

## PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT TAPIS LONTAR TERHADAP KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT BERMATRIKS POLIESTER

Amros Alfonsius Tuati<sup>1\*</sup>

<sup>1,2</sup>Politeknik Negeri Kupang

Jalan Adisucito Penfui Kupang POX BOX 139

\*E-mail: amrostuati@gmail.com

### Abstrak

Penggunaan serat alam sebagai filler pada komposit mulai banyak digunakan, salah satu yang memiliki prospek cukup baik adalah serat tapis lontar, serat ini dikombinasikan dengan poliester sebagai matriks. Penelitian ini dilakukan dengan mengkombinasikan poliester dengan serat tapis lontar yang diberi perlakuan 5% NAOH selama 90 menit. Panjang serat yang digunakan adalah 10 mm, 20 mm dan 30 mm dengan presentase serat 30% untuk semua ukuran panjang serat. Pencetakan material menggunakan metode *hand lay up*. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian Impak Komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata Energi Serap semakin meningkat dengan bertambahnya panjang serat dalam komposit yaitu 0,55 Joule, 1,05 Joule, 2,05 Joule dan 4,75 Joule. Nilai rata-rata Kekuatan Impak Komposit juga mengalami peningkatan dengan bertambahnya panjang serat yaitu 0,004 Joule/mm<sup>2</sup>, 0,007 Joule/mm<sup>2</sup>, 0,01 Joule/mm<sup>2</sup>, 0,03 Joule/mm<sup>2</sup>. Energi Serap tertinggi dimiliki oleh komposit dengan panjang serat 30 mm yaitu 4,75 Joule dan terendah ada pada komposit dengan panjang serat 0% serat yaitu 0,55 Joule. Nilai rata-rata Kekuatan Impak tertinggi dimiliki oleh komposit dengan panjang serat 30 mm yaitu 0,03 Joule/mm<sup>2</sup> dan Kekuatan Impak terendah ada pada komposit dengan panjang serat 0% serat yaitu 0,004 Joule/mm<sup>2</sup>. Pola patah pada komposit cenderung mengalami patah getas dengan mekanisme *fiber pull out*

**Kata kunci:** Panjang Serat, Kekuatan Impak, Serat Tapis Lontar, Patah Getas

### PENDAHULUAN

Pohon Lontar merupakan salah satu jenis flora Indonesia. Di Nusa Tenggara Timur Pohon Lontar dikenal sebagai pohon kehidupan bagi masyarakat. Berbagai manfaat yang ada pada pohon lontar yakni batang digunakan untuk membuat tiang rumah, pelapah digunakan untuk membuat tempat duduk dan pagar, daun digunakan untuk membuat atap rumah, topi dan alat musik, daging buahnya bisa dimakan serta mayangnya menghasilkan nira. Akan tetapi pemanfaatan pohon lontar belum dilaksanakan secara optimal. Pengelolaan bagian pohon lontar seperti serat tapis lontar, selama ini hanya dimanfaatkan sebagai sampah organik maupun bahan bakar pengganti minyak tanah. Disisi lain serat tapis lontar ini sangat baik jika dijadikan sebagai penguat pada material komposit.

Komposit merupakan kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lain berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya [1]. Begitu juga Matthews dkk

(1984), material komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda [2].

Kelebihan material komposit jika dibandingkan dengan logam adalah memiliki sifat mekanik yang baik, tidak mudah korosi, bahan yang diperoleh relatif mudah dan murah dan memiliki massa jenis yang rendah dibandingkan serat mineral.

Pada material komposit terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan mekaniknya, misalnya fraksi volume serat, orientasi serat dan panjang serat. Vinod dan sudef (2013) dari studi eksperimennya pada serat pisang, diamati bahwa panjang serat sangat mempengaruhi sifat tarik komposit, semakin besar panjang serat kekuatan mekaniknya semakin meningkat [3]. Mahmuda dkk (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa semakin besar fraksi volume serat dalam matrik, maka kekuatan mekaniknya semakin meningkat, demikian juga semakin besar panjang serat dalam matrik kekuatan mekaniknya juga semakin meningkat [4]. Wahyudi, T.D., Ningsih, H.T. (2018). Meneliti pengaruh fraksi volume serat kulit kersen

terhadap kekuatan tekuk dan tarik komposit dengan matrik epoksi. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasi fraksi volume serat yaitu 40%, 50%, 60%, dan 70%. Dalam penelitian ini spesimen uji tarik menggunakan standar ASTM D 638, sedangkan untuk uji bending menggunakan standar ASTM D 790. Untuk mengetahui sifat fisik dilakukan eksperimen perhitungan densitas dan pengukuran diameter serat. Dari penelitian ini nilai kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume 70% sebesar 70,30 MPa, dan nilai kekuatan bending tertinggi pada fraksi volume 70% sebesar 63,3 MPa. Hasil pengujian melihsatkan bahwa material komposit serat kersen mengalami kenaikan kekuatan seiring bertambahnya fraksi volume serat [5]. Machmudi, (2016). Analisis komposit berpenguat serat pohon aren (ijuk) acak anyam acak terhadap kekuatan bending dan kekuatan impact dengan resin polyester. Pengujian bending komposit menggunakan standart ASTM D790-02, sedangkan untuk pengujian bending menggunakan standart ASTM D256-00. Hasil penelitian komposit polyester berpenguat serat ijuk pohon aren susunan acak-anyam-acak dengan fraksi volume serat 20%, 30%, 40%, 50%, 60% didapat kekuatan bending maksimum pada fraksi volume serat 50% sebesar 724.43 Mpa, sedangkan kekuatan bending terendah pada fraksi volume serat 20% sebesar 435.81 MPa. Data hasil pengujian impact didapat kekuatan maksimum pada fraksi volume serat 40% sebesar 18.9162 Joule dan kekuatan impact terendah pada fraksi volume serat 20% sebesar 12.7593 Joule [6].

Berdasarkan uraian dan referensi diatas maka sangat baik apabila serat tapis lontar dijadikan sebagai penguat untuk material komposit. Salah satu faktor yang akan diteliti adalah variasi panjang serat tapis lontar terhadap kekuatan impact komposit. Harapannya semakin besar variasi panjang serat, maka kekuatan impactnya semakin meningkat atau energi yang diserap semakin besar.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk menyelidiki pengaruh variasi panjang serat tapis lontar terhadap kekuatan impact komposit.

Dalam penelitian ini memanfaatkan serat tapis lontar sebagai bahan penguat komposit dan polyester sebagai matriks. Sebelumnya serat diberi perlakuan dengan perendaman dalam larutan Alkali (NaOH)

sebanyak 5% per 1 liter *aquades* guna meningkatkan sifat *adhesif* sehingga dapat menambah kekuatan impact dari komposit serat yang dibentuknya.

Serat yang digunakan berdiameter rata-rata 1,2 mm dengan metode cetak *hand lay up* dan susunan serat acak. Kekuatan mekanis komposit polyester berpenguat serat tapis lontar ini akan diuji impact untuk mengetahui kekuatan impact maksimum.

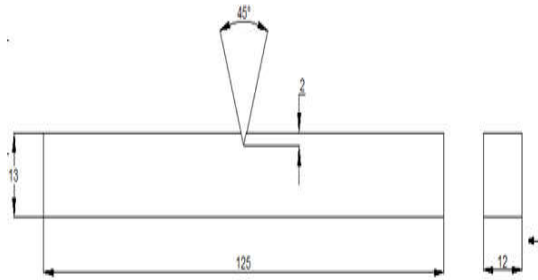
Adapun jenis variabel dalam penelitian ini:

- 1) Variabel *Independent* (tidak terikat) : adalah variabel yang ditentukan sebelum melaksanakan penelitian.
- 2) fraksi volume serat: 30%
- 3) Perlakuan alkali (NaOH) serat pelepah lontar 5% per 1 liter *aquades* dengan *upset time* 90 menit.
- 4) Variabel *Dependent* adalah: Kekuatan Impact
- 5) Variabel Terkontrol adalah:
  - *Methyl ethyl ketone peroxide* (MEKP) / hardener 1 %
  - Resin : Polyester
  - Diameter serat rata-rata (d) = 1,2 mm
  - Panjang serat L = 10 mm, 20 mm dan 30 mm untuk spesimen uji Impact
  - *Dried* komposit pada suhu ruangan sampai kering.
  - *Curing* serat pada suhu ruangan sampai kering.



Gambar 1. Serat Tapis Lontar

Spesimen uji impact dibuat sesuai standar ASTM D6110 seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Spesimen Uji Impak

Pengujian ini menggunakan mesin uji *impact charpy* dengan standard spesimen ASTM D6110 [7], seperti ditunjukkan dalam gambar 1. Untuk mengukur data hasil uji impact digunakan rumus-rumus menurut Callister, 2007 sebagai berikut [8]:

$$E_{\text{serap}} = \text{energi awal} - \text{energi yang tersisa}$$

$$= m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot h'$$

$$= m \cdot g \cdot (R - R \cos \alpha) - m \cdot g \cdot (R - R \cos \beta)$$

$$E_{\text{serap}} = m \cdot g \cdot R \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

dengan :

- $E_{\text{srp}}$  = energi serap (J)
- $m$  = berat pendulum (kg)
- $g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
- $R$  = panjang lengan (m)
- $\alpha$  = sudut pendulum sebelum diayunkan ( $^\circ$ )
- $\beta$  = sudut ayunan pendulum setelah mematahkan spesimen ( $^\circ$ )

Harga Impak dapat dihitung dengan :

$$HI = \frac{E_{\text{srp}}}{A_o}$$

dengan :

- $HI$  = harga impact ( $J/mm^2$ )
- $E_{\text{srp}}$  = energi serap (J)
- $A_o$  = luas penampang ( $mm^2$ )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pengujian Impak Komposit

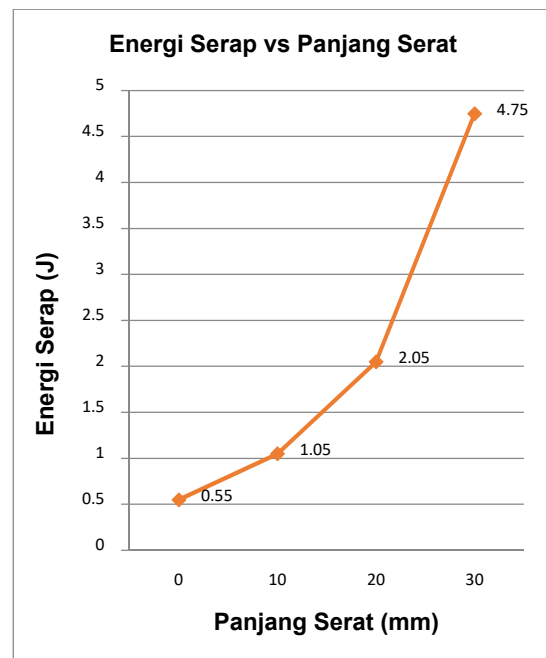
Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data hasil perhitungan Energi Serap dan Kekuatan Impak Komposit dengan masing-masing variasi panjang serat ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Impak Komposit Serat Tapis Lontar

Variasi Panjang Serat (mm)	Jumlah sampel	Energi Serap (J)	Kekuatan Impak ( $J/mm^2$ )
0	1	0,6	0,004
	2	0,5	
Rata-rata		0,55	
10	1	1,1	0,007
	2	1	
Rata-rata		1,05	
20	1	2	0,01
	2	2,1	
Rata-rata		2,05	
30	1	5	0,03
	2	4,5	
Rata-rata		4,75	

### B. Pembahasan Hasil Pengujian Kekuatan Impak Komposit

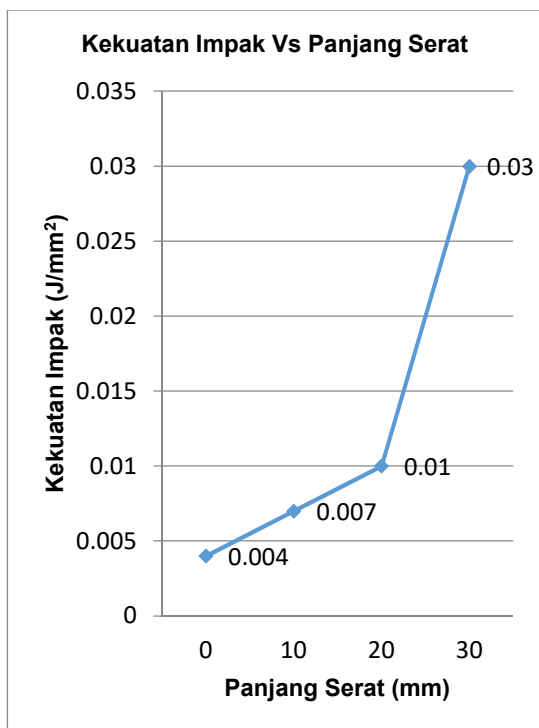
Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan pada tabel 1, maka dibuatlah grafik Energi Serap dan Kekuatan Impak komposit pada gambar grafik 1 dan 2.



Gambar Grafik 1. Hubungan Rata-rata Energi Serap (J) Vs Panjang Serat (mm)

Pada grafik 1, diketahui Energi Serap mengalami peningkatan dengan bertambahnya panjang serat tapis lontar pada

material komposit yakni 0,55 Joule, 1,05 Joule, 2,05 Joule dan 4,75 Joule. Energi serap tertinggi ada pada panjang serat 30 mm dengan nilai rata-rata yaitu 4,75 Joule dan Energi Serap terendah ada pada 0% mm serat dengan nilai rata-rata yaitu 0,55 Joule. Adanya peningkatan penyerapan energi dengan bertambahnya panjang serat dalam material komposit dikarenakan beban yang diteruskan dari matrik (poliester) mampu ditahan dan diserap oleh serat dengan bertambahnya panjang serat. Hal lain juga yang mempengaruhi adanya peningkatan Energi Serap pada material komposit yakni adanya ikatan yang baik antara matrik (poliester) dan serat tapis lontar yang ada pada material komposit

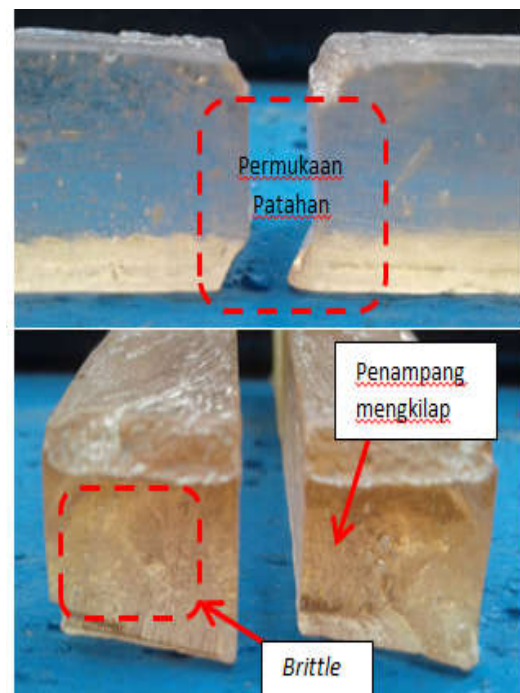


Gambar 2. Grafik Kekuatan Impak (J/mm<sup>2</sup>) Vs Panjang Serat (mm)

Pada grafik 2. Hubungan Rata-rata Kekuatan Impak (J/mm<sup>2</sup>) Vs Panjang Serat (mm), Diketahui Kekuatan Impak mengalami peningkatan dengan bertambahnya panjang serat tapis lontar pada material komposit yakni 0,004 J/mm<sup>2</sup>, 0,007 J/mm<sup>2</sup>, 0,01 J/mm<sup>2</sup> dan 0,03 J/mm<sup>2</sup>. Kekuatan Impak komposit tertinggi ada pada panjang serat 30 mm yaitu 0,03 J/mm<sup>2</sup> dan Kekuatan Impak komposit terendah ada pada 0% mm serat yaitu 0,004 J/mm<sup>2</sup>. Adanya peningkatan Kekuatan Impak komposit dengan bertambahnya panjang serat tapis lontar dalam material komposit

dikarenakan beban yang diteruskan dari matrik (poliester) mampu ditahan oleh serat dengan bertambahnya panjang serat dalam komposit. Hal lain juga yang mempengaruhi adanya peningkatan Kekuatan Impak Komposit yakni adanya ikatan yang baik antara matrik (poliester) dan serat tapis lontar dalam material komposit.

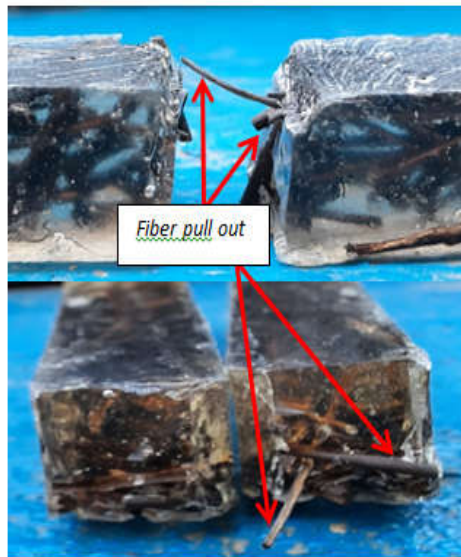
### C. Foto Makro Patahan Komposit



Gambar 3. Permukaan dan penampang patahan pada poliester atau matrik

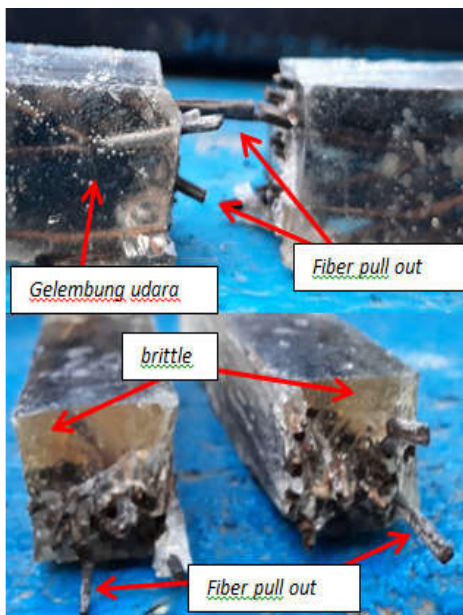
Pada gambar 3, menunjukkan kondisi permukaan patahan pada material tanpa adanya serat di dalam material tersebut. Pada material tersebut terlihat bentuk patahan yang patah akibat adanya beban yang diberikan pada material secara tiba-tiba.. Sedangkan pada bagian penampang terlihat jelas penampang patahan mengkilap seperti bercahaya, hal ini menunjukkan material mengalami patah getas atau *brittle*.

Kekuatan Impak material juga dapat dilihat lebih rendah dibandingkan dengan material yang diberikan pengisi berupa serat tapis lontar (gambar 1). Energi Serap juga kelihatan lebih rendah dibandingkan dengan material yang ada pengisi serat. Hal ini terjadi dikarenakan Energi Serap yang diterima material ketika mendapatkan beban sangat rendah karena tidak ada penguat yang membantu menahan beban atau energi yang diteruskan oleh matrik..



Gambar 4. Permukaan dan penampang patahan komposit panjang serat 10 mm

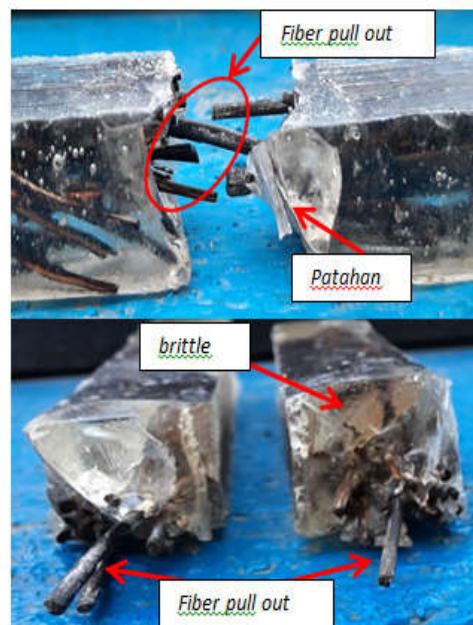
Pada gambar 4, menunjukkan permukaan patahan pada komposit dengan panjang serat 10 mm. Terlihat juga adanya fiber pull out pada permukaan patahan dan penampang patahan diakibatkan ikatan serat dan matrik yang tidak kuat, sehingga ketika adanya beban yang diberikan maka serat akan terlepas dari matrik. Penampang patahan juga terlihat mengkilap dan licin menunjukkan pola patahan yang terjadi adalah patah getas



Gambar 5. Permukaan dan penampang patahan komposit panjang serat 20 mm

Pada gambar 5, permukaan patahan menunjukkan adanya fiber pull out dan adanya gelembung udara yang terjebak pada material

komposit. Hal ini diakibatkan ketika pencetakan material komposit penguangan polyester atau matrik terlalu cepat, sehingga matrik tidak merata keseluruhan bagian komposit. Pola patahan komposit cenderung mengalami patah getas (brittle). Hal tersebut terlihat pada penampang patahan yang kelihatan mengkilap seperti cahaya. Orientasi serat juga tidak terlalu merata pada semua bagian, sehingga ada beberapa bagian yang kosong tidak ada serat. Hal ini mengakibatkan serapan energy dan kekuatan impak akan berkurang ketika mendapatkan pembebanan atau gaya yang diberikan secara tiba-tiba.



Gambar 6. Permukaan dan penampang patahan komposit panjang serat 30 mm

Pada gambar 6, permukaan patahan komposit menunjukkan terjadinya fiber pull out dan juga terlihat adanya patahan yang terjadi pada material komposit, dimana matrik atau polyester kelihatan pecah atau terjadi patahan di beberapa bagian pada permukaan komposit. Hal ini disebabkan karena material komposit mampu menyerap energy yang besar ketika mendapatkan beban secara tiba-tiba, hal lain adalah ikatan serat dan matrik yang cukup kuat serta semakin besar panjang serat yang ada dalam material komposit sehingga mampu menahan beban yang datang. Semakin besar panjang serat maka semakin besar juga beban yang dapat diterima atau diserap oleh material komposit. Pola patahan pada material komposit dengan panjang serat 30 mm adalah patah getas, hal tersebut dilihat pada bentuk permukaan penampang yang kelihatan mengkilap dan bercahaya yang merupakan ciri-ciri dari patah getas.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Adanya penambahan panjang serat dalam material komposit maka Energi Serap dan Kekuatan Impak Komposit akan semakin meningkat. Energi Serap tertinggi yaitu 4,75 Joule dan Kekuatan Impak Komposit tertinggi yaitu 0,03 Joule/mm<sup>2</sup> pada panjang serat 30 mm.
2. Pola patahan material komposit cenderung mengalami patah getas dengan mekanisme *fiber pull out*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gibson, R.F. (1994). *Principle of Composite Material Mechanics*. Departement of Mechanical Engineering Wayne State University Detroit, Michigan.
- [2] Matthews, L.F. dan Bawlings, D.B. (1984). *Composite Materials Engineering and Science*. Chapman & Hall., London. Glasgow. New York. Tokyo Melbourne. Madras.
- [3] Vinod, B., L.J. Sudev. (2013). *Effect Of Fiber Length On the Tensile Properties Of PALF Reinforced Bisphenol Composite*. *International Journal Of Engineering, Business and Enterprise Application (JEBEA)*. ISSN (online):2279-0039
- [4] Mahmuda, dkk. (2013). *Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk dengan Matrik Epoxy*. *Jurnal FEMA*, Vol.1. No.3.
- [5] Wahyudi, T.D., Ningsih, H.T. (2018). *Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Kersen Terhadap Kekuatan Tekuk Dan Tarik Komposit Dengan Matrik Epoksi*. *Jurnal Teknik Mesin UNESA*. Vol.6 No. 2.
- [6] Machmudi, (2016). *Analisis Komposit Berpenguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Acak Anyam Acak Terhadap Kekuatan Bending Dan Kekuatan Impact Dengan Resin Polyester*. *Jurnal Teknik Mesin UNESA*. Vol.4 No. 3.
- [7] ASTM, D6110, *Standard Test Method for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials
- [8] Callister, D.W dan Rethwisch, G.D. (2007). *Fundamental of Material Science and Engineering, An Integrated Approach Third Edition, Department of Metallurgical Engineering The University of Utah, John Willey and Sons, Inc.*