

KAJIAN KUAT BENDING DAN KADAR AIR PADA KOMPOSIT DARI SEKAM PADI DAN SERAT BAMBU MENGGUNAKAN STATISTIK TAGUCHI

Joko Yuniato Prihatin
Program Studi Teknik Mesin
Akademi Teknologi Warga Surakarta
Email: joko_ype@yahoo.com

ABSTRAK

Kayu merupakan komoditi utama dalam pembuatan mebel yang berasal dari alam. Dewasa ini penyusutan hutan dunia telah mengkhawatirkan mencapai 80%. Sehingga kebutuhan oksigen akan menurun karena tidak sesuai dengan upaya reboisasi. Disisi lain bambu memiliki kelebihan dalam hal masa panen yang lebih cepat berkisar 2–3 tahun. Sedangkan sekam padi adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan hasil pertanian yang pemanfaatannya selama ini hanya sebagai bahan pembantu dalam aktifitas produksi, maka nilai ekonomis sekam padi ini sangat rendah. Berdasarkan permasalahan diatas, maka penelitian ini dititik beratkan pada pembuatan komposit anyaman bambu dan sekam padi sebagai pengganti kayu dalam industri mebel. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen statistik taguchi, sehingga meghasilkan nilai kuat bending optimal 35,58N/mm² dengan kadar air 0,334%. Kondisi optimal tersebut terdiri dari A3B2C2D1 Variasi anyaman Satin, Tekanan hidrolik 60N, Waktu pemanasan sebelum pengecoran pada suhu 105°C adalah 45 menit, dan Komposisi = Resin 100 : Katalis 0,75.

Kata kunci: kadar air, bending test, komposit, anyaman bambu, sekam padi.

ABSTRACT

Wood is a major commodity in the manufacture of furniture derived from nature. Today the world's forest depletion has been worrying about 80%. So the need for oxygen will decrease because it is not in accordance with the efforts of reforestation. On the other hand bamboo has advantages in terms of a faster harvest time ranging from 2-3 years. While rice husk is waste generated from the processing of agricultural products that utilization so far only as auxiliary materials in the production activities, then the economic value of rice husk is very low. Based on the above problems, this research is focused on making bamboo woven composite and rice husk as wood substitute in furniture industry. This study uses the taguchi statistical experimental design, so as to generate strong optimum bending value of 35.58N / mm² with moisture content of 0.334%. The optimum conditions consist of A3B2C2D1 Satin woven variations, Hydraulic pressure 60N, Heating time before casting at 105°C is 45 minute, and and Composition = Resin 100: Catalyst 0.75

Keywords: water content, bending test, composite, woven bamboo, rice husk.

1. PENDAHULUAN

Kayu merupakan komoditi utama dalam pembuatan mebel yang berasal dari alam. Disisi lain dewasa ini penyusutan hutan dunia telah mengkhawatirkan mencapai 80%. Sehingga kebutuhan oksigen akan menurun karena tidak sesuai dengan upaya reboisasi. Sekam padi adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan hasil pertanian. Yang pemanfaatannya selama ini hanya sebagai bahan pembantu dalam aktifitas produksi, maka nilai ekonomis sekam padi ini sangat rendah. Berdasarkan permasalahan diatas, penulis berupaya meningkatkan efisiensi mebel tersebut dengan pembuatan komposit dari material serat alam anyaman bambu dan sekam padi. Pada penelitian ini menggunakan pengikat berupa resin dan katalis yang didukung dengan perlakuan panas awal dan penerapan penekan cetakan sistem hidrolik. Sehingga komposit anyaman bambu dan sekam padi tersebut diharapkan mampu menggantikan kayu dalam industri permebelan tanpa mengurangi kualitas.

Penelitian komposit anyaman bambu dan sekam padi ini berfokus pada pokok bahasan perumusan masalah sebagai berikut :

- a) Berapa *bending strength* optimal dari komposit anyaman bambu dan sekam padi tersebut ?
- b) Berapa kadar air optimal dari komposit anyaman bambu dan sekam padi tersebut ?

c) Pada komposisi apa saja yang mampu menghasilkan kuat bending dan kadar air yang optimal.?

Dari perumusan permasalahan diatas, maka tujuan yang diharapkan tercapai dalam penelitian ini diantaranya :

- a) Untuk mengetahui *bending strength* optimal dari komposit anyaman bambu dan sekam padi tersebut
- b) Untuk mengetahui kadar air optimal dari komposit anyaman bambu dan sekam padi tersebut.
- c) Untuk mengetahui komposisi apa saja yang mampu menghasilkan kuat bending dan kadar air yang optimal.

2. METODOLOGI PENELITIAN

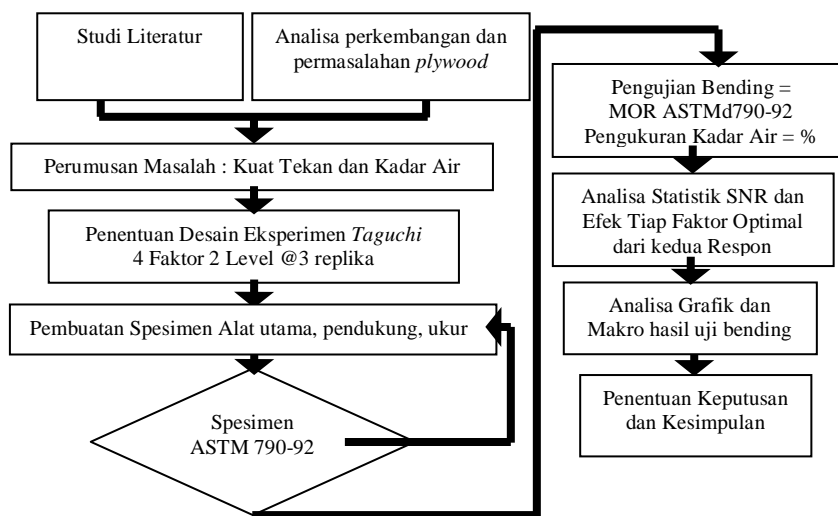
2.1 Diagram Alur Dan Desain Eksperimen

Variabel Terikat (*Dependent Variable*) yaitu variabel yang berpengaruh terhadap tekanan bending maksimal dan prosentase kadar air. Variabel Bebas (*Independent Variable*) jenis anyaman bambu, tekanan hidrolik, komposisi resin dengan katalis dan waktu temperatur perlakuan panas.

Tabel 1. Matrix Variabel Bebas Penelitian Komposit Anyaman Bambu

No	Variabel bebas	Variasi			Satuan
A	Variasi anyaman	Polos	Kaper	Satin	100%
B	Tekanan hidrolik	50	60	70	Kg/cm ²
C	Waktu pemanasan sebelum pengecoran pada suhu 105 ⁰ C	30	45	60	Menit
D	Komposisi = Resin : Katalis	100:0,75	100:1,00	100:1,25	%

Pelaksanaan penelitian ini dikerjakan dan disesuaikan berdasarkan jadwal kegiatan dengan langkah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian Komposit Anyaman Bambu

2.2 Objek dan Alat Bahan Penelitian

Obyek penelitian ini anyaman bambu kaper dan polos, sedangkan sekam padi yang dipakai adalah katul dengan *mess* 0.35mm. Dan pengerjaan pengujian dilakukan di laboratorium fluida Akademi Teknologi Warga Surakarta dengan penggunaan alat ukur dan alat pendukung yang berada di tempat. Selanjutnya pengujian bending dikerjakan di laboratorium material teknik mesin UNS surakarta. Peralatan yang digunakan dalam penelitian dan pengujian komposit papan ini antara lain meliputi :

- a) Komponen Utama pengujian ini terdiri dari Resin 108 *poliester*, katalis, anyaman bambu, sekam padi, dan air.

- b) Komponen Pendukung ini meliputi kunci inggris, kunci ring-pas 10mm, obeng plus dan minus 8mm, lem fox, gergaji tangan *sunflag*, pensil, spidol dan bolpen, kertas hvs A4, *paper cutter*, *malampet*, kuas linchi, botol 600ml, tang dan ragum.
- c) Alat ukur meliputi Gelas ukur 800ml, timbangan digital 200gram ketelitian 0.01gr, Manometer tekan dengan dongkrak botol 3 ton, penggaris baja, *oven* dilengkapi waktu dan temperatur, *stop watch*, kaliper ketelitian 0,05, ayakan dengan *mess* 0,5mm



Gambar 2. Alat dan Bahan Utama Komposit Anyaman Bambu

2.3 Penelitian Terkait Komposit Anyaman Bambu

Berdasarkan penelitian terkait dalam upaya meningkatkan performa komposit diantaranya adalah

- a) Sukma Surya Kusumah, Bambang Subiyanto, Muh. Yusram Massijaya, 2011, Rerata nilai keteguhan tekan searah tebal papan komposit dengan strip log core pada masing-masing pelapis yaitu papan dengan pelapis finis kayu karet sebesar 419,23 kgf/cm², papan dengan pelapis bambu tali sebesar 422,02 kgf/cm², papan dengan pelapis bambu betung sebesar 429,85 kgf/cm², dan papan dengan pelapis bambu andong sebesar 444,23 kgf/cm².
- b) Nasmi Herlina Sari, IGNK Yudhyadi, Emmy Dyah S, 2013, membahas bahwa Karakteristik Kekuatan Bending Kayu Komposit Polyester Diperkuat Serat Pandan Wangi dengan *Filler* Serbuk Gergaji Kayu terjadinya kecenderungan peningkatan kekuatan bending pada variasi panjang serat 15, 20, 25, 50 (mm) dengan rata-rata kekuatan bending secara berurutan masing-masing sebesar 56,7 Mpa, 67 Mpa, 90 Mpa dan 93.33 Mpa. Selanjutnya nilai terendah dimiliki oleh kayu komposit dengan panjang serat 100 mm yaitu sebesar 78.3Mpa. Sedangkan pada fraksi volume serat 30% dengan variasi panjang serat yang sama cenderung meningkat pada variasi panjang serat 15 mm, 20 mm dan 25 mm secara berurutan yaitu sebesar 77 Mpa, 86.1 Mpa, dan 93.6 Mpa tetapi kayu komposit dengan panjang 50 mm dan 100 mm cenderung menurun dengan nilai kekuatan bending berurutan yaitu sebesar 76.11 Mpa dan 73.6 Mpa.
- c) Agus Budiman, Sugiman, 2016 membahas bahwa Kekuatan bending cenderung meningkat dengan meningkatnya fraksi volume sekam padi sampai 20%, menurun. Fraksi volume sekam padi tidak berpengaruh signifikan pada modulus bending.

Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah, pada kajian ini lebih dititikberatkan pada analisa hasil nilai kuat bending dan kadar air yang optimal dari komposit papan mebel tersebut berdasarkan penggunaan variasi panas perlakuan bahan, jenis anyaman bambu, tekanan cetakan, dan variasi perbandingan katalis resin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian bending dilakukan di laboratorium teknik mesin UNS surakarta tersebut sesuai dengan ASTMd790-92 [5] ditentukan berdasarkan persamaan dibawah ini :

$$S = \frac{3 * P * L}{2 * B * d^2} \quad (1)$$

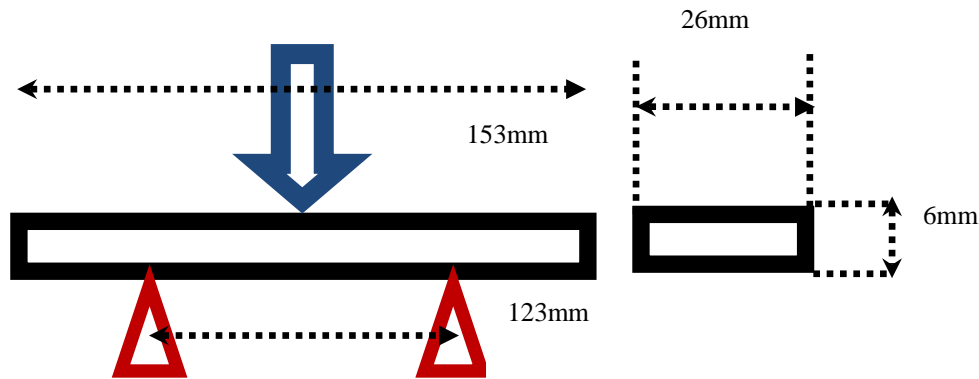
dimana:

S = Tegangan *Bending* (N/mm²)

d = Tebal / *Depth* (mm)

P = Beban / *Load* (N)

L = Panjang Span / *Support span* (mm)
b = Lebar / *Width* (mm)



Gambar 3. Konstruksi Proses Pengujian Bending

Nilai kuat bending diatas merupakan hasil perhitungan hasil pengujian F.mak (N) dengan kecepatan penekanan $v = 10\text{mm/mnt}$ pada alat uji bending di laboratorium bahan kampus Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penelitian ini karakteristik kualitas ditetapkan pada suatu nilai nominal tertentu, jika nilainya semakin mendekati nilai nominal tertentu tersebut maka kualitasnya optimum. Dalam pengujian kuat bending apabila nilai hasilnya tertinggi, maka kualitasnya semakin baik. Sedangkan yang dihasilkan terendah, maka kualitasnya semakin baik. Dalam penelitian ini karakteristik yang digunakan yaitu *larger the better* dan *smaller the better*.

Tabel 2. Nilai kuat bending MOR (N/mm^2)

No	Komposisi Pengujian				Nilai Bending (N/mm^2)				Nilai SNR pada LTB
	A	B	C	D	1	2	3	Rerata	
1	1	1	1	1	37.42	39.59	35.45	37.48	31.45
2	1	2	2	2	65.59	69.73	61.84	65.72	36.32
3	1	3	3	3	25.23	28.38	24.24	25.95	28.23
4	2	1	2	3	29.57	33.32	27.99	30.29	29.56
5	2	2	3	1	42.88	44.66	40.52	42.69	32.59
6	2	3	1	2	27.39	27.59	23.26	26.06	28.25
7	3	1	3	2	41.55	43.13	35.64	40.11	31.97
8	3	2	1	3	55.57	58.92	49.46	54.65	34.68
9	3	3	2	1	55.78	57.75	51.05	54.86	34.75

Berdasarkan data hasil uji bending diatas menunjukkan bahwa Nilai SNR *Signal to Noise Ratio* terhadap *Larger The Better* tersebut bernilai 36,32 berada pada komposisi A1B2C2D2. Sedangkan nilai terkecil bernilai 28,23 berada pada komposisi A1B3C3D4.

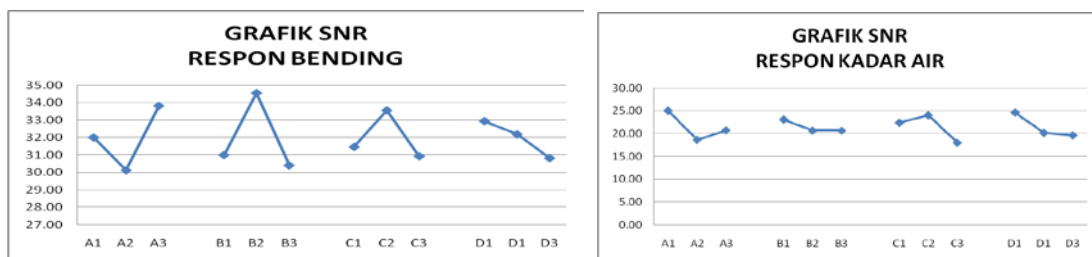
Selanjutnya nilai kadar air ditentukan berdasarkan berat spesimen awal dan setelah dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 30+30menit 2 sisi dan hasilnya dihitung dengan persamaan :

$$K_{air} = \frac{B_{awal} - B_{kering}}{B_{kering}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 3. Nilai kadar air komposit anyaman bambu dan sekam padi

No	Komposisi Pengujian				Kadar Air (%)				Nilai SNR pada STB
	A	B	C	D	1	2	3	Rerata	
1	1	1	1	1	0.009	0.018	0.046	0.0244	30.7171
2	1	2	2	2	0.019	0.039	0.082	0.0466	25.4629
3	1	3	3	3	0.029	0.018	0.194	0.0805	18.8859
4	2	1	2	3	0.048	0.012	0.147	0.0689	20.9736
5	2	2	3	1	0.043	0.019	0.226	0.0960	17.5140
6	2	3	1	2	0.051	0.019	0.227	0.0986	17.4205
7	3	1	3	2	0.011	0.019	0.228	0.0860	17.5621
8	3	2	1	3	0.028	0.026	0.191	0.0815	19.0040
9	3	3	2	1	0.056	0.022	0.068	0.0486	25.6234

Berdasarkan data hasil uji bending diatas menunjukkan bahwa Nilai SNR *Signal to Noise Ratio* terhadap *Smaller The Better* tersebut bernilai 17,4205 berada pada komposisi A2B3C1D2. Sedangkan nilai terbesar bernilai 30,7171 berada pada komposisi A1B1C1D1.



Gambar 4. Grafik SNR Respon Bending Dan Respon Kadar Air

Berdasarkan grafik respon kuat bending dan kadar air diatas menunjukkan bahwa faktor D atau komposisi resin terhadap katalis memiliki nilai pengaruh yang dominan dan stabil dibandingkan dengan faktor lainnya. Dan hasil patah dari pengujian bending dibawah ini menunjukkan bebrapa jenis dan bentuk patah yang terjadi, baik hanya melengkung, patah sebagian, hingga mampu terlepas dari ikatan resin katalis terhadap anyaman bambunya.



Gambar 5. Fisik Spesimen Komposit Anyaman Bambu Sebelum Dan Setelah Uji Bending

Berdasarkan nilai optimasi kuat bending sesuai tabel efek tiap faktor diatas berada pada komposisi A3B2C2D1 atau faktor jenis anyaman satin, tekanan press cetakan 60kg/cm², waktu pemanasan awal 105°C selama 45 menit, dan perbandingan resin 100 dan katalis 0,75.

Tabel 4. Efek tiap faktor hasil uji bending

<i>Validasi Nilai SNR</i>	<i>Komposisi Pengujian Bending</i>			
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	31.9994	30.9948	31.4593	32.9284
2	30.1299	34.5300	33.5437	32.1809
3	33.8021	30.4066	30.9283	30.8221
BIG	33.8021	34.5300	33.5437	32.9284
Min	30.1299	30.4066	30.9283	30.8221
SELISIH	3.6722	4.1235	2.6154	2.1062
Ranking Efek Tiap Faktor	2	1	3	4
Optimasi	3	2	2	1
A3B2C2D1	Satin	60	45	100 : 0.75

Perbandingan nilai kuat bending yang dipengaruhi oleh faktor A atau Variasi jenis anyaman terbesar senilai 33.8021 pada posisi ke A3. Nilai kuat bending yang dipengaruhi oleh faktor B atau tekanan hidrolik terbesar senilai 34.5300 pada posisi ke B2. Nilai kuat bending yang dipengaruhi oleh faktor C atau Waktu pemanasan awal terbesar senilai 33.5437 pada posisi ke C2. Nilai kuat bending yang dipengaruhi oleh faktor D atau komposisi resin katalis terbesar senilai 32.9284 pada posisi ke D1. Nilai optimasi kadar air sesuai tabel efek tiap faktor diatas berada pada komposisi A2B3C3D3 atau faktor jenis anyaman kaper, tekanan press cetakan 70kg/cm², waktu pemanasan awal 105°C selama 60 menit, dan perbandingan resin 100 dan katalis 1,25

Tabel 5. Efek tiap faktor hasil analisa kadar air

<i>Validasi Nilai SNR</i>	<i>Komposisi Pengujian Kadar Air</i>			
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	25.0220	23.0843	22.3805	24.6182
2	18.6360	20.6603	24.0200	20.1485
3	20.7298	20.6433	17.9873	19.6211
BIG	25.0220	23.0843	24.0200	24.6182
Min	18.6360	20.6433	17.9873	19.6211
SELISIH	6.3859	2.4410	6.0326	4.9971
Ranking Efek Tiap Faktor	4	1	3	2
Optimasi	2	3	3	3
A2B3C3D3	Kaper	70	60	100:1.25

Perbandingan nilai Kadar Air yang dipengaruhi oleh faktor A atau Variasi jenis anyaman terkecil senilai 18.6390 pada posisi ke A2. Nilai Kadar Air yang dipengaruhi oleh faktor B atau tekanan hidrolik terkecil senilai 20.6433 pada posisi ke B3. Nilai Kadar Air yang dipengaruhi oleh faktor C atau Waktu pemanasan awal terkecil senilai 17.9873 pada posisi ke C3. Nilai Kadar Air yang dipengaruhi oleh faktor D atau komposisi resin katalis terkecil senilai 19.6211 pada posisi ke D3.

Berdasarkan data hasil uji bending menunjukkan nilai optimasi pada komposisi A3B2C2D1 dan hasil kadar air penunjukkan nilai optimasi pada komposisi A2B3C3D3 adalah tidak sama atau artinya belum bisa diambil keputusan. Langkah selanjutnya adalah dilakukan uji eksperimen konfirmasi dari kedua respon tersebut dan dilakukan pengujian untuk bisa diambil penentuan komposisi optimalnya.

Eksperimen konfirmasi dilakukan dengan menggunakan SNR pada kondisi optimum untuk mendapatkan μ prediksi. Kemudian hasil prediksi tersebut dibandingkan dengan eksperimen konfirmasi. Jika nilai SNR data hasil eksperimen prediksi berada dalam batas *confidence interval* (CI) maka disimpulkan bahwa SNR hasil eksperimen usulan sesuai dengan eksperimen prediksi dan begitu pula sebaliknya.

Tabel 6. Uji eksperimen konfirmasi respon bending dan kadar air komposit anyaman bambu dan sekam padi

No	Komposisi Pengujian	Komposisi Pengujian				Nilai Hasil Bending (N/m^2) dan Kadar Air (%)				Nilai SNR
		A	B	C	D	1	2	3	Rerata	
1	Gaya F.mak	3	2	2	1	304	300	311	60,12	35,58
	Bending Mor					59.923	59.135	61.303		
	Berat Awal	3	2	2	1	1,12	1,14	1,13		
	Berat Akhir					1	0,9	0,7		
	Kadar Air					0,12	0,267	0,614		
2	Gaya F.mak	2	3	3	3	265	238	248	49,34	33,84
	Bending Mor					52,236	46,913	48,885		
	Berat Awal	2	3	3	3	1,25	1,11	1,15		
	Berat Akhir					1	0,8	0,8		
	Kadar Air					0,25	0,388	0,438		

Berdasarkan hasil uji eksperimen konfirmasi Respon Bending dan Kadar Air Komposit Anyaman Bambu dan Sekam Padi diatas menunjukkan nilai SNR EK1>EK2 kuat bending 35,58>33,84 dengan selisih 1,74 dan EK1<EK2 kadar air 8,12<8,71 dengan selisih 0,59. Hasil serupa juga diperoleh kemampuan reratanya EK1>EK2 kuat bending 60,12>49,34 dengan selisih 10,78 dan EK1<EK2 kadar air 0,334<0,358 dengan selisih 0,025. Sehingga dari kedua respon tersebut dapat diambil keputusan bahwa EK1 Eksperimen Konfirmasi pertama adalah terbaik atau nilai optimasinya. Berdasarkan Nilai keteguhan lentur papan komposit JAS No. 1516, 2003 *JAS for Structural Plywood* senilai 55N/mm² tersebut belum tercapai dan masih relatif cukup rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada kajian komposit anyaman bambu dan sekam padi ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Kuat bending optimal dari komposit anyaman bambu dan sekam padi adalah 35,58N/mm²
- Kadar air optimal dari komposit anyaman bambu dan sekam padi adalah 0,334%.
- Komposisi A3B2C2D1 Variasi anyaman Satin, Tekanan hidrolik 60kg/cm², Waktu pemanasan sebelum pengecoran pada suhu 105°C adalah 45 menit, dan Komposisi = Resin 100 : Katalis 0,75 tersebut mampu menghasilkan kuat bending dan kadar air yang optimal

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada Dirjend Ristek Dikti pada Simlitabmas Penelitian Dosen Pemula Tahun Realisasi 2017 dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat ATW Surakarta atas semua dukungan dan konstribusinya sehingga penelitian ini bisa terlaksana dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.K Kaw. 1997, *Mechanics of Composite Materials*, CRS Press LLC, USA
- [2] Anonim, 2007, 80% *Kerusakan Hutan Dunia Akibat Industri*, *Antarnews.com*, diunduh tanggal 11 tahun 2013 bulan maret, Indonesia.
- [3] Budiman.A, Sugiman, 2016, *Karakteristik sifat mekanik komposit serat bambu resin polyester tak jenuh dengan filler partikel sekam*, *Dinamika Teknik Mesin*, Volume 6 No. 1 Juni 2016, ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729, Indonesia.
- [4] Defoidt N., Biswas S., De Vriese L., Tran L.Q.N., Van Acker J., Ahsan Q.,Gorbatikh L., Van Vuure A., Verpoest I.,2010, *Assessment of the tensile properties of coir, bambu and jute fibre, Composites: Part A 41*, pp. 588–595, Indonesia
- [5] Gibson, F, Ronald 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*, McGraw-Hill Inc.
- [6] Jones, M. R.,1975, *Mechanics of Composite Material*, Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd.
- [7] Joshi dkk, 2004; Li dkk. 2008; Mukhopadhyay dkk. 2009, *Serat Alam Mempunyai Keuntungan Antara Lain Kekuatan Spesifik dan Modulusnya Yang Tinggi, Densitas Rendah, Harga Rendah, Melimpah Di Banyak Negara, Emisi Polusi Yang Lebih Rendah dan Dapat Didaur Ulang, Indonesia.*

- [8] Krisdianto, Ginuk S. Agus I. 2000. *Sari Hasil Penelitian Bambu. Himpunan Sari Hasil Penelitian Rotan dan bambu. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan, Indonesia.*
- [9] Kusumah S.S, Subiyanto B, Massijaya.M.Y, 2011, *Optimasi Pembuatan Papan Komposit Berbahan Baku Limbah Kayu dan Bambu*, Widyariset, Vol. 14 No.2, Agustus, Indonesia.
- [10] Sari N.H, Yudhyadi IGNK, Dyah E. 2013, *Karakteristik Kekuatan Bending Kayu Komposit Polyester Diperkuat Serat Pandan Wangi dengan Filler Serbuk Gergaji Kayu*, *Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.6 No.2, Oktober 95-205*, Indonesia.