

# PENGARUH ARAH SERAT KOMPOSIT SERAT DAUN PANDAN DURI DENGAN Matrik POLYESTER TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN IMPAK UNTUK APLIKASI BODY KENDARAAN MOTOR

Sunardi, Moh Fawaid, Rina Lusiani, Cahyadi  
Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jendral Sudirman km 03 Cilegon, Indonesia 42435  
Email : [fawaid80@gmail.com](mailto:fawaid80@gmail.com)

## ABSTRAK

Kebutuhan material dalam dunia industri otomotif sangat tinggi menuntut untuk seekonomis mungkin tanpa mengurangi kekuatan dari material tersebut. Hal ini yang mendorong pemanfaatan sumber daya alam (serat pandan duri) untuk merekayasa material komposit yang lebih baik daripada yang sudah ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arah serat pada komposit daun pandan duri terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak yang diaplikasikan untuk bodi motor. Serat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat daun pandan duri dengan matrik resin polyester dan filler serbuk aluminium. Arah serat dalam penelitian ini adalah horizontal, vertikal, acak, dan cross. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik terbesar didapat pada komposit dengan arah serat vertikal yaitu sebesar 20,741 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan kekuatan tarik terkecil didapat pada komposit dengan arah serat horizontal yaitu sebesar 17,955 N/mm<sup>2</sup>. Untuk kekuatan tarik komposit arah serat acak dan cross secara berurutan adalah 18,716 N/mm<sup>2</sup> dan 19,285 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan kekuatan impak terbesar didapat pada komposit dengan arah serat vertikal yaitu sebesar 0,46 Joule/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kekuatan impak terkecil didapat pada komposit dengan arah serat horizontal yaitu sebesar 0,29 Joule/cm<sup>2</sup>. Untuk kekuatan impak komposit dengan arah serat acak dan cross secara berurutan adalah 0,33 Joule/cm<sup>2</sup> dan 0,38 Joule/cm<sup>2</sup>.

Kata kunci: Komposit, daun pandan duri, polyester, kekuatan tarik, kekuatan impak.

## ABSTRACT

*Need of materials in automotive industries are very large, there are demand for economical as possible without reducing the strength of the material. It's to encourage the use of natural resources (pandanus fiber spines) to manufacture composite materials has better than existing ones. The object of this research is to determine the effect of fiber direction in the composite pandanus fiber spines of the tensile strength and impact strength for applied to the motorcycle bodys. Fibers used for this research is pandanus fiber spines with polyester resin as matrix and aluminum powder as filler. Direction of the fiber in this research is a horizontal, vertical, random, and cross. The results showed that the greatest tensile strength of the composite obtained in the vertical direction is 20.741 N/mm<sup>2</sup>. While smallest tensile strength of the composite obtained with a horizontal direction is 17.955 N/mm<sup>2</sup>. For tensile strength fiber composite random directions and cross in sequence are 18.716 N/mm<sup>2</sup> and 19.285 N/mm<sup>2</sup>. The greatest impact strength of the composite obtained in the vertical direction is 0.46 Joule/cm<sup>2</sup>. While the smallest impact strength values obtained in composites with a horizontal direction is 0.29 Joule/cm<sup>2</sup>. For the impact strength of composite with random fiber direction and cross in sequence are 0.33 Joule/cm<sup>2</sup> and 0.38 Joule/cm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** Composites, pandan leaf spines, polyester, tensile strength, impact strength.

## 1. PENDAHULUAN

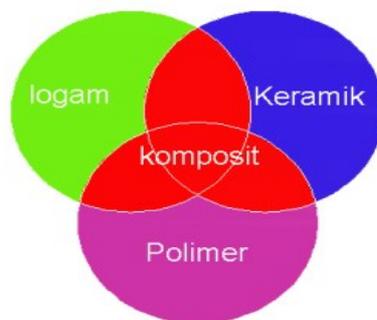
Alam menyediakan kebutuhan manusia mulai dari makanan sampai bahan bangunan. Untuk memenuhi kebutuhan material bangunan maupun aplikasi lain yang jumlahnya terbatas dengan harga yang variatif dibutuhkan material alternative untuk solusinya. Material alternative yang sudah dikembangkan salah satunya adalah bahan-bahan serat alam. Contohnya adalah serat ijuk sebagai bahan bangunan, serat nanas atau tanaman kayu sebagai bahan sandang dan sabut kelapa yang dapat digunakan untuk membuat tambang.

Salah satu tanaman yang memiliki serat dengan kekuatan tarik yang tinggi yaitu pandan duri. Mujiyono (2006) menyatakan bahwa serat pandan duri memiliki kekuatan tarik tiga kali lebih besar daripada serat gelas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tarik dan kekuatan impak dari tiap-tiap arah serat dari komposit berpenguat serat daun pandan duri. Yang diharapkan mampu diaplikasikan untuk bodi kendaraan motor. Penggunaan serat alam ini dengan tujuan memperoleh sifat mekanis, serta alam untuk tanaman tertentu melimpah, ramah lingkungan dan biaya produksi yang lebih rendah merupakan kelebihan yang dimiliki oleh serat alam

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian komposit

Kata komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan.



**Gambar 1.** Konsep material komposit

### Unsur pembentuk komposit

Unsur pembentuk komposit adalah sebagai berikut:

- a) Komponen penguat, yaitu serat dan partikel, merupakan struktur internal.
- b) Komponen pengikat, yaitu matrik yang berguna mengikat serat, melindungi serat dari kerusakan luar dan meneruskan beban yang diterapkan ke serat.
- c) Komponen tambahan, yaitu bahan tambahan/*additive* yang tercampur dengan matrik saat pembuatan komposit.

Berdasarkan material pembentuknya, serat dibedakan menjadi dua, yaitu serat alam dan serat sintetis. Vasiliev (2001), menyatakan bahwa banyak material alami yang memiliki serat, struktur dan menggunakan kekuatan dan kekakuan yang tinggi. Serat alami dapat dilihat pada table 1 di bawah ini.

**Tabel 1.** Sifat mekanik dari serat alami

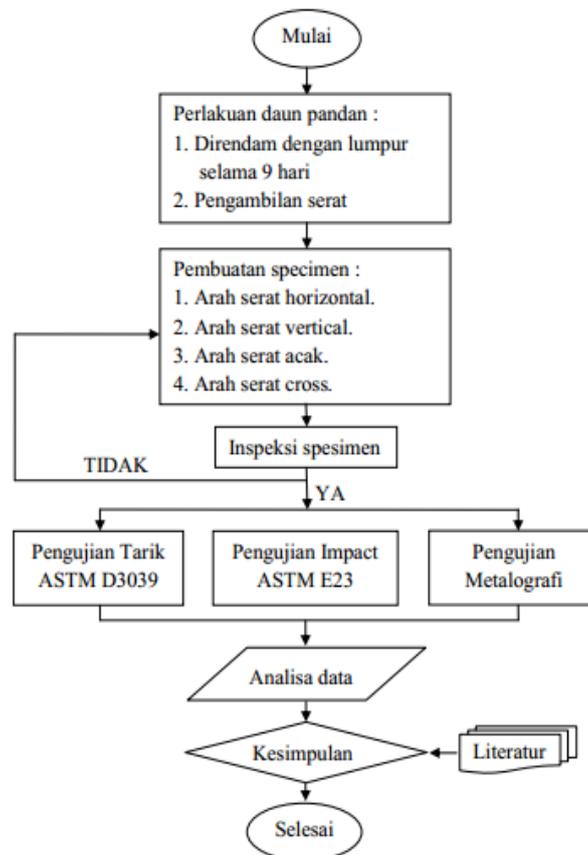
<b>Fiber</b>	<b>Diamete r (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Ultimate tensile stress (MPa)</b>	<b>Modulus (GPa)</b>	<b>Specific grafity</b>
Wood	15-20	160	23	1,5
Bamboo	15-30	550	36	0,8
Jute	10-50	580	22	1.5
cotton	15-40	540	28	1.5
Wool	75	170	5,9	1.32
Coir	10-20	250	5,5	1.5
Bagasse	25	180	9	1.25
Rice	5-15	100	6	1.24
Natural silk	15	400	13	1.35
Spider silk	4	1750	12.7	-
Lincen	-	270	-	-
Sisal	-	560	-	-
Asbestos	0,2	1700	160	2.5

Mujiyono (2006) melakukan penelitian tentang serat daun pandan hutan (SDPH) sebagai alternatif pengganti serat gelas. Penelitian dilakukan pada SDPH dengan variasi proses perendaman formalin dari konsentrasi 5% sampai 37% selama 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan bawa serat daun pandan yang tidak direndam dalam formalin memiliki kekuatan tarik 3 kali lebih besar dibandingkan serat gelas, yaitu  $72,44 \text{ kg/mm}^2$  untuk serat daun pandan dan  $21,65 \text{ kg/mm}^2$  untuk serat gelas. Kekuatan tarik kemudian turun sampai 13% dengan adanya perendaman pada formalin. Kesimpulan yang didapat bahwa serat daun pandan duri memiliki potensi sebagai serat alam pengganti serat gelas.

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **Diagram alir**

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada diagram alir di bawah ini.



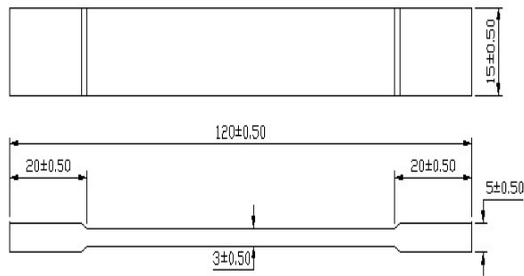
**Gambar 2.** Diagram alir percobaan

### **Bahan dan alat penelitian**

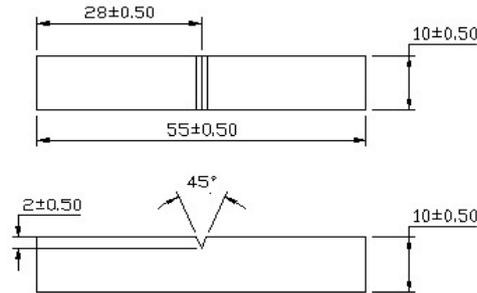
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; serat daun pandan duri yang digunakan sebagai penguat dengan fraksi volume 0,34%, resin *polyester* YUKALAC 157 BQTN-EX yang digunakan sebagai matrik dengan fraksi volume 82%, serta sebuk aluminium yang digunakan sebagai filler dengan fraksi volume 8%. Serta pengeras yang digunakan yaitu katalis dengan fraksi volume 8,2%. Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; mesin press *hydraulic* yang digunakan untuk proses kompaksi, mesin gerinda duduk untuk proses pembentukan specimen, mesin uji tarik, dan mesin uji impak,

### **Pengujian komposit**

Komposit yang terbentuk menjadi specimen kemudian diuji tarik dengan menggunakan standar ASTM D3039 dan diuji impak dengan menggunakan standar ASTM E23.



**Gambar 3.** Standar dimensi pengujian tarik

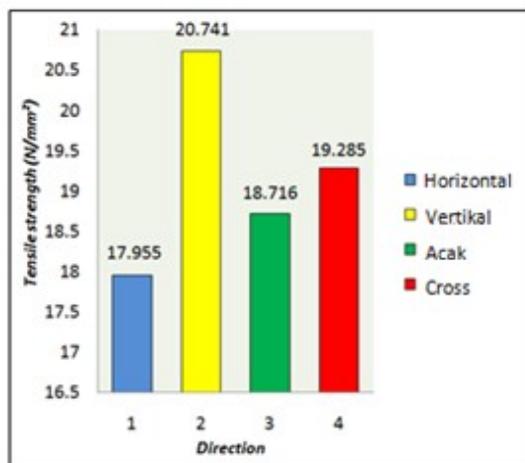


**Gambar 4.** Standar dimensi pengujian impak

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Analisa pengaruh arah serat terhadap kekuatan tarik komposit

Berdasarkan pengujian tarik yang dilakukan pada komposit dengan penguat serat pandan duri, maka hasil kekuatan tariknya adalah sebagai berikut:



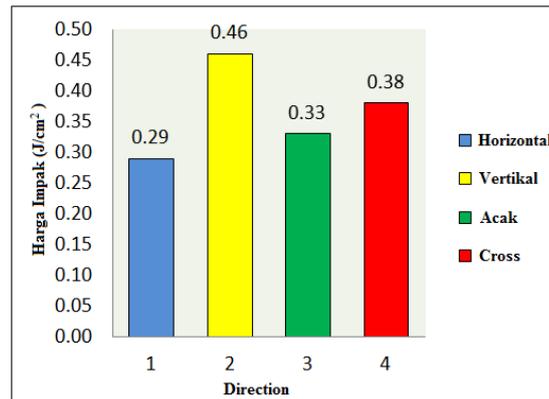
**Gambar 5.** Grafik pengaruh arah serat terhadap kekuatan tarik komposit.

Gambar 5 menunjukkan data hasil pengujian tarik komposit serat pandan duri. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada komposit dengan arah serat vertikal sebesar 20,741 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kekuatan tarik terkecil terdapat pada komposit dengan arah serat horizontal yaitu sebesar 17,955 N/mm<sup>2</sup>. Untuk komposit dengan arah serat acak dan *cross* memiliki kekuatan tarik masing – masing secara berurut sebesar 18,716 N/mm<sup>2</sup> dan 19,285 N/mm<sup>2</sup>. Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa arah serat yang memiliki pengaruh yang besar yaitu searah dengan arah gaya tarik. Dan arah serat yang melintang

terhadap gaya tarik memiliki pengaruh yang kecil. Sedangkan untuk arah serat *cross* jumlah serat yang searah gaya tarik sedikit karena terbagi dua, sehingga kekuatan tariknya tidak sebesar arah serat vertical.

### **Analisa pengaruh arah serat terhadap penyerapan energy *impact***

Setelah melakukan pengujian *impact* terhadap komposit dengan serat daun pandan duri, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

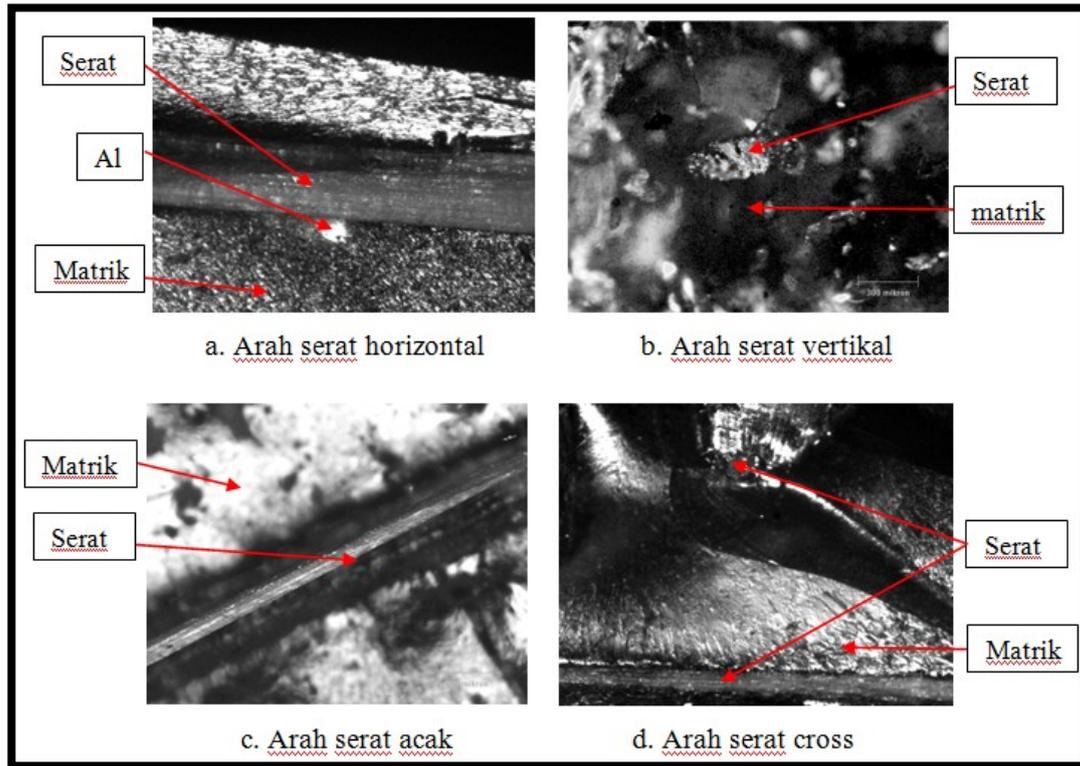


**Gambar 6.** Grafik pengaruh arah serat terhadap kekuatan impak komposit.

Gambar 6 menunjukkan bahwa komposit dengan penyerapan energi *impact* terbesar adalah komposit dengan arah serat vertikal yaitu sebesar 0,46 Joule/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai penyerapan energi *impact* terkecil terdapat pada komposit dengan arah serat horizontal yaitu sebesar 0,29 Joule/cm<sup>2</sup>. Untuk komposit dengan arah serat acak dan *cross* memiliki penyerapan energi *impact* masing-masing secara beurut sebesar 0,33 Joule/cm<sup>2</sup> dan 0,38 Joule/cm<sup>2</sup>. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa arah serat yang memiliki pengaruh yang besar terhadap penyerapan energy mpak adalah arah serat yang melintang tergadap arah datangnya beban kejut. Sedangkan arah serat yang searah dengan arah beban kejut memiliki pengaruh yang kecil.

### **Analisa penampang patahan uji tarik**

Penampang patahan spesimen dianalisa menggunakan mikroskop optik metalografi dengan perbesaran 50 kali. Tujuannya agar dapat mengetahui bagaimana ikatan antara serat pandan duri dengan matrik *polyester*. Selain itu juga untuk mengetahui jenis patahan yang terjadi pada komposit serat daun pandan duri. Setiap arah serat memiliki jenis ikatan yang berbeda-beda semakin baik ikatan antara serat dengan matrik maka semakin baik kekuatan material kompositnya.

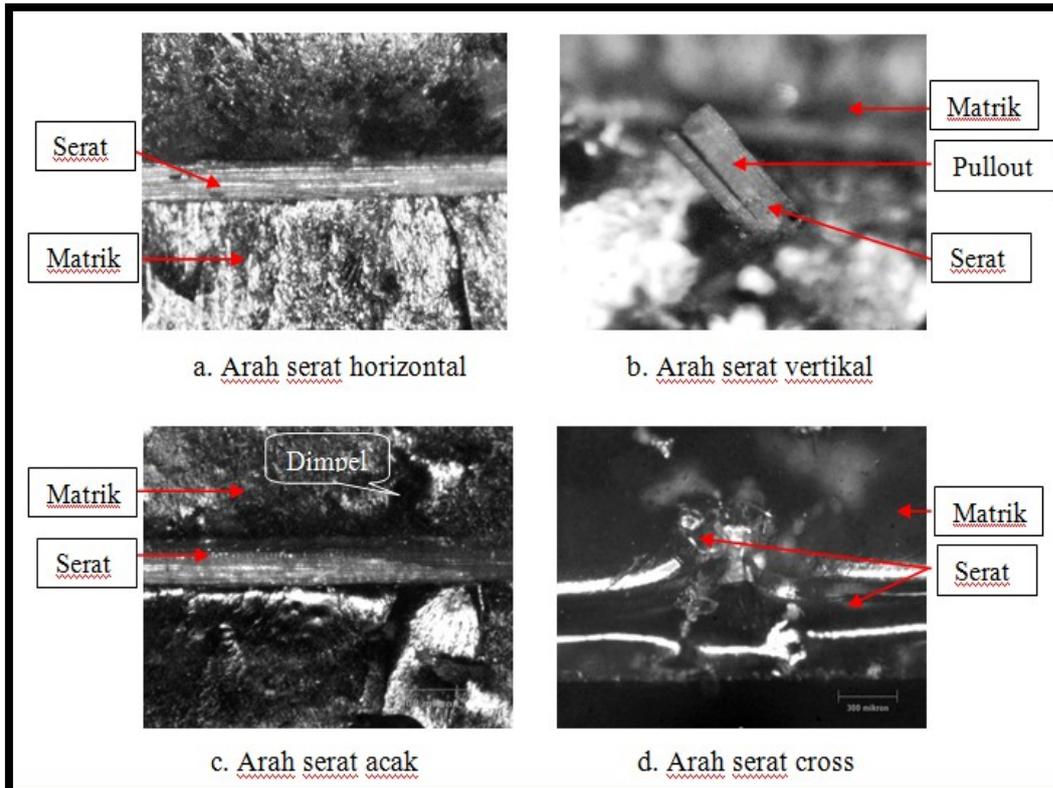


**Gambar 7.** Foto mikro penampang patahan spesimen uji tarik dengan perbesaran 50 kali

Pada gambar 7 ditunjukkan foto mikro penampang patahan dari spesimen uji tarik komposit dengan perbesaran 50 kali. Serat pandan duri ditunjukkan dengan warna abu-abu yang terang, sedangkan matrik warna abu-abu gelap, Warna mengkilap pada foto mengindikasikan komposit mengalami patah getas. Sedangkan warna buram mengindikasikan komposit mengalami patah ulet. Sedangkan warna titik putih adalah serbuk aluminium. Pada foto mikro ini serbuk aluminium hanya terdapat pada beberapa penampang saja, dikarenakan penyebaran serbuk aluminium yang kurang merata serta jumlah fraksi volume serbuk aluminium yang sedikit. Dari foto tersebut diketahui bahwa komposit yang mengalami patah ulet adalah komposit dengan arah serat vertikal dan acak. Karena terdapat ciri-ciri patah ulet yaitu permukaan buram dan terdapat dimple. Sedangkan komposit dengan arah serat horizontal dan cross mengalami patah getas. Karena memiliki permukaan yang rata dan mengkilap.

### **Analisa penampang patahan uji impact**

Penampang patahan specimen dianalisa menggunakan mikroskop metalografi dengan perbesaran 50 kali. Tujuannya agar dapat mengetahui bagaimana ikatan antara serat pandan duri dengan matrik pada spesimen uji *impact* komposit. juga untuk mengetahui jenis patahan yang terjadi pada komposit serat daun pandan duri



**Gambar 8.** Foto mikro penampang patahan spesimen uji impact dengan perbesaran 50 kali

Gambar 8 menunjukkan foto mikro penampang patahan spesimen uji *impact*. Pada foto mikro penampang patahan arah serat *cross* menunjukkan ikatan serat daun pandan duri dengan matrik yang cukup baik. Hal ini terbukti dimana terlihat pada penampang patahan spesimen uji *iimpact* serat putus dan tidak terdapat serat yang tertarik keluar (*pullout*), sehingga distribusi tegangan merata dengan baik. Jenis patahan ini merupakan patahan getas karena pada penampang patahannya terdapat ciri-ciri perpatahan getas yaitu memiliki warna mengkilap. Foto mikro penampang patahan arah serat horizontal merupakan jenis patahan ulet karena pada foto tersebut memiliki permukaan patahan yang kasar dan tidak mengkilap sebagaimana ciri-ciri patahan ulet. Pada foto penampang patahan arah serat vertical ikatan serat dengan matrik kurang baik, karena terlihat adanya serat yang tertarik keluar (*pullout*). Sedangkan pada patahan arah serat acak serat daun pandan terlihat jelas dipermukaan patahan dan terdapat serat yang tertarik keluar (*pullout*). Hal ini membuktikan bahwa ikatan antara permukaan serat daun pandan duri dengan matrik *polyester* kurang baik. Jenis patahan arah serat acak merupakan jenis patahan ulet karena pada foto mikro terlihat adanya dimple dan memiliki permukaan yang kasar sebagaimana ciri-ciri patahan ulet.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Setelah menganalisa hasil penelitian, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a) Kekuatan tarik tertinggi diperoleh dari komposit dengan arah serat searah dengan gaya tarik (arah vertical) yaitu sebesar  $20,741 \text{ N/mm}^2$ . Dan nilai kekuatan tarik terendah yaitu didapat pada komposit dengan arah serat melintang terhadap gaya tarik (arah horizontal) yaitu sebesar  $17,955 \text{ N/mm}^2$ .

- b) Kekuatan impak tertinggi diperoleh pada komposit dengan arah serat melintang terhadap arah datangnya beban kejut (arah vertikal) yaitu sebesar 0,37 Joule. Dan kekuatan impak terendah didapat pada komposit dengan arah serat searah dengan arah datangnya beban kejut (arah horizontal) yaitu sebesar 0,23 Joule.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk mengembangkan penelitian ini agar lebih baik adalah sebagai berikut:

- a) Perlu penelitian lebih lanjut mengenai jumlah fraksi volume serat yang tepat agar memiliki kekuatan tarik dan kekuatan impak yang lebih baik dari bodi motor yang sudah ada, masing-masing kekuatannya secara berurut yaitu 42,5 MPa dan 2,46 J/cm<sup>2</sup>.
- b) Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh tekanan kompaksi terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak dari komposit serat daun pandan duri.
- c) Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh sudut serat terhadap kekuatan impak dan kekuatan tarik pada komposit serat daun pandan duri.

## DAFTAR PUSTAKA

ASM HANDBOOK Vol. 21. Composites.

ASTM D 3039. Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Material. *Annual Book of ASTM Standards*, ASTM

ASTM E23. *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. *Annual Book of ASTM Standards*, ASTM

Carli. 2010. Analisis Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Serat Gelas Jenis Woven dengan Matriks Epoxy dan Polyester berlapis Simetri Dengan Metoda Manufaktur Hand Lay- Up. Politeknik Negeri Semarang.

Whitelock, D.P. 2008. Evaluating a Fiberglass roller Covering on a roller gin Stand. *The Journal of Cotton Science* 12:143–149.

Diharjo, K. 2009. Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester. Universitas Negeri Sebelas Maret.

Dyah, E. 2012. Pengaruh panjang serat dan fraksi volume terhadap kekuatan impact dan bending material komposit *polyester- fiber glass* dan *polyester-pandan wangi*. *Dinamika Teknik Mesin*, Volume 2 No.1.

Hassan, E. 2012. Review, Plant fibers reinforced poly (lactic acid) (pla) as a green composites. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)* Vol. 4 No.10. ISSN : 0975-5462.

Hussain, F. 2006. Review article: Polymer-matrix Nanocomposites, Processing, Manufacturing, and Application: An Overview. *Journal of Composite Materials* 2006; 40; 1511.

K. Kaw, Autar. 1997. *Mechanics of Composite Materials*. Hal. 201-205.

KIM, J. K. & MAI, Y. W. 1998. Engineered Interfaces In Fiber Reinforced Composites. ELSEVIER SCIENCE Ltd. Kidlington, Oxford OX5 1GB, U.K. Hal: 74-76.

Lokantara, I. P. 2012. Analisis Kekuatan Impact Komposit Polyester-Serat Tapis Kelapa Dengan Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Serat Yang Diberi Perlakuan NaOH. *Dinamika Teknik Mesin*, Volume 2 No.1.

M. Jones, Robert. 1999. *Mechanics Of Composite Materials*. Secon Edition. Virhinia polytechnic institute and state university : Blacksburg, Virginia 24061-0219.

M. Schwartz, M. 1984. *Composite Materials Handbook*.

Maharani, N. 2010. Pengaruh jenis kertas, kerapatan dan persentase perekat terhadap kekuatan bending komposit panel serap bunyi berbahan dasar limbah kertas dan serabut kelapa. Universitas sebelas maret : Surakarta.

Mahmood, S. 2011. Dynamic failure behavior of glass/epoxy composites under low temperature using Charpy impact test method. *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences (IJEMS)* Vol. 18, pp. 211-220.

Mujiyono. 2006. Pemanfaatan Serat Daun Pandan Alas Sebagai Pengisi Alternative Pengganti Fiber Glass. *MEDIA TEKNIK* No.1 Tahun XVIII Edisi Februari 2006 No. ISSN 0216-3012.

R.F. Gibson. 1994. *Mechanics of Composite Materials and Structures*.

Salahudin, X. 2012. Kaji Pengembangan Serat Daun Pandan Di Kabupaten Magelang Sebagai Bahan Komposit Interior Mobil. Universitas Tidar Magelang. Vol. 37 No. 1, Hal: 121-133.

Setyawan, D. P. 2012. Pengaruh Orientasi Dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (*Ananas Comosus*) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Tak Jenuh. *Dinamika Teknik Mesin*, Volume 2 No.1.