

# Kekuatan Tarik Komposit Matrik Polimer Berpenguat Serat Alam Bambu *Gigantochloa Apus* Jenis Anyaman *Diamond Braid* dan *Plain Weave*

Sofyan Djamil<sup>1)\*</sup>, Sobron Y Lubis<sup>1)</sup>, dan Hartono<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara

<sup>2)</sup>Alumni Jurusan Teknik Mesin Universitas Tarumanagara

Jl. Letjen. S. Parman No.1 Jakarta 11440

sofyand@tarumanagara.ac.id

## Abstrak

Komposit merupakan suatu struktur material yang terdiri dari dua atau lebih konstituen yang dikombinasikan secara makroskopis, kombinasi tersebut tidak saling melarutkan. Matrik menggunakan *polymer* dan *reinforcement* berupa fiber bahan alam bambu jenis *gigantochloa apus* dipotong berbentuk serat. Metode penelitian diawali dengan pembuatan cetakan (*molding*) dengan ukuran 500 x 500 x 20 mm, pemotongan bambu sebagai *reinforcement* berbentuk serat dengan ketebalan 1,5 mm, pembuatan anyaman tipe *diamond braid* dan *plain weave*, proses manufaktur bahan komposit dengan metode *hand lay-up*, ketebalan bahan komposit 4 mm, pembuatan spesimen dengan standar ASTM D3039 dengan sudut orientasi 0°, 45°, 90°. Selanjutnya dilakukan proses pengujian tarik untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*). Nilai kekuatan tarik maksimum untuk spesimen *diamond braid* sudut orientasi 0°: 1,963 N/mm<sup>2</sup>, 45°: 2,387 N/mm<sup>2</sup> dan 90°: 2,253 N/mm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan tarik maksimum untuk spesimen *plain weave* sudut orientasi 0°: 4,2 N/mm<sup>2</sup>, 45°: 2,017 N/mm<sup>2</sup> dan 90°: 4,2 N/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** *gigantochloa apus*, *diamond braid*, *plain weave*, *hand lay-up*, *ultimate tensile strength*.

## Abstract

Composite is a structure consisting of two or more constituents which combined macroscopically. The combination is not mutually dissolve. Using a polymer as a matrix and fiber reinforcement material in the form of natural bamboo *Gigantochloa apus* of fiber-shaped cut. The research method begins with making the mold with a size of 500 x 500 x 20 mm. Cutting-shaped bamboo as reinforcement fibers with a thickness of 1.5 mm, the manufacture of woven braid-type diamond and plain weave, the manufacturing process of composite materials by hand lay-up method, the thickness of 4 mm of composite materials, the manufacture of the specimen with ASTM D3039 at an angle variation of 0° orientation, 45°, 90°. Tensile testing process is then performed to obtain the maximum value of the tensile strength (*ultimate tensile strength*). The maximum tensile strength values for diamond braid specimen : 2.253 N°: 2,387 N / mm<sup>2</sup> and 90°: 1.963 N / mm<sup>2</sup>, 45°orientation angle 0 / mm<sup>2</sup>. The maximum tensile strength values for plain weave specimen orientation : 4.2 N / mm<sup>2</sup>°: 2,017 N / mm<sup>2</sup> and 90°: 4.2 N / mm<sup>2</sup>, 45°angle 0

**Keywords :** *gigantochloa apus*, *diamond braid*, *plain weave*, *hand lay-up*, *ultimate tensile strength*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan yang pesat dalam bidang *engineering materials* membuat para peneliti menghasilkan bahan yang lebih ringan dan kuat yang dikenal sebagai bahan komposit. Bahan Komposit menghasilkan material yang memiliki kekuatan tinggi sehingga dapat dipergunakan untuk menggantikan material yang telah ada seperti contoh logam, karena keterbatasan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Disamping itu juga pembuatan dari material ini sangat ekonomis dan terjangkau.

Komposit merupakan suatu struktur material yang tersusun dari dua kombinasi atau lebih konstituen yang dikombinasikan secara makroskopis yang kedua kombinasi tersebut tidak saling melarutkan. Fasa yang pertama disebut *reinforcement*, sedangkan fasa yang kedua dalam hal ini

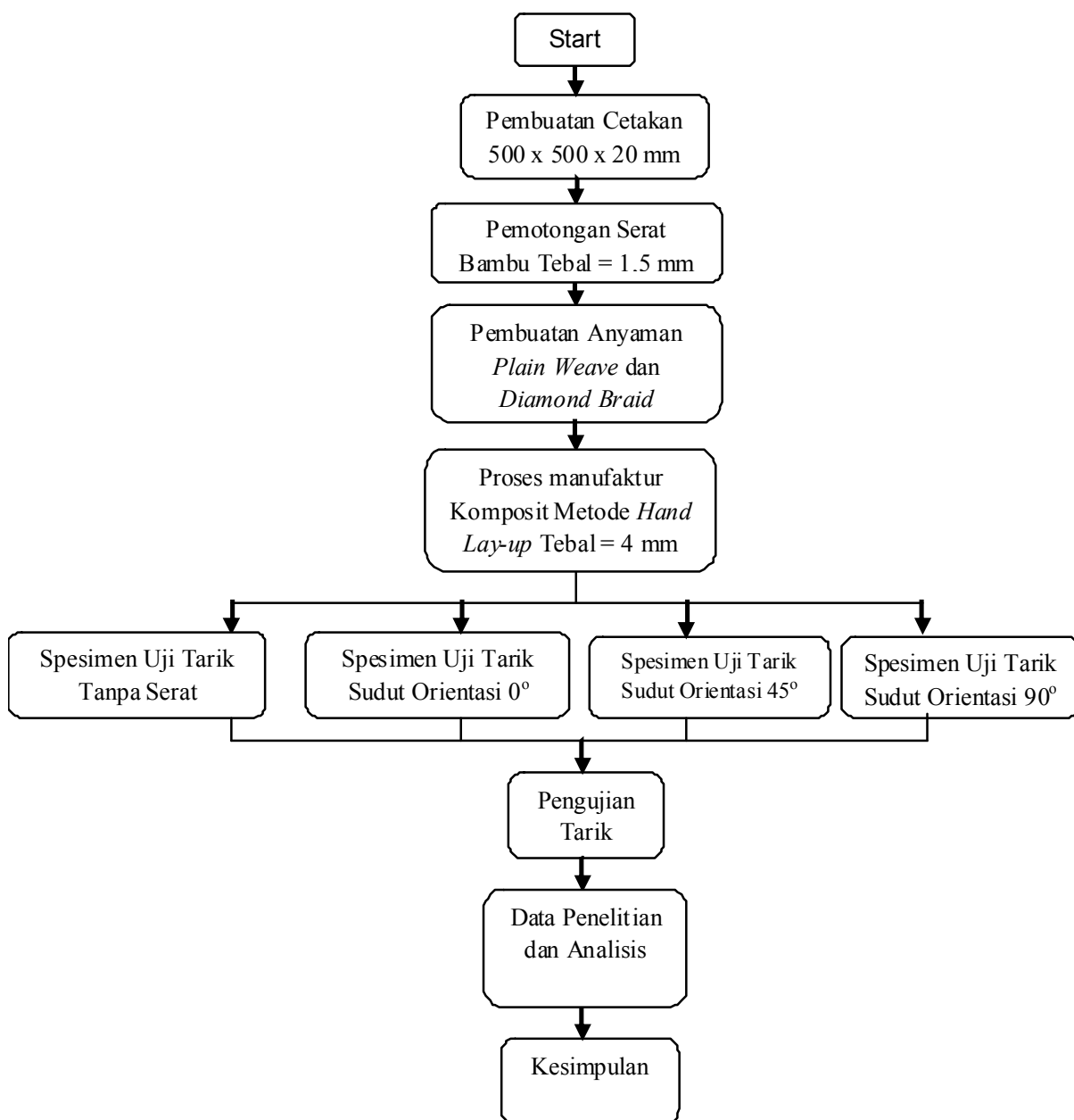
---

\* Penulis korespondensi, tlp: 021-56958747  
Email: sofyand@tarumanagara.ac.id

disebut matrik. Kelebihan daripada material ini jika dibandingkan dengan logam adalah perbandingan kekuatan terhadap berat/densitas yang lebih baik serta sifat ketahanan korosinya, sehingga banyak dikembangkan sebagai material alternatif pengganti logam dikarenakan keterbatasan jumlah bahan tersebut. Melimpahnya bahan alam di Indonesia, dapat digunakan sebagai bahan alternative seperti bambu, rotan, dan lain-lain. Pada penelitian ini menggunakan bambu jenis *gigantochloa apus*, sebagai *reinforcement*, berbentuk fiber

## 2. METODE

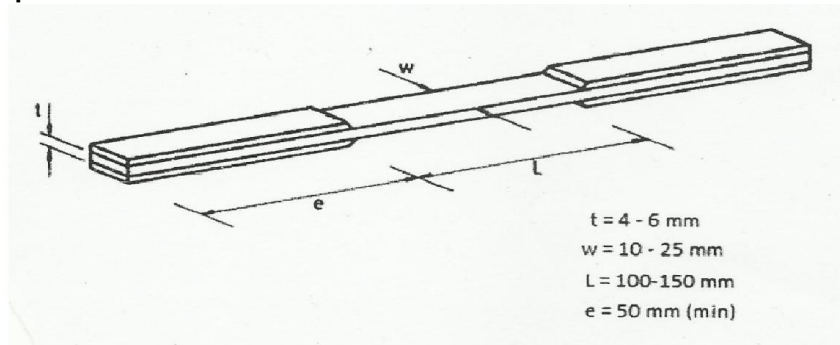
Metode penelitian dengan tahapan pembuatan cetakan (*molding*) dengan ukuran 500 mm x 500 mm x 20 mm, pemotongan bambu menjadi serat dengan ketebalan 1,5 mm, pembuatan anyaman *plain weave* dan *diamond braid*, dan proses pengecoran bahan komposit dengan metode *hand lay-up* dengan ketebalan bahan komposit 4 mm. Pembuatan spesimen dengan standar ASTM D3039 dengan sudut orientasi 0°, 45°, 90°. Pengujian tarik dilakukan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) dan kekuatan luluh (*yield strength*). Hasil pengujian didapat data-data pengujian, selanjutnya dilakukan analisis data.



Gambar 1 Diagram alir proses penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Standar Spesimen ASTM D3039



Gambar 2 Spesimen uji tarik ASTM D3039

#### 3.2 Pengujian Tarik Bahan komposit Tanpa Serat



Gambar 3 Spesimen dengan orientasi tanpa serat

Tabel 1 Hasil rata – rata uji tarik dengan orientasi tanpa serat

ho (mm)	lo (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	l <sub>1</sub> (mm)	P <sub>min</sub> (kgf)	P <sub>maks</sub> (kgf)
4,1	150	4,1	153	110	115

Keterangan:

ho = diameter awal, lo = panjang awal, h<sub>1</sub> = diameter akhir, l<sub>1</sub> = panjang akhir, P<sub>min</sub> = beban yield, P<sub>maks</sub> = beban maksimum

Perhitungan pengujian tarik bahan komposit digunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$A = ho \cdot lo \quad ; \quad \sigma_y = \frac{P_{min}}{A} \quad ; \quad \sigma_u = \frac{P_{maks}}{A} \quad ; \quad e = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100 \% \quad ; \quad E = \frac{\sigma_u}{e}$$

Tabel 2 Perhitungan uji tarik dengan orientasi tanpa serat

A (mm <sup>2</sup> )	σ <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>uts</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	e (%)	E (MPa)
615	1,754	1,834	2	0,917

Keterangan :

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>),  $\sigma_y$  = Kekuatan luluh (N/mm<sup>2</sup>),  $\sigma_u$  = Kekuatan tarik maksimum (N/mm<sup>2</sup>), e = Perpanjangan (%), E = Modulus Young (Mpa)

### 3.3 Uji Tarik Bahan Komposit Jenis Anyaman *Plain Weave*

#### 3.3.1 Uji tarik bahan komposit anyaman tipe *plain weave* dengan sudut orientasi 0° / 90°



Gambar 4 Spesimen anyaman tipe *plain weave* dengan sudut orientasi 0° / 90°

Tabel 3 Hasil uji tarik anyaman tipe *plain weave* dengan sudut orientasi 0° / 90°

No	h <sub>o</sub> (mm)	l <sub>o</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	l <sub>1</sub> (mm)	P <sub>min</sub> (kgf)	P <sub>maks</sub> (kgf)
1	5,6	150	5,1	152	240	315
2	4,5	150	4,2	151	275	350
3	5,4	150	5,1	158	245	322,5
4	5,3	150	3,5	152	145	335
Hasil Rata - Rata					226,25	330,625

Tabel 4 Perhitungan uji tarik anyaman tipe *plain weave* sudut orientasi 0° / 90°

No. spesimen	A (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{uts}$ (N/mm <sup>2</sup> )	e (%)	E (MPa)
1	840	2,802	3,678	1,333	2,759
2	675	3,996	5,086	0,666	7,636
3	810	2,967	3,905	5,333	0,732
4	795	1,789	4,133	1,333	3,101
Hasil Rata - Rata		2,888	4,200	2,166	3,557

#### 3.3.2 Uji tarik bahan komposit anyaman tipe *plain weave* dengan sudut orientasi 45°



Gambar 5 Spesimen anyaman tipe *plain weave* dengan sudut orientasi 45°

Tabel 5 Hasil uji tarik anyaman tipe *plain weave* dengan sudut orientasi 45°

No	ho (mm)	lo (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	l <sub>1</sub> (mm)	P <sub>min</sub> (kgf)	P <sub>maks</sub> (kgf)
1	5,4	150	5,1	157	155	155
2	4,5	150	4,1	161	187,5	187,5
3	5,4	150	4,9	155	155	170
4	5,5	150	5,4	158	117,5	120
Hasil Rata - Rata					153,75	158,125

Tabel 6 Perhitungan uji tarik anyaman tipe *plain weave* sudut orientasi 45°

No.spesimen	A (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{uts}$ (N/mm <sup>2</sup> )	e (%)	E (MPa)
1	810	1,877	1,877	0,666	7,636
2	675	2,708	2,708	7,333	0,369
3	810	1,877	2,058	3,333	0,617
4	825	1,397	1,426	5,333	0,267
Hasil Rata - Rata		1,964	2,017	4,166	2,222

### 3.4 Uji Tarik Bahan Komposit Jenis Anyaman *Diamond Braid*

#### 3.4.1 Uji tarik bahan komposit anyaman *diamond braid* dengan sudut orientasi 0°



Gambar 7 Spesimen anyaman *diamond braid* dengan sudut orientasi 0°

Tabel 7 Hasil uji tarik anyaman *diamond braid* dengan sudut orientasi 0°

No	ho (mm)	lo (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	l <sub>1</sub> (mm)	P <sub>min</sub> (kgf)	P <sub>maks</sub> (kgf)
1	5,2	150	5,1	151	130	152,5
2	4,0	150	3,7	152	122,5	135
3	4,6	150	4,5	155	102,5	125
4	4,1	150	4,0	151	115	122,5
Hasil Rata - Rata					117,5	133,75

Tabel 8 Perhitungan uji tarik anyaman *diamond braid* sudut orientasi 0°

No.spesimen	A (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{uts}$ (N/mm <sup>2</sup> )	e (%)	E (MPa)
1	780	1,635	1,917	0,666	2,878
2	600	2,002	2,207	1,333	1,655
3	690	1,457	1,777	3,333	0,533
4	615	1,834	1,954	0,666	2,933
Hasil Rata - Rata		1,732	1,963	1,499	1,999

### 3.4.2 Uji tarik bahan komposit anyaman *diamond braid* dengan sudut orientasi 45°



Gambar 8 Spesimen anyaman *diamond braid* dengan sudut orientasi 45°

Tabel 9 Hasil uji tarik anyaman *diamond braid* dengan sudut orientasi 45°

No	ho (mm)	lo (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	l <sub>1</sub> (mm)	P <sub>min</sub> (kgf)	P <sub>maks</sub> (kgf)
1	4,2	150	4,1	152	135	135
2	4,0	150	3,8	151	115	130
3	4,3	150	4,0	151	145	160
4	4,3	150	4,3	152	175	190
Hasil Rata - Rata					142,5	153,75

Tabel 10 Perhitungan uji tarik anyaman *diamond braid* sudut orientasi 45°

No.spesimen	A (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{uts}$ (N/mm <sup>2</sup> )	e (%)	E (MPa)
1	630	2,102	2,102	1,333	1,576
2	600	1,88	2,125	0,666	3,19
3	645	2,205	2,433	0,666	3,653
4	645	2,661	2,889	1,333	2,167
Hasil Rata - Rata		2,212	2,387	0,999	2,646

### 3.4.3 Uji tarik bahan komposit anyaman *diamond braid* dengan sudut orientasi 90°



Gambar 9 Spesimen anyaman *diamond braid* dengan sudut orientasi 90°

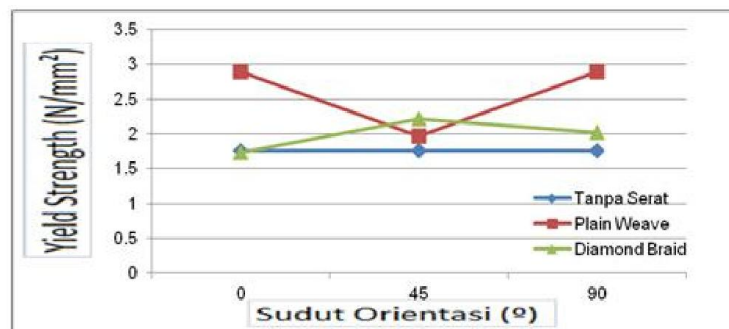
Tabel 11 Hasil uji tarik anyaman *diamond braid* dengan sudut orientasi 90°

No	h <sub>0</sub> (mm)	l <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	l <sub>1</sub> (mm)	P <sub>min</sub> (kgf)	P <sub>maks</sub> (kgf)
1	4,0	150	3,7	153	120	132,5
2	4,4	150	3,7	152	175	205
3	4,0	150	3,9	152	115	122,5
4	4,0	150	3,9	151	100	110
Hasil Rata - Rata					127,5	142,5

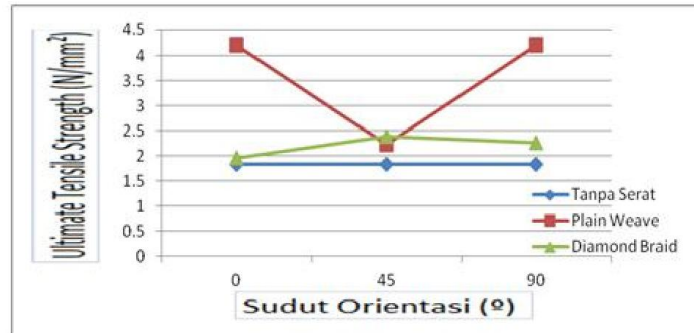
Tabel 12 Perhitungan uji tarik anyaman *diamond braid* sudut orientasi 90°

No.spesimen	A (mm <sup>2</sup> )	σ <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>uts</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	e (%)	E (MPa)
1	600	1,962	2,166	2	1,083
2	660	2,601	3,047	1,333	2,285
3	600	1,88	2,002	1,333	1,501
4	600	1,635	1,798	0,666	2,699
Hasil Rata - Rata		2,019	2,253	1,333	1,892

## 4. PEMBAHASAN



Gambar 10 Grafik sudut orientasi tanpa serat, *plain weave* dan *diamond braid* terhadap *yield strength*



Gambar 11 Grafik sudut orientasi tanpa serat, *plain weave* & *diamond braid* terhadap *ultimate tensile strength*

Pada Gambar 10, menunjukkan hubungan sudut orientasi tanpa serat, *plain weave* dan *diamond braid* terhadap *yield strength*, untuk anyaman tipe *plain weave*, pada sudut orientasi 0°/90°, mempunyai nilai tertinggi *yield strength* sebesar 2,888 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk anyaman tipe *diamond braid* pada sudut orientasi 45° mempunyai nilai *yield strength* tertinggi sebesar 2,387 N/mm<sup>2</sup>. Pada gambar 11, menunjukkan hubungan sudut orientasi tanpa serat, *plain weave* dan *diamond braid* terhadap *tensile strength*, untuk anyaman tipe *plain weave*, pada sudut orientasi 0°/90°, mempunyai nilai *tensile strength* tertinggi sebesar 4,200 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk anyaman tipe *diamond braid* pada sudut orientasi 45° mempunyai nilai *tensile strength* tertinggi sebesar 2,387 N/mm<sup>2</sup>.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan data-data hasil penelitian anyaman tipe *plain weave* dan *diamond braid* sudut orientasi 0°, 45° dan 90°, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Nilai kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) dari spesimen *plain weave* dengan orientasi 0°/90° sebesar 4,2 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan spesimen *diamond braid* dengan orientasi 45° sebesar 2,387 N/mm<sup>2</sup>.
- Nilai kekuatan luluh (*yield strength*) dari spesimen *plain weave* dengan sudut orientasi 0°/90° adalah sebesar 2,888 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan spesimen *diamond braid* dengan orientasi 45° sebesar 2,212 N/mm<sup>2</sup>.
- Nilai tertinggi kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) dan kekuatan luluh (*yield strength*) pada anyaman tipe *plain weave*

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM International. *The Composite Materials Handbook, Polymers Matrix Composite, volume 3*. Baltimore, USA., 2002
- [2] Hajime Shudo. *Material Testing (Zairyou Shiken)*. Uchidarokakuho., 1983
- [3] PT. Justus Kimia Raya. *Karakteristik Resin Unsaturated Polyester*. Tersedia di : [http://justus.co.id/?category/2/yukalac\\_\\_unsaturated\\_polyester\\_resin\\_%28upr%29/22/id](http://justus.co.id/?category/2/yukalac__unsaturated_polyester_resin_%28upr%29/22/id) (19 Mei 2012)
- [4] Mel M. Schwartz. *Composite materials handbook*. New York, USA., 1984
- [5] Faisal Pupa. *Metoda Pembuatan Komposit*. Tersedia di : <http://faisalpupa.blogspot.com/2011/09/metoda-pembuatan-komposit.html> (20 Mei 2012)
- [6] G. Bogoeva-Gaceva. *Natural Fibers in Polymer Composite Materials*. Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy University of Belgrade, Serbia and Montenegro., 2006. Tersedia di : <http://www.docstoc.com/docs/20362471/Natural-Fibers-in-Polymer-Composite-Materials> (23 Mei 2012)
- [7] Maya Jacob John, Rajesh D. Anandjiwala. *Recent Developments in Chemical Modification and Characterization of Natural Fiber-Reinforced Composites*, Faculty of Science, Nelson Mandela Metropolitan University, South Africa., 2008. Tersedia di : <http://www3.interscience.wiley.com/journal/117872481/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0> (11 Juni 2012)
- [8] Diharjo K., *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Poliester*. Laporan Tugas Akhir Universitas Kristen Petra, Surabaya., 2005. Tersedia di : <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/viewArticle/16474> (11 Juni 2012)
- [9] Emiwati, Yusuf Sudo Hadi, Muh. Yusram Massijaya dan Naresworo Nugroho., *Kualitas Papan Komposit Berlapis Anyaman Bambu (II) : Penggunaan Berbagai Kadar Parafin*, Departemen Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor, 2006.