kgf/mm<sup>2</sup> lebih kecil dibanding fraksi volume 30% yang sebesar 14,30 kgf/mm<sup>2</sup>. Dari hasil diatas menunjukkan bila serat semakin banyak serat maka tegangan bendingnya semakin besar.



Gambar 5a. Grafik Tegangan Bending vs Fraksi Volume



Gambar 5b. Regangan Bending vs Fraksi Volume

Pada gambar 6 terlihat bahwa grafik di atas menunjukkan besarnya nilai modulus elastisitas komposit serat pelepah lontar

dan resin epoxy dengan variasi fraksi volume 10 % sampai 30% . Dari grafik hubungan antara modulus elastisitas (GPa)

serat pelepah lontar dan resin *epoxy* diatas, dapat diketahui bahwa pada komposit tersebut dengan fraksi volume 10 % yaitu 5,78 Gpa mengalami penurunan yang sampai fraksi volume 30% yaitu sebesar 4,44 Gpa. Dari grafik diketahui bahwa modulus elastisitas mengalami penurunan yang sangat signifikan karena volume serat bertambah banyak sedangkan volume resin berkurang, sehingga dengan jumlah volume serat yang banyak itu serta ditambah dengan kondisi serat setelah perlakuan alkali dimana serat menjadi lebih kaku, dan sulit untuk diatur atau diluruskan saat diletakan pada cetakan. Kondisi serat yang tidak lurus mempengaruhi aliran matriks ke serat yang tidak terdistribusi secara sempurna, bahkan terjadi penumpukan serat (serat tidak teratur dengan rapi) sehingga pada saat diberikan beban bending walaupun tegangannya meningkat, tetapi modulus elastisitasnya mengalami penurunan.

Pengujian spesimen uji bending juga menunjukkan bahwa pada komposit *epoxy* dengan serat pelepah lontar sebagai penguat menunjukkan bahwa mekanisme patahan yang terjadi pada spesimen uji bending adalah mekanisme patahan *pull out*, dimana pada ujung patahan spesimen patahan spesimen muncul ujung patahan serat seperti ditunjukkan pada gambar 7.



**Gambar 7 Penampang patahan uji bending**

Mekanisme *pull out* terjadi ketika ikatan antara resin *epoxy* dan serat melemah ketika beban yang diberikan bertambah. Pada saat resin polyester mengalami kegagalan, serat masih dapat menanggung beban, sehingga proses terjadinya patahan tidak berlangsung secara bersamaan.

### Simpulan

1. Terdapat pengaruh variasi fraksi volume terhadap perubahan sifat mekanis (kekuatan impact dan kekuatan bending) dari komposit dengan digunakannya serat pelepah lontar sebagai penguat
2. Pengujian spesimen uji impact dan uji bending menunjukkan bahwa pada komposit *epoxy* dengan serat pelepah lontar sebagai penguat menunjukkan bahwa mekanisme patahan yang terjadi pada spesimen uji bending adalah mekanisme patahan *pull out*
3. Nilai kekuatan bending pada komposit serat lontar sebesar 14,30 kgf/mm<sup>2</sup> atau 140,235095 MPa. Sedangkan nilai kekuatan impact yang dihasilkan sebesar 0,439 J/mm<sup>2</sup> dengan energi serap sebesar 1,28 J.

### Saran

1. Perlu diperhatikan tentang distribusi penempatan serat pada matriks, sehingga saat penempatan serat, kondisi serat panjang, lurus dan tidak melengkung, karena akan mempengaruhi modulus elastisitas dari tegangan bending yang dihasilkan.

2. Dari hasil yang didapatkan dalam penelitian tahap pertama, nilai kekuatan bending dan impact serat pelepah lontar masih belum dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan body kapal ikan, permasalahannya terletak pada salah satu bahan *ingredient* yang harus digunakan, yaitu bahan *talc* (tepung khusus). Untuk itu pada tahap kedua disarankan menggunakan bahan *talc* sehingga mampu meningkatkan keuletan dan kelenturan komposit.

#### Daftar Pustaka

- Badan penelitian dan pengembangan kehutanan kementerian kehutanan, 2010. *Lontar (Borassus Flabellifer) sebagai sumber energi bioetanol potensial*
- Callister, W. D. 1991. *Material Science and Engineering an Introduction*, John Willey and Sons Inc, New York.
- Diharjo, K. 2008. *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra. <http://www.petra.ac.id/~puslit/journals/dir.php?DepartmentID=MES>
- Jacobs, J.A. Kilduft T.K. 1994. *Engineering Material Technology Structure, Processing, Property and Selection 2*. Prentice Hall, Inc A Simon Schuster Company, USA.
- Reddy K.O, Maheswari C.U, [Rajulu](#), A.V and Guduri, B.R. 2009. *Thermal Degradation Parameters and Tensile Properties of Borassus flabellifer Fruit Fiber Reinforcement*. Abstracts .Journal of Reinforced Plastics and Composites.
- Reddy K.O, Maheswari C.U, [Rajulu](#), A.V and Guduri, B.R. 2009. *Structural Characterization and tensile properties of Borassus fruits fiber*. Abstracts Journal of Applied Polymer Science. Vol.114.issues 1. Pages. 603-611.
- Smith, W.F. 1996. *Principles of Materials Science and Engineering, 2<sup>nd</sup> ed*, McGraw-Hill, Singapore.
- Velmurugan, R.; Manikadan, V. 2005. *Mechanical Properties of glass/palmyra fiber waste sandwich composites*. Indian journal of engineering & material science . Vol.12, pp.563-570.
- Venkatesha g. Prasanna and Venkata k. Subbaiah. 2011. *chemical resistance and compressive properties of banana-palmyra fibers reinforced epoxy-unsaturated polyester blended composites*. Abstracts International J. of Multidiscipl. Research & Advcs. in Engg. (IJMRAE), ISSN 0975-7074, Vol. 3, No. II, pp. 123-130

Widjanarko, S.B, 2008. *Siwalan dan kandungan niranya.*