



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Asiwung Raja (*Typha Angustipholia*) Sebagai Alternatif Bahan Komposit Untuk Komponen Kapal Ditinjau dari Kekuatan Tekuk dan Impak

Khaeru Roziqin<sup>1)</sup>, Hartono Yudo<sup>1)</sup>, Ariwibawa Budi Santosa<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

Email: [Oziqfile@gmail.com](mailto:Oziqfile@gmail.com)

### Abstrak

Asiwung raja (*Typha Angustipholia*) tanaman sejenis rumput besar yang hidup di rawa-rawa, daun asiwung raja banyak di gunakan sebagai bahan pembuat tikar akan tetapi seiring berkembang nya teknologi penggunaan tikar berbahan daun asiwung raja semakin di tinggalkan dan beralih menggunakan tikar berbahan sintetis. Dari pertimbangan tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan analisa teknis berupa kekuatan tekuk dan kekuatan Impak dari komposit berpenguat serat Asiwung raja dengan variasi pola sudut  $0^\circ$ ,  $22,5^\circ$  dan  $45^\circ$  Sebagai penguat menggunakan matrik resin polyester. Dari hasil pengujian spesimen dilakukan analisa kekuatan mekanis kemudian dibandingkan dengan nilai kekuatan mekanis yang disyaratkan/diijinkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) sebagai tolak ukur standar ujinya. Pengujian komposit berpenguat serat Asiwung raja arah serat sudut  $0^\circ$ ,  $22,5^\circ$  dan  $45^\circ$ , dengan fraksi volume 60% matrik polyester dan 40% serat asiwung raja, menggunakan metode *hand lay up*, hasil pengujian didapat nilai kekuatan uji tekuk tertinggi pada sudut  $0^\circ$  dengan nilai  $28.01 \text{ N/mm}^2$  dan modulus elastisitas dengan nilai  $2112.94 \text{ N/mm}^2$  dan nilai uji impak tertinggi pada sudut  $0^\circ$  dengan nilai  $0.024 \text{ joule/mm}^2$ . Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekuk dan modulus elastisitas dari komposit berpenguat serat Asiwung Raja belum dapat memenuhi ketentuan peraturan kuat tekuk dan modulus elastisitas dari BKI yang mempunyai nilai standar kuat tekuk  $150 \text{ N/mm}^2$  dan modulus elastisitas  $6860 \text{ N/mm}^2$

**Kata kunci:** Asiwung Raja, Embet, Wawalingan, modulus elastisitas, tekuk, impak.

### 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini teknologi pembuatan kapal di dunia semakin berkembang, salah satu teknologi pembuatan kapal di dunia adalah penggunaan material komposit sebagai bahan utama pembuatan kapal. Penggunaan material komposit dapat meningkatkan nilai ekonomis, karena pada dasarnya serat dengan spesifikasi standar dapat dibuat komposit. Jadi serat tanaman bahkan limbah pun dapat dimanfaatkan

sebagai komposit dan tentunya dengan kekuatan mekanik yang tak kalah pula.

Salah satu komponen material komposit adalah serat sebagai bahan penguat (*Reinforcement*). Indonesia memiliki potensi serat alam yang melimpah, potensi serat alam dapat dikelompokan menurut asal-usul nya yakni tumbuhan, hewan dan tambang, khusus untuk tumbuhan serat alam dapat di temukan pada tanaman pertanian, perkebunan dan hutan alami. Salah satu potensi serat alam di

Indonesia adalah Asiwung raja (*Typha Angustipholia*).

Daun asiwung raja banyak di gunakan sebagai bahan pembuat tikar akan tetapi seiring berkembang nya teknologi penggunaan tikar berbahan daun asiwung raja semakin di tinggalkan dan beralih menggunakan tikar berbahan sintetis, pemanfaatan yang kurang dan pertumbuhan yang cepat membuat asiwung raja di pandang sebagai gulma oleh sebagian besar masyarakat.

Dari data tersebut penulis tertarik untuk memanfaatkan asiwung raja sebagai serat penguat komposit karena selain bahan yang mudah di peroleh juga dapat mengurangi populasi asiwung raja yang di anggap sebagai gulma air.

Dari masalah tersebut maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan pengaruh arah sudut dan nilai kuat material komposit berpenguat serat asiwung raja dari pengujian impak.
2. Menentukan pengaruh arah sudut dan nilai kuat material komposit berpenguat serat asiwung raja dari pengujian tekuk.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing – masing material pembentuknya berbeda – beda. Dari pencampuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.

Pada umumnya komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu:

1. Matriks, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan *rigiditas* yang lebih rendah.
2. Penguat (*reinforcement*), umumnya berbentuk serat yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih rigid dan lebih kuat.

### 2.2. Matriks

Material komposit terdiri dari matrik dan filler (pengisi). Matrik diartikan sebagai material pengikat antara serat atau partikel namun tidak terjadi reaksi kimia dengan bahan pengisi. Secara umum matrik berfungsi sebagai pengikat bahan pengisi, sebagai penahan dan pelindung serat dari efek lingkungan

dari kerusakan baik kerusakan secara mekanik maupun kerusakan akibat reaksi kimia, serta untuk mentransfer beban dari luar ke bahan pengisi.

Dalam penelitian ini, matrik yang digunakan adalah poliester tak jenuh seri Yucalac 157® BQTN-EX.

**Tabel 1.** Resin Yucalac 157® BQTN-EX

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat jenis	-	1,215	25°C
Kekerasan	-	40	Barcol/GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	°C	70	
Penyerapan air	%	0,188	24 jam
Suhu ruang	%	0,466	7 hari
Kekuatan Fleksural	N/mm <sup>2</sup>	9,4	-
Modulus Fleksural	N/mm <sup>2</sup>	300	-
Daya rentang	N/mm <sup>2</sup>	5,5	-
Modulus rentang	N/mm <sup>2</sup>	300	-
Elongasi	%	2,1	-

(Sumber : Justus, 2001 dalam nurmalita, 2010)

### 2.3. Penguat (*Reinforcement*)

Salah satu bagian utama dari komposit adalah reinforcement (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan serat asiwung raja sebagai penguat,



**Gambar 1.** Tanaman asiwung raja (*Typha angustipholia*)

serat asiwung raja terdiri atas selulosa dan non selulosa yang diperoleh melalui penghilangan lapisan luar daun secara mekanik. Lapisan luar daun berupa pelepah yang terdiri atas sel kambium, zat pewarna yaitu *klorofil*, *xanthophyl* dan *carotene* yang merupakan komponen kompleks dari jenis tanin, serta lignin yang terdapat di bagian tengah daun. Serat yang diperoleh dari daun asiwung raja muda kekuatannya relatif rendah dan seratnya lebih pendek dibanding serat dari daun yang sudah tua.

## 2.4. Uji Tekuk (*Bending*)

Pada material yang homogen pengujian batang sederhana dengan dua titik dukungan dan pembebanan pada tengah-tengah batang uji (*three point bending*), maka tegangan maksimum dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{3.P.L}{2.b.d^2}$$

$\sigma$  = Kekuatan *bending*, MPa

P = Beban, N

L = Panjang span, mm

b = lebar batang uji, mm

d = tebal batang uji, mm

## 2.5. Uji Impak

Ketangguhan komposit dapat diketahui dengan menggunakan uji impak. Uji ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu bahan dalam menyerap energi sebelum patah (*toughness*).

Kekuatan impak benda uji dihitung dengan menggunakan Persamaan:

$$\frac{W}{b_i \times h_i}$$

W = energi terserap benda uji (J)

$b_i$  = lebar benda uji impak (mm)

$h_i$  = tebal benda uji impak (mm)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu penelitian yang bersifat percobaan (*eksperimental*) atau melakukan pengujian. Percobaan yang dilakukan adalah pembuatan komposit dengan menggunakan serat daun asiwung raja sebagai serat penguat, kemudian dilakukan pengujian kekuatan, tekuk dan impak yang kemudian hasil pengujian akan dibandingkan dengan kekuatan dari serat gelas (*Fiberglass Reinforced Plastic*) berdasarkan peraturan BKI.

### 3.1. Bahan-bahan yang dibutuhkan

1. Serat asiwung raja
2. Resin poliester
  - Yukalac 157 BQNT-EX
  - Kekuatan tarik : 12.07 Mpa
  - Modulus elastisitas : 1.18 Mpa
  - Massa jenis : 1.19 gram/cm<sup>3</sup>

3. Katalis
4. Cobalt
5. *Mold Release*

### 3.2. Peralatan pendukung

1. Cetakan kaca
2. Timbangan digital
3. Gergaji
4. Kuas cat
5. Gelas Ukur
6. Penjepit kayu
7. Spons
8. Sarung tangan

### 3.3. Langkah Pembuatan

Beberapa langkah dasar dalam pembuatan material komposit dengan proses *hand layup* adalah sebagai berikut :

#### A. Pengolahan Serat Asiwung Raja

1. Tanaman Asiwung raja yang dipilih adalah tanaman asiwung raja yang sudah berumur  $\pm$  5-6 bulan dengan tinggi tanaman  $\pm$  1-1,5 m
2. Pisahkan daun dengan tangkai bunga.
3. Pukul-pukul daun menggunakan balok kayu ini dimaksudkan untuk mempermudah proses memisahkan serat dengan daging/hati asiwung raja.
4. Rendam daun yang sudah di pukul kedalam ember air, bakteri-bakteri yang terdapat dalam air akan memisahkan serat dengan sendirinya
5. Setelah serat terpisah kemudian jemur di terik matahari  $\pm$  3-4 jam.
6. Setelah kering serat yang telah terkumpul kemudian di ikat dengan benang dengan jumlah antara 8-12 benang yang memiliki diameter 2,5- 3 mm dengan tujuan untuk memiliki diameter dan tingkat keuletan yang homogen.



**Gambar 2.** Pengolahan serat asiwung raja.

## B. Pembuatan Komposit Berpenguat Serat Asiwung Raja

Proses pembuatan komposit dilakukan sebagai berikut :

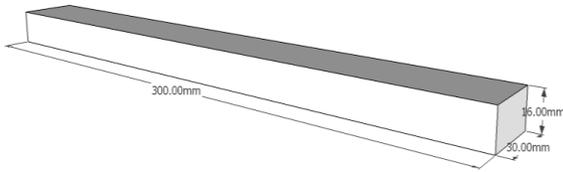
1. Menyiapkan bahan-bahan yang akan di gunakan dalam pengerjaan pembuatan material komposit.
2. Peralatan yang digunakan yang menunjang dalam pengerjaan pembuatan material komposit.
3. Menghitung ketebalan lamina
4. Menghitung fraksi berat dan volume bahan. Setelah diketahui fraksi berat dan volume untuk serat untuk satu cetakan (250 x 300 x 15 mm dan 250 x 300 x 15 mm). Maka lembaran-lembaran serat dapat dibagi sesuai dengan dimensi panjang dan lebar cetakan.
5. Cetakan kaca dilapisi dengan wax secara merata agar lamina kulit mudah dilepas dari cetakan.
6. Kemudian resin yang telah diukur sesuai dengan tabel di atas dicampur dengan katalis dengan perbandingan 1 lt resin : 10 ml katalis, hal ini dilakukan supaya proses polimerisasi tidak terlalu cepat sehingga gelembung yang muncul dan terperangkap dalam matriks bisa dikeluarkan dengan cara ditekan-tekan dalam waktu yang cukup lama.
7. Resin yang telah diberi katalis dicampur/diaduk dengan menggunakan mixer pada putaran rendah selama 2 menit, tujuannya supaya proses pencampuran resin dan katalis merata dengan putaran adukan yang konstan. Kemudian diamkan selama  $\pm 4$  menit agar gelembung udara dapat terlepas keluar.
8. Metode pembuatan material komposit menggunakan metode woven roving, yaitu serat asiwung raja yang dia nyam saling tegak lurus membentuk seperti tikar. Pada proses pembuatan lamina, perbandingan volume antara serat asiwung raja dengan resin yang digunakan adalah sekitar 35 – 40 % serat asiwung raja dan 55 – 60 % resin polyester.
9. Menuangkan campuran resin, cobalt dan katalis ke dalam cetakan sebanyak 1/2 dari total campuran lamina, lalu diratakan dengan kuas.
10. Kemudian bingkai anyaman serat asiwung raja pada sisi-sisinya lalu diletakkan di atas cairan resin dalam cetakan. Untuk menghilangkan gelembung udara yang terperangkap maka lamina harus ditekan-tekan sehingga gelembung udara bisa keluar.
11. Menuangkan sisa campuran resin, cobalt dan katalis ke dalam cetakan sebanyak 1/2 dari total campuran lamina, lalu diratakan dengan kuas .
12. Selanjutnya tutup cetakan diletakan di atas lamina untuk meratakan permukaan lamina.
13. Setelah  $\pm 9$  jam atau lamina material komposit benar-benar kering, material boleh dikeluarkan dari cetakan.
14. langkah yang sama juga dilakukan untuk pembuatan spesimen kuat impak.

### 3.4. Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan untuk mencari nilai kekuatan dari perbedaan arah serat setelah proses uji impak dan uji tekuk.

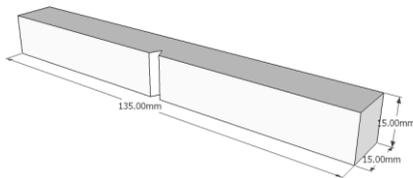
#### 1. Parameter tetap

Parameter tetap dalam penelitian ini adalah ASTM D-790 untuk pengujian tekuk dan ASTM D-256 untuk pengujian impak.



**Gambar 3.** Spesimen uji tekuk

- a. Standard Pengujian : ASTM D-790
- b. Ukuran Spesimen :
  - Panjang : 300 mm
  - Lebar : 30 mm
  - Ketebalan : 15 mm



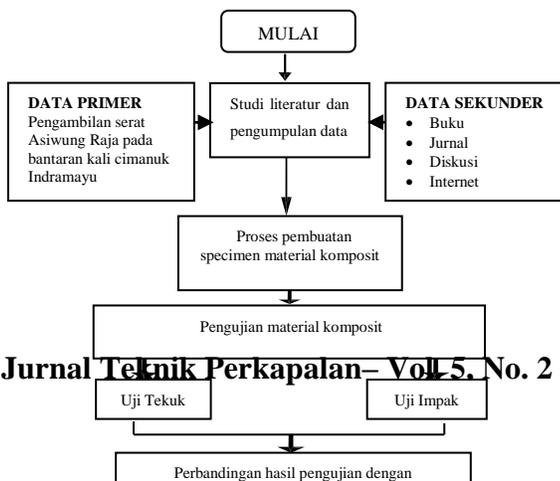
**Gambar 4.** Spesimen uji impak

- a. Standar Pengujian : ASTM D-256
- b. Ukuran Spesimen :
  - Panjang : 135 mm
  - Lebar : 15 mm
  - Ketebalan : 15 mm

- 2. Parameter Perubahan
  - Menggunakan arah serat bersilangan 0°, 22,5° dan 45°

### 3.5. Flow Chart

Pada penelitian ini, penulis membagi pekerjaan menjadi beberapa tahap seperti yang ditunjukkan pada gambar diagram alir metodologi penelitian berikut.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hal ini akan dibahas masalah – masalah yang berkaitan dengan proses pembuatan spesimen yang meliputi kebutuhan serat dan resin untuk membentuk sebuah lamina, sampai pada hasil dari pengujian spesimen pengujian, tekuk dan impak.

### 4.1. Konfigurasi Serat dan Resin Pembentuk Lamina

**Tabel 2.** Tabel konfigurasi serat dan resin sudut 0°, 22.5° dan 45°

Ukuran Lamina ( 250 x 300 x 15 mm )		
Konfigurasi	Berat (gram)	Berat Total (gram)
Resin	143.50	
Serat Asiwung Raja	78.37	
Resin	143.50	
Serat Asiwung Raja	78.37	
Resin	143.50	1030.98
Serat Asiwung Raja	78.37	
Resin	143.50	
Serat Asiwung Raja	78.37	
Resin	143.50	
Cobalt I2 (cc)		15.00
Katalis (cc)		15.00
Wax (gram)		15.00

Tabel 2. Menunjukkan konfigurasi antara serat, resin, katalis, cobalt dan wax yang dibutuhkan dalam membentuk suatu lamina dengan ukuran ( 250 x 300 x 15 ) mm. Adapun ukuran satuan yang digunakan adalah dalam gram, dan jenis serat penguat adalah jenis serat Asiwung Raja.

### 4.2. Data Hasil Pengujian Spesimen

Data Hasil Pengujian Spesimen diambil dari pengujian material di laboratorium. Pengujian kuat tekuk (*bending*) dan uji impak komposit lamina ini dilakukan pada Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Dengan mengacu pada standar ASTM D-790 untuk uji tekuk pada komposit lamina dan ASTM D-256 untuk uji impak metode charpy pada material komposit mengenai metode pengujian kuat material komposit di Laboratorium.

#### 4.2.1. Pengujian Tekuk

Pada data hasil pengujian tekuk (*bending test*) diambil dari sample hasil yang menunjukkan besarnya harga gaya beban max saat menekuk. Pengujian tekuk tersebut didapatkan nilai beban

maksimal yang dapat diterima oleh material ( $\rho_{max}$ ) dan kuat tekan ( $N/mm^2$ ).



**Gambar 5.** Spesimen uji tekuk sebelum dan sesudah di lakukan pengujian

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan data yang didapat pada saat pengujian tekuk sebagai berikut:

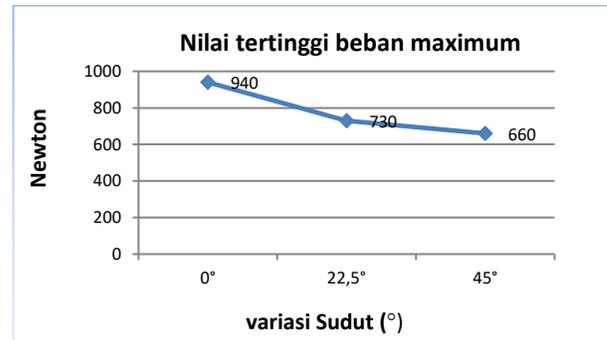
**Tabel 3.** Tabel hasil pengujian *bending*

No	t (mm)	b (mm)	W (mm)	Ls (mm)	$\rho$ beban (N)	$\sigma fs$ Kuat Tekan (Mpa)	MoE Elastisitas (Mpa)
0.00°	15.71	30.04	450.60	250	940	47.55	2921.72
22.50°	14.78	30.10	451.50	250	730	41.63	2343.63
45.00°	14.22	30.08	451.20	250	660	40.69	2044.42

Keterangan :

- t = Tebal spesimen
- b = Lebar spesimen
- W = Luas penampang spesimen
- Ls = Jarak antara dua penumpu
- $\rho$  = Tegangan lentur maksimal
- MoE = Modulus Elastisitas

Dari Tabel 3, dapat diketahui nilai kekuatan beban maksimal ( $\rho_{max}$ ) yang dapat diterima oleh tiap-tiap varian material komposit sebagai berikut :

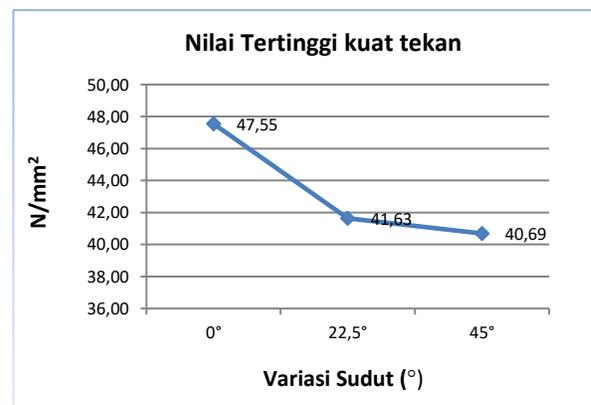


**Gambar 6.** Nilai tertinggi beban maximum uji tekuk

Dari Gambar 6, diketahui nilai kekuatan beban maksimal ( $\rho_{max}$ ) yang dapat diterima oleh tiap-tiap varian material komposit sebagai berikut :

- a. Komposit asiwung raja sudut  $0.00^\circ$  nilai  $\rho_{max}$  sebesar  $940 N/mm^2$ .
- b. Komposit asiwung raja sudut  $22.50^\circ$  nilai  $\rho_{max}$  sebesar  $730 N/mm^2$ .
- c. Komposit asiwung raja sudut  $45.00^\circ$  nilai  $\rho_{max}$  sebesar  $660 N/mm^2$ .

Sedangkan nilai tertinggi kuat tekan maksimal yang dapat diterima oleh tiap-tiap varian material komposit sebagai berikut :

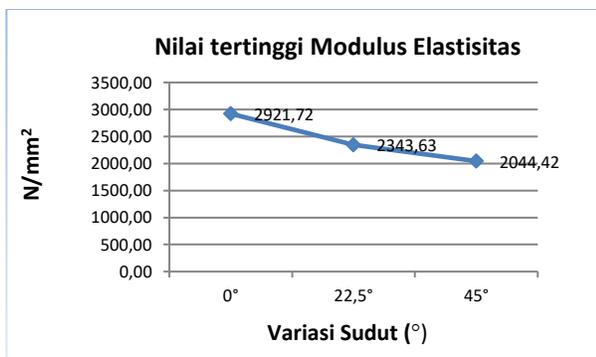


**Gambar 7.** Nilai tertinggi kuat tekan tiap sudut uji tekuk

Dari grafik yang ditunjukkan oleh gambar 7, dapat diketahui nilai tertinggi kuat tekan yang dapat diterima oleh tiap-tiap varian material komposit sebagai berikut :

- Komposit asiwung raja sudut  $0.00^\circ$  nilai tertinggi kuat tekan sebesar  $47.55 \text{ N/mm}^2$
- Komposit asiwung raja sudut  $22.50^\circ$  nilai tertinggi kuat tekan sebesar  $41.63 \text{ N/mm}^2$
- Komposit asiwung raja sudut  $45.00^\circ$  nilai tertinggi kuat tekan sebesar  $40.69 \text{ N/mm}^2$

Selain nilai kuat tekan, hal yang dapat dicari setelah diketahui nilai beban maksimal ( $\rho_{\max}$ ) adalah nilai modulus elastisitas (MoE). Nilai tertinggi modulus elastisitas dapat diketahui oleh tiap-tiap spesimen material komposit sebagai berikut :



**Gambar 8.** Nilai tertinggi modulus elastisitas tiap sudut

Dari grafik yang ditunjukkan oleh gambar 8, dapat diketahui nilai tertinggi modulus elastisitas yang dapat diterima oleh tiap-tiap varian material komposit sebagai berikut :

- Komposit asiwung raja sudut  $0.00^\circ$  nilai tertinggi modulus elastisitas sebesar  $2921.72 \text{ N/mm}^2$
- Komposit asiwung raja sudut  $22.50^\circ$  nilai tertinggi modulus elastisitas sebesar  $2343.63 \text{ N/mm}^2$
- Komposit asiwung raja sudut  $45.00^\circ$  nilai tertinggi modulus elastisitas sebesar  $2044.42 \text{ N/mm}^2$

#### 4.2.2. Pengujian Impak

Pada data hasil pengujian impak diambil dari sampel hasil pengujian yang hasilnya berupa grafik yang menunjukkan besar gaya patah pada saat beban pukul mematahkan spesimen. Berikut

merupakan table hasil perhitungan data yang didapat saat pengujian impak.



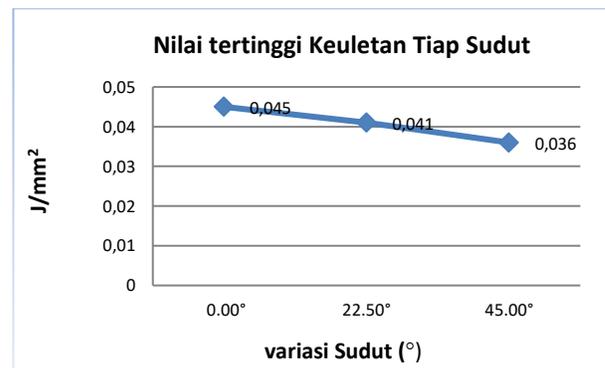
**Gambar 9.** Spesimen uji impak sebelum dan sesudah di lakukan pengujian

**Tabel 4.** Tabel hasil uji impak *charpy*

NO	t (mm)	b (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Sudut (β)	P (Joule)	Nilai Ulet (J/mm <sup>2</sup> )
0.00°	10.20	15.21	155.14	24.50	7.00	0.045
22.50°	10.37	10.37	150.68	25.25	6.10	0.041
45.00°	10.40	10.40	147.26	26.00	5.20	0.036

Keterangan :

- t = Tebal spesimen
- b = Lebar spesimen
- A = Luas penampang specimen
- Sudut β = sudut setelah *hammer* mematahkan specimen



**Gambar 10.** Nilai tertinggi keuletan tiap sudut uji impak

Hasil yang didapat dari pengujian impak menunjukkan bahwa nilai tertinggi keuletan impak ( $\text{J/mm}^2$ ) pada nilai tertinggi varian komposit lamina, seperti yang ditunjukan pada gambar 10 diatas adalah:

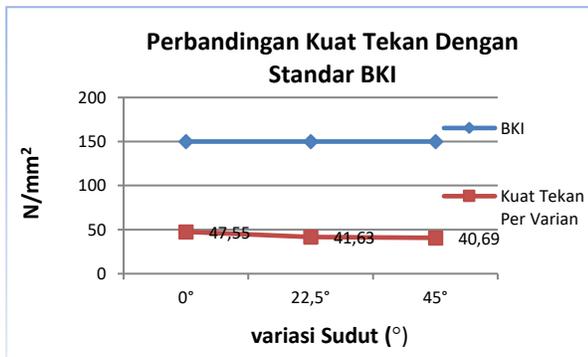
- Komposit asiwung raja sudut  $0.00^\circ$  nilai tertinggi keuletan impak sebesar  $0.045 \text{ J/mm}^2$

- b. Komposit asiwung raja sudut 22.50° nilai tertinggi keuletan impak sebesar 0.041 J/mm<sup>2</sup>
- c. Komposit asiwung raja sudut 45.00° nilai tertinggi keuletan impak sebesar 0.036 J/mm<sup>2</sup>

**4.2.3. Perbandingan Hasil Uji Terhadap Peraturan BKI**

Pada *Rules And Regulation For The Classification And Construction For Ship Of Fiberglass Reinforced Plastic*, Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), section 1.3.4.1 menyatakan bahwa untuk kapal kapal FRP dengan bahan penguat fiberglass yang diisi oleh serat penguat baik itu dengan proses *hand lay up* dan lain sebagainya harus memiliki standar kekuatan kuat tekan sebesar 150 N/mm<sup>2</sup> dan modulus elastisitas minimal sebesar 6860 N/mm<sup>2</sup>.

Dalam aturan BKI diatas, hanya ditentukan persyaratan material komposit berdasarkan hasil uji tekuk (*bending test*), sehingga hasil uji impak hanya memberikan info tentang kekuatan material terhadap energi impak. Berdasarkan persyaratan BKI seperti yang telah disebutkan diatas dan membandingkan nilai hasil uji tekuk dan masing-masing variasi komposit lamina, dapat dilihat pada gambar 11 dan gambar 12 dibawah



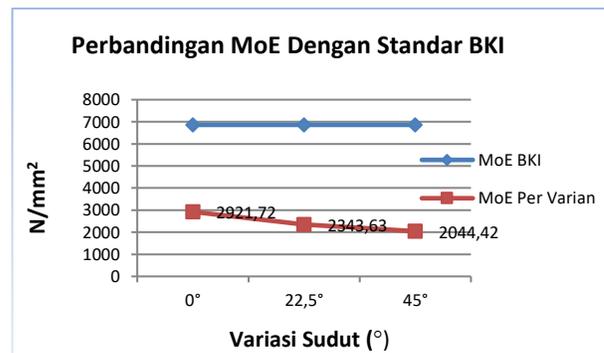
**Gambar 11.** Perbandingan kuat tekan tiap sudut dengan rules bki

Mengacu pada persyaratan BKI dan membandingkan nilai hasil uji tekuk dari masing masing variasi komposit lamina dapat dilihat pada gambar bahwa seluruh variasi komposit

lamina tidak ada yang memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan BKI.

Hasil pada varian komposit lamina pada nilai tertinggi specimen uji, seperti yang ditunjukkan pada gambar 11 diatas adalah :

- a. Untuk komposit asiwung raja sudut 0.00°, selisih kuat tekannya 102.45 N/mm<sup>2</sup> atau 68.30 % lebih kecil dari standar BKI
- b. Untuk komposit asiwung raja sudut 22.50°, selisih kuat tekannya 108.37 N/mm<sup>2</sup> atau 72.25 % lebih kecil standar dari BKI
- c. Untuk komposit asiwung raja sudut 45.00°, selisih kuat tekannya 109.31 N/mm<sup>2</sup> atau 72.87 % lebih kecil standar dari BKI



**Gambar 12.** Perbandingan modulus elastisitas tiap sudut dengan rules BKI

Mengacu pada persyaratan BKI dan membandingkan nilai modulus elastisitas hasil uji tekuk dari masing masing variasi komposit lamina dapat dilihat pada gambar bahwa seluruh variasi komposit lamina tidak ada yang memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan BKI.

Hasil pada varian komposit lamina pada nilai tertinggi specimen uji, seperti yang ditunjukkan pada gambar 12 diatas adalah :

- a. Untuk komposit asiwung raja sudut 0.00°, modulus elastisitasnya selisih 3938.28 N/mm<sup>2</sup> atau 57.40 % lebih kecil dari standar BKI
- b. Untuk komposit asiwung raja sudut 22.50°, modulus elastisitasnya selisih 4516.37 N/mm<sup>2</sup> atau 65,84 % lebih kecil dari standar BKI

- c. Untuk komposit asiwung raja sudut  $45.00^\circ$ , modulus elastisitasnya selisih  $4815.58 \text{ N/mm}^2$  atau  $70,20 \%$  lebih kecil dari standar BKI

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan penulis maka dapat diambil beberapa kesimpulan pada akhir penulisan sebagai berikut :

1. Hasil dari uji tekuk dan impak pada seluruh varian material komposit sandwich yaitu, varian dengan sudut  $0.00^\circ$  menghasilkan kekuatan tertinggi dengan nilai kuat tekuk sebesar  $47.55 \text{ N/mm}^2$  modulus elastisitas sebesar  $2921.72 \text{ N/mm}^2$  dan keuletan impak sebesar  $0.045 \text{ J/mm}^2$  kemudian dari hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan syarat dari BKI, dari seluruh spesimen yang di uji tidak ada yang memenuhi persyaratan minimal BKI kuat tekan dan modulus elastisitas uji tekuk.
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan diketahui bahwa arah sudut serat daun asiwung raja mempengaruhi besar kecilnya kuat tekuk dan modulus elastisitas semakin kecil sudut variasi yang di uji semakin besar nilai kuat tekuk dan modulus elastisitas nya begitupun sebaliknya semakin besar sudut variasi yang di uji semakin kecil nilai kuat tekuk dan modulus elastisitas nya. Kesimpulan tersebut dapat dilihat pada gambar grafik 7 dan 8 dengan nilai kuat tekan sudut  $0^\circ$  sebesar  $47.55 \text{ N/mm}^2$  sudut  $22.5^\circ$  sebesar  $41.63 \text{ N/mm}^2$  dan sudut  $45^\circ$  sebesar  $40.69 \text{ N/mm}^2$  kemudian nilai modulus elastisitas sudut  $0^\circ$  sebesar  $2921.72 \text{ N/mm}^2$  sudut  $22.5^\circ$  sebesar  $2343.63 \text{ N/mm}^2$  dan sudut  $45^\circ$  sebesar  $2044.42 \text{ N/mm}^2$

### 5.2. Saran

Dalam penelitian ini penulis merasa masih banyak kekurangan, untuk peneliti selanjutnya perlu mempertimbangkan hal – hal berikut :

1. Untuk pembuatan serat penguatnya disarankan harus lebih teliti memilih serat daun asiwung raja karena sulitnya mengeluarkan serat dari dalam Asiwung Raja tersebut menyebabkan ukuran serat yang berbeda – beda.

2. Untuk pembuatan spesimen uji ini masih dilakukan secara hand lay up sehingga perbedaan hasil uji nampak sangat drastis, ini disebabkan terjadi ketidak homogen nya campuran perbandingan antara serat dan resin sehingga untuk penelitian selanjut nya penulis menyarankan untuk melakukan pembuatan spesimen kepada pekerja yang sudah berpengalaman.
3. Pada penelitian ini hanya mengkaji orientasi arah serat saja, sehingga disarankan pada penelitian selanjutnya agar memperhitungkan mengenai presentase fraksi volume serat dan variasi serat (dianyam).
4. Dari kesimpulan di ketahui bahwa hasil dari pengujian cukup jauh dari standar klas BKI sehingga untuk penggunaan hasil jadi komposit ini di sarankan digunakan untuk pengganti komponen pada kapal misalnya kursi, meja, *furniture* dan panel-panel yang tidak begitu membutuhkan kekuatan yang besar.
5. Pada penelitian ini penulis hanya membandingkan hasil pengujian dengan klas BKI untuk penelitian selanjut nya penulis menyarankan untuk melakukan pengujian dengan menggunakan standar pengujian lain seperti JIZ, SNI serta klasifikasi lainnya seperti DNV, ABS, GL NK dan lain sebagainya.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2004. “Annual Book ASTM Standart”, USA.

Biro Klasifikasi Indonesia,1996.”Rules and Regulation for The Classification and Construction of Ships”

Ellyawan. 2008. Panduan Untuk Komposit. dipetik maret 2012 dari <http://www.ellyawan.dosen.akprind.ac.id>

Gibson, R. F. (1984). Pinsiple of Composite Material Mechanics. New York: Mc Graw Hill.

Hartono Yudo, Sukanto Jatmiko, 2008

“Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau dari Kekuatan Tarik dan Impak” Jurnal Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Kristanto, 2007 “Analisa Teknis dan Ekonomis Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik”. Tugas Akhir Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

K. Van Rijswijk, W.D Brouwer and A. Beukers, 2001 “Application of Natural Fibre Composites In The Development of Rural Societies”, Structures and Materials Laboratory, Faculty of Aerospace Engineering, Delft University of Technology

Sarjito Jokosisworo, 2009 “Pengaruh Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Terhadap Kekuatan Tarik dan Dan Tekuk” Jurnal Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro