



## Analisis Kekuatan Komposit Resin diperkuat Serat Pinang

### *Strength Analysis of Betelnut Fiber-Reinforced Resin Composite*

Hendriwan Fahmi<sup>1,\*</sup>, Syafrul Hadi<sup>1</sup>, Fajar Marda Kapur<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang

<sup>2</sup> Undergraduate Program, Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang  
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia

Received 10 September 2016; Revised 18 September 2016; Accepted 20 September 2016, Published 20 October 2016  
<http://dx.doi.org/10.21063/JTM.2016.V6.86-91>

Academic Editor: Putri Pratiwi ([pratiwi009@yahoo.com](mailto:pratiwi009@yahoo.com))

\*Correspondence should be addressed to [hendriwan.basyaruddin@gmail.com](mailto:hendriwan.basyaruddin@gmail.com)

Copyright © 2016 H. Fahmi. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

#### Abstract

Material is needed in life, the material itself is used aims to facilitate human activities, in the development of modified human material in various ways, one of which composite materials. Composite is a combination of two or more elements that get combined properties of the elements combined. Liquid Epoxy resin is a low molecular weight organic group containing epoxide. The composite material used is a fiber reinforced resin nut shell. Point of this study is know tensile strength of fiber nut shell composite, variations in the composition of the epoxy resin and fiber nut shell made in this study was 90:10%wt, 80:20%wt, and 70:30%wt, fiber length of 2 cm with random fiber orientation. This experiment is the tensile test. Tensile test was conducted to determine the tensile stress each - each composition, the standard used is ASTM 638 02. From the test results obtained on the composition of the composite tensile strength of 90: 10% wt is 9.8 MPa, the composition of 80: 20% wt was 13.06 MPa and the composition of 70: 30% wt is 14.04 MPa. Of the fracture surface can be seen that the fibers are well distributed and the bond between resin and fiber is also more evenly so that the tensile strength increased.

**Keywords:** composite, betelnut fiber, epoxy, fiber orientation, tensile strenght

### 1. Pendahuluan

Material komposit adalah material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua maupun lebih unsur – unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang dasarnya tidak dapat dipisahkan [1]. Kelebihan komposit dari logam adalah ketahanannya terhadap korosi maupun pengaruh lingkungan bebas dan untuk jenis komposit tertentu memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih baik. Oleh karena itu penelitian yang berkelanjutan berbanding lurus dengan dengan perkembangan teknologi bahan tersebut. Keuntungan lain dari material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang kita kehendaki. Hal ini dinamakan *tailoring*

*properties* dan ini adalah salah satu istimewanya komposit dibandingkan dengan material konvensional lainnya.

Resin merupakan bahan yang akan diperkuat serat secara umum.. Resin bersifat cair dengan viskositas yang rendah, yang akan mengeras setelah terjadinya polimerisasi. Resin berfungsi sebagai pengikat antara serat yang satu dengan yang lain sehingga menghasilkan ikatan yang kuat terbentuk material yang padu, yaitu material yang memiliki kekuatan pengikat (*bound strength*) yang tinggi [2].

Serat alami adalah serat yang dihasilkan dari bahan – bahan alam. Serat alami ini akan digunakan sebagai penguat pada komposit. Diantara semua serat alam, serat buah pinang merupakan bahan yang menjanjikan karena murah, dan ketersediaan yang melimpah

karena tidak begitu dimanfaatkan oleh masyarakat bahkan kadang hanya dianggap sebagai sampah saja.

Serat buah pinang secara ilmiah pemamfaatannya masih dikembangkan. Serat ini sekarang banyak digunakan di industri – industri mebel dan kerajinan rumah tangga. Pemamfaatan serat ini dapat mengurangi permasalahan lingkungan, karena sering dianggap sampah dan tidak membahayakan kesehatan. Kandungan serat buah pinang yaitu, kadar selulosa 70,2%, air 10,92%, abu 6,02% [3].

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui tegangan tarik serat buah pinang sebagai penguat komposit epoksi yang dihasilkan terhadap kekuatan tarik dengan orientasi serat secara acak / *random*.

Kekuatan tarik pada serat akan meningkat jika diberikan perlakuan NaOH. Kekuatan tarik yang diperoleh terhadap komposit serat dengan persentase NaOH 5% adalah 195 Mpa, sedangkan pada saat tanpa perlakuan kekuatan tariknya hanya 84 Mpa [4]. Penelitian dengan komposit epoksi tapi menggunakan serat kulit kayu khombouw, mengatakan bahwa kekuatan tarik maksimum tanpa perlakuan alkali adalah 2,73 MPa, dengan perlakuan alkali (perendaman 4 jam) didapatkan kekuatan tarik sebesar 11,45 Mpa [5]. Komposit dengan matriks epoksi-serat ijuk 3 lapis memiliki kekuatan tarik 45,44 MPa, epoksi-serat pisang 3 lapis memiliki kekuatan tarik 30,47 Mpa, sedangkan untuk polyester-serat pisang 3 lapis hanya memiliki kekuatan tarik 15,62 Mpa [6]. Pengujian komposit Resin epoksi dengan penguat serat tebu, mendapatkan hasil pengujian tarik komposit serat tebu sebagai berikut ; dengan komposisi 55%vf adalah 3,16 kgf/ mm<sup>2</sup>, 60%vf adalah 3,14 kgf/mm<sup>2</sup>, 65%vf adalah 2,67 kgf/mm<sup>2</sup>, 70%vf adalah 2,53 kgf/mm<sup>2</sup>, dan 75%vf adalah 3,19 kgf/mm<sup>2</sup> [7]. Penelitian karakteristik resin epoksi dengan serat rami, dengan komposisi 40%vf dan 50%vf mendapatkan kekuatan tarik 232 MPa untuk 40%vf dan saat komposisi 50%vf 260 Mpa [8]. Analisa sifat mekanik komposit epoksi dengan penguat serat pohon aren (ijuk), saat komposisi komposit 40%vf mendapatkan hasil kekuatan tarik sebesar 5,538 kgf/mm<sup>2</sup> [9]. Fahmi [10] melakukan pengujian tarik komposit polyester dengan penguat serat daun nenas. Pada orientasi serat 0° dengan kekuatan tarik komposit 43,88 N/mm<sup>2</sup>, orientasi serat 0° ; 45° didapatkan kekuatan tarik dengan nilai 54,26 N/mm<sup>2</sup>, dan pada orientasi serat

0° ; 90° dengan nilai kekuatan tarik sebesar 46,85 N/mm<sup>2</sup>.

Matriks dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur. melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matriks, sehingga matriks dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matriks. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matriks harus diperhatikan sifat - sifatnya, antara lain tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk, dan tahan terhadap goncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matriks. Bahan polimer yang banyak digunakan sebagai material matriks dalam komposit ada dua macam yaitu thermoplastik dan termoset. Komposit serat harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matriks dan serat. Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matriks adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matriks tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada pengujian tarik komposit akan berakibat lolosnya serat dari matriks. Hal ini disebabkan karena kekuatan atau ikatan *interfacial* antara matriks dan serat yang kurang besar [11].

## Faktor-faktor yang mempengaruhi Peforma Komposit

### a. Faktor Matriks

Matrik dalam komposit yang berfungsi sebagai bahan pengikat serat menjadi sebuah unit struktur yang melindungi dari perusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matriks. Bahan polimer yang sering digunakan untuk menjadi bahan matriks ini.

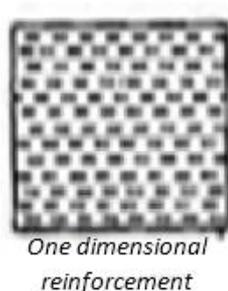
### b. Faktor Serat

Serat yang merupakan bahan pengisi matriks yang digunakan untuk dapat memperbaiki

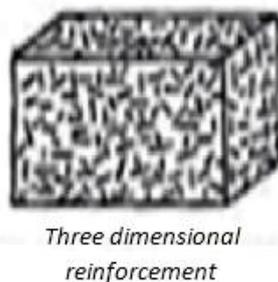
struktur matriks yang tidak dimilikinya, juga dapat diharapkan mampu menjadi bahan penguat matriks pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

Orientasi serat adalah cara memposisikan letak dari serat saat pembuatan material komposit. Dalam pembuatan komposit hal ini dalam matriks akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana arah dan letak yang mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu :

1. *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.



a



b



c

Gambar 1. Orientasi serat

Arah serat penguat menentukan kekuatan komposit, arah serat sesuai dengan arah kekuatan maksimum. Bila sejajar berpeluang sampai 90%, bila separuh – separuh saling tegak lurus peluangnya 75%, dan tatanan acak hanya berpeluang pengisian 15 – 50%. Hal tersebut menentukan optimum saat komposit maksimum [12].

Panjang serat dalam pembuatan komposit sangat mempengaruhi terhadap kekuatan komposit tersebut. Ada dua penggunaan serat dalam campuran komposit, yaitu serat panjang dan serat pendek. Oleh karena itu panjang serat berbanding diameter serat sering disebut *aspect ratio*. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Pada umumnya, serat panjang lebih mudah penanganannya dibandingkan dengan serat pendek. Sedangkan serat pendek dengan orientasi yang benar akan menghasilkan kekuatan lebih besar.

### c. Faktor Ikatan *Fiber-Matriks*

Komposit serat yang baik harus mampu menyerap matriks yang mempermudah terjadi antara dua fase [13]. Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matriks berinteraksi dan pada akhirnya terjadi

2. *Two dimensional reinforcement* (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.

*Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic* kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya. Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak ( random ) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar kesegala arah maka kekuatan akan meningkat.

pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matriks dan serat.

### Serat Pinang

Banyak pinang yang pemanfaatannya masih terbatas. Bagian pinang yang masih sering dimanfaatkan selama ini adalah bagian daun, batang dan biji. Sementara itu bagian sabut pinang tersebut terbuang dengan percuma tanpa digunakan atau dimanfaatkan lebih lanjut. Mengingat pemanfaatan serat pinang secara langsung sangat sedikit, maka perlu ada inovasi untuk pemanfaatan serat pinang seperti pembuatan komposit alam. Serat pinang merupakan salah satu material fiber alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah pemanfaatannya masih dikembangkan karena serat pinang selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan sehingga komposit ini mampu mengatasi permasalahan lingkungan, serta tidak membahayakan kesehatan. Pengembangan serat pinang sebagai material komposit ini sangat dimaklumi mengingat dari segi ketersediaan bahan baku serat alam Indonesia yang memiliki bahan baku yang cukup melimpah. Adapun komposit dengan penguat serat alam mempunyai keuntungan antara lain kekuatan spesifik dan

modulusnya yang tinggi, densitas rendah, harga rendah, melimpah dibanyak negara, emisi

polusi yang lebih rendah [14].

Tabel 1. Sifat *Biometrical* dan Fisik dari serat pinang

Diameter ( mm )	Length of fiber ( mm )				Density gr/cm <sup>3</sup>
	Short	Medium	Long	Average	
0,285 – 0,89	18 - 29	30 – 38	39 - 46	29 – 38	0,52

### Resin Epoxy

Resin epoksi merupakan resin yang paling sering digunakan. Resin epoksi adalah cairan organik dengan berat molekul rendah yang mengandung gugus epoksida. Epoksida memiliki tiga anggota di cincinnya: satu oksigen dan dua atom karbon. Reaksi *epichlorohydrin* dengan *phenols* atau *aromatic amines* membuat banyak epoksi. Pengeras (*hardener*), pelunak (*plasticizer*), dan pengisi (*filler*) juga ditambahkan untuk menghasilkan epoksi dengan berbagai macam sifat viskositas, *impact*, degradasi, dan lain - lain [15].

Meskipun epoksi ini lebih mahal dari matriks polimer lain, namun epoksi ini adalah matriks dari *polimer matrix composite* yang paling populer. Lebih dari dua pertiga dari matriks polimer yang digunakan dalam aplikasi industri pesawat terbang adalah epoksi [16].

### Sifat Fisik Epoksi

Sebagaimana jenis plastik lainnya, Epoksi merupakan isolator listrik dan konduktor panas yang buruk. Kecuali bila ditambahkan campuran, mis logam / karbonain [17].

### Sifat Kimia

Sebagaimana umumnya plastic, secara kimia epoksi termasuk inert. Dalam jangka lama, sinar ultraviolet mempengaruhi struktur kimianya [18].

### Sifat Mekanik

Dalam bentuk asli resin epoksi keras dan getas. Tetapi dalam penggunaan, sifat mekanik banyak dimodifikasi sifatnya, baik dari sisi kekuatan, kekenyalan, keuletan, sampai kearah sobekan [19].

Alasan utama epoksi paling sering digunakan sebagai matriks polimer yaitu [20]:

- Kekuatan tinggi.
- Viskositas dan tingkat alirannya rendah, yang memungkinkan membasahi serat dengan baik dan mencegah ketidakberaturan serat selama pemrosesan.
- Ketidakstabilan rendah.
- Tingkat penyusutan rendah yang mengurangi kecenderungan mendapatkan

tegangan geser yang besar ikatan antara epoksi dan penguatnya.

- Tersedia lebih dari 20 tingkatan untuk memenuhi sifat spesifik dan kebutuhan pengolahan.

## 2. Metode Penelitian

### A. Bahan

- Serat buah pinang
- Resin Epoksi
- Katalis / *Hardener*
- NaOH

### B. Variabel Penelitian

Pembuatan komposit dengan penguat serat buah pinang divariasikan dengan persentase perbandingan, yaitu : 90 : 10%, 80 : 20%, 70 : 30%. Hal ini bertujuan untuk membandingkan hasil dari pengujian tarik yang dilakukan terhadap specimen nantinya. Panjang serat yang dilakukan dalam penelitian ini adalah 3 cm.

### C. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengkaji sifat yang dihasilkan oleh bahan, dan apa pengaruh komposisi terhadap sifat mekanik bahan. Dalam penelitian ini hanya akan dilakukan satu pengujian yaitunya pengujian tarik. Dari pengujian ini akan didapatkan kekuatan tarik dan regangan tarik dari bahan.

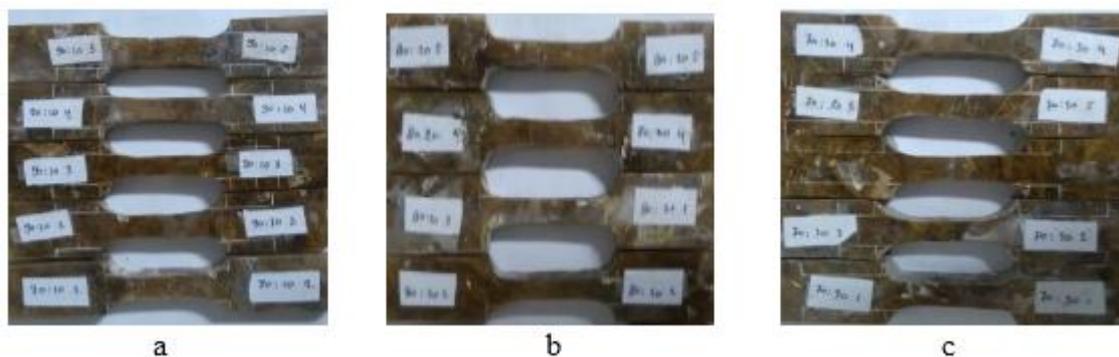
## 3. Hasil dan Pembahasan

Proses pembuatan spesimen untuk komposit serat kulit pinang ini memerlukan waktu untuk setiap komposisi 24 jam sampai resin epoksi mengering. Setelah cetakan selesai maka akan dilakukan proses pembentukan spesimen uji tarik.

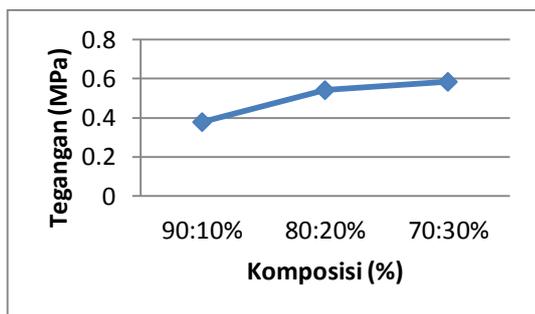
Hasil dan pembahasan pada penelitian ini adalah menganalisa kekuatan yang didapatkan dari komposit resin epoksi dengan penguat serat kulit pinang.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai rata – rata tegangan dari masing – masing komposisi pengujian, pada komposisi 90:10% wt memiliki tegangan sebesar 9,8 MPa, pada komposisi 80:20% wt memiliki tegangan sebesar 13,06 MPa. Sedangkan nilai tegangan tertinggi

didapatkan pada komposisi 70:30% wt, dengan nilai tegangan sebesar 14,04 MPa.



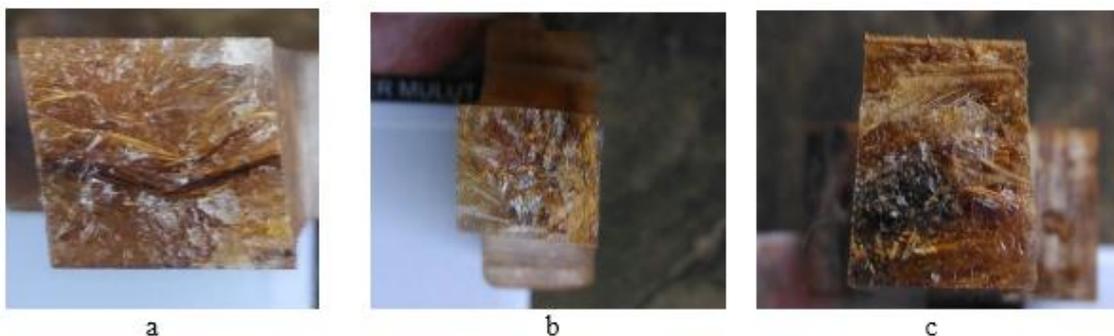
Gambar 2. Spesimen sebelum uji tarik dilakukan, a. 90:10% wt, b. 80:20% wt, c. 70:30% wt



Gambar 3. Grafik hubungan komposisi komposit dengan kekuatan tarik

dimiliki oleh resin sebagai matriks dan serat sebagai penguat, oleh karena itu penggabungan dari kedua hal ini akan mengakibatkan material komposit yang dibentuk menjadi lebih kuat. Serat inilah yang menentukan karakteristik dari komposit, serat inilah yang nantinya akan menahan sebagian besar gaya – gaya yang bekerja pada bahan komposit, saat pengujian tarik dilakukan tegangan mulanya akan diterima oleh matrik (resin) dan diteruskan kepada serat sehingga sampai menahan beban maksimum.

Pada umumnya pembuatan komposit adalah bertujuan untuk menggabungkan sifat yang



Gambar 4. Permukaan patah spesimen setelah pengujian tarik, a. Komposisi 90:10% wt, b. 80:20% wt, c. 0:30% wt

Dari data pengujian masing – masing spesimen didapatkan bahwa serat kulit pinang mempengaruhi kekuatan tarik terhadap komposit ini, semakin tinggi persentase serat kulit pinang kekuatan tarik juga akan meningkat, hal ini dikarenakan penambahan serat kulit pinang meningkatkan ikatan yang terjadi oleh resin epoksi. Perbedaan tegangan yang terlihat pada grafik merupakan pengaruh dari orientasi serat yang dibuat secara acak / random, sehingga tingkat kerapatan dan ikatan antara matriks dan serat juga terjadi secara acak atau tidak teratur, hal inilah yang mengakibatkan terjadinya perbedaan yang signifikan antara setiap spesimen uji, meskipun

dalam satu komposisi. Disisi lain serat kulit pinang juga mempengaruhi regangan yang dihasilkan, dimana regangan akan meningkat saat persentase serat kulit pinang juga ditingkatkan.

#### 4. Simpulan

Dari masing – masing komposisi didapatkan kekuatan tarik komposit pada komposisi 90 : 10 %wt 9,8 Mpa, 80 : 20 % 13,06 Mpa, 70 : 30 % memiliki gaya 143,33 kgf dan tegangan 14,04 Mpa. Dari semua spesimen uji, komposisi 90:10% memiliki nilai tegangan yang paling rendah, sedangkan nilai tegangan tertinggi didapatkan pada komposisi 70 :30 %.

Komposisi serat mempengaruhi kekuatan tarik dari komposit serat buah pinang, semakin tinggi persentase serat, semakin tinggi tegangan yang dihasilkan.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada seluruh Staf Teknik Mesin Institut Teknologi Padang yang telah memberikan kontribusi sehingga artikel ini dapat diselesaikan.

### Referensi

- [1] M. M. Schwartz (1984). *“Material Komposit Handbook”*. McGraw-Hill, New York, Amerika Serikat.
- [2] K.G. Budinski (2003). *“Engineering Material Properties and Selection”*. Prentice Hall, New Jersey.
- [3] R. Ruslinda (2008). *“Kandungan Serat Buah Pinang”*. ITB, Bandung.
- [4] B. Agustinus, S. Rudy dan A.S. Achmad (2014 ), *“Analisa Persentase Alkali pada Serat Pangkal Pelepah Daun Pinang ( Areca Catechu ) terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer”*. Universitas Brawijaya, Malang.
- [5] Joni, L. Johannes dan S. Rafiuddin (2008), *“Analisis Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Epoksi yang Diperkuat Serat Kulit Kayu Khombow”*.
- [6] A.J., Hartomo. (1992). *“Polimer dan Perekat”*. Yogyakarta
- [7] D.R. Askeland, (1985). *“The Science and Engineering of Material”*. Alternate Edition, PWS Engineering, Boston.
- [8] P. N. Belaguru and S. P. Shah (1992). *“Fiber-reinforced Concrete Composites”*. McGraw-Hill, New York.
- [9] D. Feldman dan A. J. Hartomo (1995). *“Bahan Polimer Konstruksi Bangunan”*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [10] H. Fahmi, Hendriwan (2011). *“Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester / Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik”*. ITP. Padang.
- [11] R. F. Gibson, (1994). *“Principles of Composite Material Mechanics”*. McGraw-Hill Inc., St. Louis.
- [12] Hendrodiyantopo (1998). *“Teknik Penyempurnaan”*. STTT, Bandung.
- [13] A. K. Kaw, (2006). *“Mechanics of Composites Materials”*. Taylor & Francis Group, New York.
- [14] M. Kumar (2008). *“A study of Short Areca Fiber Reinforced PF Composites”*. WCE, London, U.K.
- [15] D. Kuncoro (2006). *“Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester”*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 8 No.1.
- [16] T. Richardson (1987). *“Composites”*. Industrial Press Inc., New York.
- [17] M. M. Schwartz (1992). *“Material Komposit Handbook: 2nd ed”*. McGraw-Hill Inc., New Jersey
- [18] B. Srinivasa (2013). *“Effect of Alkali Treatment On Impact Behavior of Areca Fibers Reinforced Polymer Composites”*. International Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Materials, and Metallurgical Engineering,
- [19] T. Surdia (1985). *“Pengetahuan Bahan Teknik”*. Jakarta.
- [20] R. Wulandari, (2009). *“Komposit Polypropylene: Fashion Baru Dalam Otomotif”*. Sentra Polimer tahun VIII Nomor 29. Sentra Teknologi Polimer, Tangerang.