

## KAJIAN PENERAPAN ATURAN KLASIFIKASI PADA LAMINASI STRUKTUR KONSTRUKSI LAMBUNG KAPAL IKAN *FIBERGLASS* 3 GT

### *Rules Implementation Study on Construction Structure Fiberglass Laminated 3 GT Fishing Boat*

Ismail Marzuki<sup>1</sup>, Achmad Zubaydi<sup>2</sup>, Buana Ma'ruf<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Pascasarjana, Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS, Surabaya dan Tenaga Pengajar  
Politeknik Negeri Bengkalis, Riau

<sup>2</sup>Fakultas Teknologi Kelautan, Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya

<sup>3</sup>Pusat Teknologi Rekayasa Industri Maritim, BPPT, Jakarta

Email: ismail\_mz@aknbenk.ac.id

Diterima: 5 Mei 2017; Direvisi: 15 Juni 2017; Disetujui: 24 Juli 2017

#### Abstrak

Material *fiberglass* masih menjadi alternatif dalam pembuatan kapal di Indonesia, hal ini terlihat dari banyaknya kapal ikan berbahan *fiberglass* pesanan KKP pada tahun 2016. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan sejauh mana penerapan aturan klasifikasi pada proses produksi pembangunan kapal ikan 3 GT dengan melakukan pengujian kuat tarik dan kuat tekuk terhadap spesimen laminasi kapal ikan FRP 3 GT yang diambil dari dua galangan yang sedang membangun kapal ikan pesanan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) tahun 2016, dimana proses pembangunannya mengacu pada persyaratan pengujian dalam Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) tahun 2015, yang memakai International Standard (ISO) 527-4 (1997) untuk uji tarik, dan ISO 14125 (1998) untuk uji bending. Spesimen yang akan diuji masing-masing diambil dari bagian lunas (*keel*), alas (*bottom*) dan sisi (*side*). Secara keseluruhan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah mengevaluasi dari laminasi struktur konstruksi yang pada penerapannya tidak memenuhi dari aturan klasifikasi dan juga memberikan alternatif susunan laminasi optimal untuk diterapkan dalam pembangunan kapal ikan 3 GT berbahan fiberglass. Penelitian ini juga nantinya dapat berkontribusi dalam penyusunan standarisasi untuk kapal-kapal fiber berukuran kecil.

**Kata kunci:** kapal ikan, *fiberglass*, uji tarik, uji *bending*, laminasi, standarisasi

#### Abstract

*Fiberglass material is still an alternative in shipbuilding on Indonesia, this is evident from the number of fiberglass fishing boats KKP orders in 2016. This study aims to conduct tinjauan extent to which the application of rules on the production process of construction of 3 GT fishing boat by testing the tensile strength And bend test of FRP 3 GT fishing laminate specimens taken from two shipyards that are building fishing boat Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) order on 2016, where the buid process refers to the testing requirements in the Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2015, which uses International Standard (ISO) 527-4 (1997) for tensile tests, and ISO 14125 (1998) for bending tests. The specimens to be tested are taken from keel, bottom and side. Overall the results obtained in this study are evaluating the lamination of construction structures which in the application does not meet from the rules of classification and also provides an optimal alterbatif lamination arrangement to be applied in the construction of 3 GT fiberglass fishing boat. This research will also be able to contribute in standardization for small fiber ships.*

**Keywords:** fishing vessel, fiberglass, tensile strength, bending test, laminate, standardization

## PENDAHULUAN

Penggunaan material komposit khususnya *fiberglass* sudah tidak asing lagi dipakai dalam industri perkapalan di Indonesia. Material *fiberglass* masih menjadi pilihan utama untuk kapal-kapal nelayan, karena regulasi di Indonesia sudah tidak membenarkan penggunaan bahan baku kayu sebagai bahan dasar pembuatan kapal, sehingga material *fiberglass* menjadi pilihan utama selain aluminium dan baja.

Beberapa kajian seperti yang dilakukan Ma'ruf (2013) meneliti konstruksi lambung kapal *fiberglass* sebagai acuan standarisasi kapal *fiberglass* yang beroperasi di wilayah kepulauan Indonesia, agar kapal-kapal jenis ini memiliki standar mutu yang baik sehingga dapat menjamin keselamatan dilaut.

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Republik Indonesia pada tahun 2016 membangun kapal perikanan sebanyak 3450 unit yang dibagi dalam 5 kelompok ukuran yaitu : 3 GT, 5 GT, 10 GT, 20 GT dan 30 GT semuanya berbahan dasar *fiberglass*. Kapal-kapal ini nantinya akan dibangun didalam negeri dan akan selesai pada tahun 2016 (Ma'ruf dan Farief, 2016).

Kapal-kapal ini dalam proses pembangunannya mengacu pada BKI *Rules of Fiberglass Reinforced Plastic Ship 2016 Edition dan Guide for FRP and Wooden Fishing Vessel up to 24 Meter, 2015 Edition*, berlaku untuk kapal-kapal dibawah 24 meter dan dibangun pada galangan-galangan lokal khususnya galangan *fiberglass*.

Penelitian ini nantinya akan melihat sejauh mana penerapan aturan klas yang ada untuk memperoleh struktur konstruksi lambung kapal yang kuat sesuai dengan standarisasi dan aturan yang ada. Pelaksanaan laminasi lambung kapal *fiberglass* sampai saat ini masih menjadi tumpuan khusus baik dari kalangan praktisi maupun akademis dimana ketebalan lapisan laminasi belum menjamin bahwa sebuah konstruksi lambung kapal *fiberglass* akan kuat. Maka dari itu kerawanan pada bagian konstruksi lambung merupakan masalah teknologi yang harus dicarikan solusinya.

## TINJAUAN PUSTAKA

*Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)* adalah bahan heterogen, terdiri dari resin *thermosetting* sebagai matriks dan bahan penguat (BKI, 2015).

Kajian berkaitan material komposit *fiberglass* telah banyak diteliti, seperti Ma'ruf (2011) dalam

penelitiannya menyebutkan kapal berbahan *fiberglass* atau *Fiberglass Reinforced Plastics (FRP)* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan kapal baja atau aluminium, khususnya untuk operasional di wilayah pantai.

Dalam penelitiannya Ma'ruf mengambil masing masing 7 sample untuk uji tarik dan 7 sample untuk uji bending. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa nilai kuat tarik minimum yang diperoleh sebesar 75 Mpa dan nilai maksimum 370 Mpa untuk uji tarik. Pengujian ini mengambil spesimen laminasi lambung kapal yang dibangun di tujuh galangan dalam negeri dan memberikan indikasi bahwa, sekitar 30% lambung kapal berbahan *fiberglass* yang dibangun/beroperasi tidak memenuhi persyaratan konstruksi menurut Rules BKI. Penelitian tersebut juga menyarankan perlunya pengujian spesimen yang khusus dibuat dengan bahan dan proses laminasi secara terkontrol sesuai *rules* tersebut, dalam rangka standarisasi laminasi lambung kapal berbahan serat gelas (*fiberglass*) di Indonesia.

Selain penelitian tersebut diatas pada tahun berikutnya Ma'ruf (2013) melanjutkan penelitian tentang material serat gelas *multiaxial*, dimana dari hasil penelitiannya serat ini memiliki kuat tarik dan kuat tekuk yang lebih tinggi dibandingkan dengan material konvensional. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis resin yang berbeda yang umum digunakan di galangan kapal. Spesimen pengujian diperoleh 80 buah spesimen untuk uji tarik dengan dua variasi susunan laminasi 00 dan 900, sementara untuk uji tekuk ada 48 buah spesimen.

Pembuatan dan pengujian spesimen dilakukan sesuai aturan BKI 2006 (*Rule for Non-metallic Materials*) di mana aturan ini mengacu pada Internasional Standar ISO 527-4 1997 untuk uji tarik dan ISO 14125 1998 untuk uji tekuk. Hasil dari penelitian ini dimana penggunaan 2 (dua) merek resin yang berbeda tidak memiliki perbedaan kuat tarik dan kuat tekuk yang signifikan. Perbedaan kekuatan yang signifikan justru didapat dari bahan serat yang digunakan. Penggunaan serat *multiaxial* menyerap resin lebih sedikit dibanding dengan serat WR dan mampu menghemat penggunaan resin 30 persen. Faktor lain yang mempengaruhi kekuatan laminasi *fiberglass*, antara lain: kondisi proses laminasi, peralatan kerja yang digunakan, keterampilan tenaga kerja, dan kondisi lingkungan tempat melakukan laminasi.

Kajian Penerapan Aturan Klasifikasi pada Laminasi Struktur Konstruksi Lambung Kapal Ikan Fiberglass 3 GT (Ismail Marzuki, Achmad Zubaydi, Buana Ma'ruf)

Kumar, dkk. (2013) melakukan kajian mengenai pengaruh susunan laminasi serat terhadap kekuatan tarik terhadap sembilan spesimen yang diuji, dengan variasi sudut yang berbeda, jenis pembebanan dan ketebalan spesimen dua variasi 10 mm dan 15 mm. Dari hasil pengujian yang dilakukan memperlihatkan bahwa variasi susunan laminasi arah 00 menunjukkan kekuatan tarik yang paling besar yaitu 262,00 Mpa dengan ketebalan spesimen 15 mm. Selanjutnya dengan ketebalan yang sama tetapi arah serat 400 menunjukkan hasil kekuatan tarik yang rendah yaitu 88.80 Mpa.

Ichsan dan Rifa'i (2015) Dalam penelitiannya yaitu mengetahui karakteristik kekuatan tarik komposit laminasi berpenguat serat *E-Glass* dan serat *Carbon* dengan matriks *polyester* dimana pengujian kekuatan tarik menggunakan standar ASTM D 3039-00. Hasil dari masing-masing variabel dianalisis secara statistika menggunakan SPSS. Berdasarkan hasil penelitian kekuatan tarik terbesar pada susunan lamina komposit serat *Carbon* dengan nilai 265,99 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah pada susunan lamina komposit serat *E-Glass Random* dengan nilai 115,01 MPa. Lamina komposit dengan serat *E-glass WR* dan serat Hibrid memiliki kekuatan yang hampir sama, masing-masing 196,30 MPa untuk serat *E-Glass WR* dan 198,25 MPa untuk serat hibrid. Dari hasil analisis statistika juga menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap jenis serat yang digunakan.

Chen. et. al (2017) melakukan penelitian untuk memahami sifat material *fiberglass*, dimana material jenis ini sering mengalami perlakuan beban dinamis, sehingga sangat perlu untuk mengkaji kekuatan laminasi material *fiberglass*. Pada penelitiannya didapat bahwa dampak dari sebuah benturan dengan kecepatan 1 -10 m/s pada sebuah struktur laminasi *fiberglass* dapat menyebabkan regangan antara 100 s-1 dan 1000 s-1.

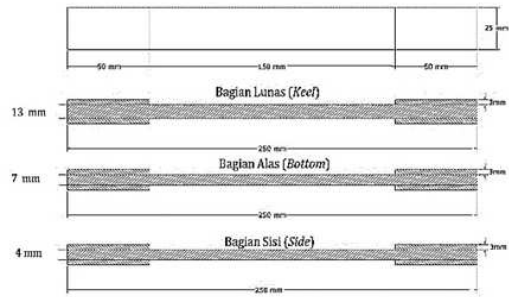
Dalam penelitian ini pengujian kuasi statis dan dinamis terhadap sifat laminasi *fiberglass* dilakukan pada 34 spesimen dengan ketebalan antara 12,9 ~ 13.1 mm serta kecepatan 0,1 ~ 500 mm/menit. Data pengujian menyebutkan kekuatan tarik semakin meningkat dengan kecepatan yang tinggi, hasil uji tarik yang maksimal diperoleh sebesar 319,02 Mpa.

**METODE PENELITIAN**

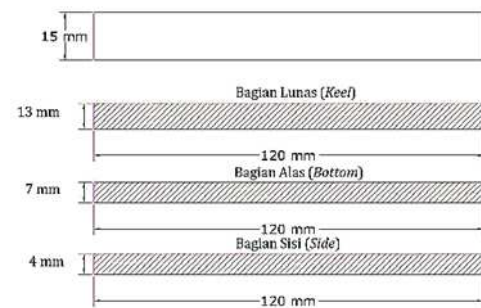
**Desain Spesimen Pengujian**

Sesuai aturan BKI 2015 maka spesimen uji didesain sedemikian rupa mengikuti kaedah atau

aturan yang telah di tetapkan, dapat dilihat pada gambar 1 dan 2 dibawah ini.

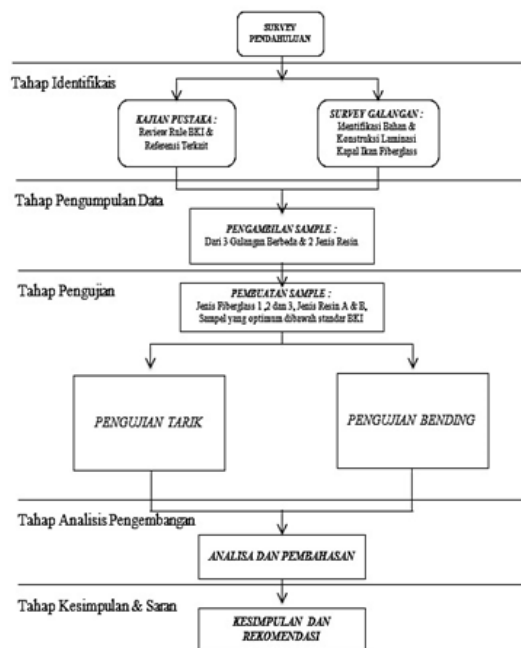


Gambar 1. Desain spesimen uji tarik (*tensile*)



Gambar 2. Desain spesimen uji tekuk

**Tahapan Penelitian**



Gambar 3. Skema penelitian

Tabel 1. Jumlah dan dimensi spesimen yang diuji

Jenis Pengujian	Kelompok Spesimen	Dimensi (mm)	Jumlah
Uji Tarik	Galangan A <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keel</li> <li>▪ Bottom</li> <li>▪ Side</li> </ul>	250 x 25 x 13	3 Bh
		250 x 25 x 7	3 Bh
		250 x 25 x 4	3 Bh
	Galangan B <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keel</li> <li>▪ Bottom</li> <li>▪ Side</li> </ul>	250 x 25 x 13	3 Bh
		250 x 25 x 7	3 Bh
		250 x 25 x 4	3 Bh
	Eksperimen <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keel</li> <li>▪ Bottom</li> <li>▪ Side</li> </ul>	250 x 25 x 9	3 Bh
		250 x 25 x 7	3 Bh
		250 x 25 x 5	3 Bh
Uji Bending	Galangan A <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keel</li> <li>▪ Bottom</li> <li>▪ Side</li> </ul>	120 x 15 x 13	3 Bh
		120 x 15 x 7	3 Bh
		120 x 15 x 4	3 Bh
	Galangan B <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keel</li> <li>▪ Bottom</li> <li>▪ Side</li> </ul>	120 x 15 x 13	3 Bh
		120 x 15 x 7	3 Bh
		120 x 15 x 4	3 Bh
	Eksperimen <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keel</li> <li>▪ Bottom</li> <li>▪ Side</li> </ul>	120 x 15 x 9	3 Bh
		120 x 15 x 7	3 Bh
		120 x 15 x 45	3 Bh

**Pembuatan Spesimen**

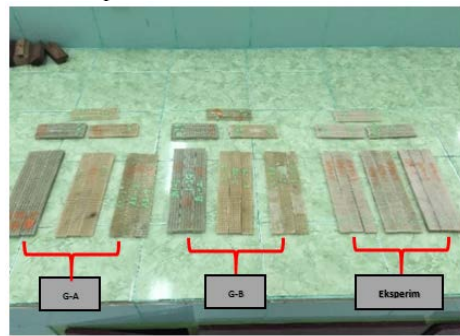
Sebelum pembuatan spesimen terlebih dahulu mempersiapkan peralatan dan bahan. Adapun peralatan yang digunakan yaitu satu unit timbangan digital, dua buah gelas takar masing-masing berukuran 100 ml dan 25 ml, mistar baja, roll baja, roll busa, satu unit mesin gerinda tangan dan jangka sorong. peralatan yang digunakan dalam kondisi baik dan berfungsi normal.



Gambar 4. Material (a) CMS dan (b) WR

Material FRP yang digunakan dalam pembuatan spesimen antara lain: *Mirror Glaze*, *Resin Yukalac 235*, Katalis, Serat *Woven Roving (WR)* dan Serat *Chopped Standart Mat (CMS)*. Bahan ini nantinya akan di olah menjadi spesimen yang sesuai atau menyerupai dengan susunan laminasi kapal ikan 3 GT yang dibangun. Jenis bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4 di atas ini.

Gambar 5 dibawah ini memperlihatkan masing-masing kelompok spesimen yang telah ditemper dan siap untuk dilakukan uji tarik dan uji bending. Proses pengujian dimulai dari spesimen G-A dilanjutkan dengan spesimen G-B serta terakhir spesimen Eksperimen.



Gambar 5. Spesimen siap uji

**Pelaksanaan Pengujian**

Pada proses pengujian menggunakan mesin *geotech GT-700-LC30* dengan kapasitas 1 ton sampai 22 ton. Selama proses pengujian data yang dihasilkan sudah dapat dilihat pada layar monitor yang sudah terhubung ke *server* komputer dan mesin tersebut, sehingga data dan grafik sudah bisa langsung dihasilkan dan di *print out*.



Gambar 6. Proses pengujian di laboratorium

Sesuai aturan BKI 2015, sebelum diuji sampel terlebih dahulu ditemper pada temperatur 40 derajat *celcius non-stop* selama 16 jam, atau 50 derajat *celcius non-stop* selama 9 jam, dengan alat pemanas yang

Kajian Penerapan Aturan Klasifikasi pada Laminasi Struktur Konstruksi Lambung Kapal Ikan Fiberglass 3 GT (Ismail Marzuki, Achmad Zubaydi, Buana Ma'ruf)

suahnya terkontrol. Setelah ditemper, dilakukan pengukuran luas penampang masing-masing sampel. Uji tarik (*tensile*) dan uji tekuk (*bending*) dilakukan hingga terjadi patah, sehingga diperoleh nilai kuat tarik [N/mm<sup>2</sup>] dan nilai kuat tekuk [N/mm<sup>2</sup>], sesuai beban maksimum (Kgf) yang dicapai.



Gambar 7. Proses *temper* dengan oven

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Hasil dan Identifikasi Lapangan**

Spesifikasi kapal ikan ukuran kurang dari 3 GT adalah petunjuk untuk membangun kapal ikan tipe lambung “V” jenis *Multi Purpose* dibangun dengan material bahan *Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)* yang digerakkan dengan 1 (satu) unit mesin penggerak *tempel/outboard* berbalung baling (LPSE KKP, 2016).

Tabel 2. Spesifikasi teknis laminasi konstruksi kapal

LAMINASI SCHEDULE			
Part	Material	La	yer
<b>I. Hull</b>			
1 Keel	G + M300 + 7 M450 + 6 WR800	14	
2 Bottom	G + M300 + 4 M450 + 3 WR800	8	
3 Shell	G + M300 + 3 M450 + 2 WR800	6	
<b>II. Deck</b>			
1 Deck Palka	G + M300 + 3 M450 + 2 WR800	6	
<b>III. Bulkhead</b>			
1 Single Skin	M300 + 2 M 450 + 2 WR800	5	
2 Stiffener	M300 + 2 M 450 + 2 WR800	5	
<b>IV. Frames</b>			
1 Transverse	M300 + 2 M450 + 2WR800	5	
2 Side Longitudinal	M300 + 2 M450 + 2 WR800	5	
3 Girders	M300 + 2 M450 + 2 WR800	5	
4 Floors Beams	M300 + 2 M450 + 2 WR800	5	
5 Transverse Beam	M300 + 2 M450 + WR800	4	
6 Longitudinal Beam	M300 + 2 M450 + WR800	4	

Keterangan : G (Geal Coat), M (Mat), WR (Woven Roving)

Bahan utama pembangunan kapal 3 GT ini adalah dari FRP (*Fiberglass Reinforced Plastic*) yang telah disertifikasi oleh klas BKI dimana konstruksi lambung kapal diperkuat dengan penguat-penguat membujur dan melintang yang terbuat dari

balok-balok/ frame *fiberglass* dengan isi *foam* dengan *density* 60 kg/m<sup>3</sup>. Material *fiberglass* yang di gunakan untuk kontruksi harus memiliki kekuatan uji tarik minimum 85 Mpa.

**Perhitungan Konstruksi**

Untuk mengetahui ketebalan laminasi material FRP tiap lapisan berdasarkan *Lloyd Register of Shipping* 1978 dapat dihitung sebagai berikut :

(a) *Chopped Strand Mat* 300 Gram

$$t = \left( \frac{w}{3072} \right) \times \left[ \left( \frac{2,56}{Gc} \right) - 1,36 \right] \quad (1)$$

dimana :

w = Berat *Mat* yang digunakan ( g/m<sup>2</sup> )  
= 450 g/m<sup>2</sup>

gc = Faktor pengali dari jenis serat yang dipakai  
= 0,34 untuk serat ( *Chopped Strand Mat* )

$$t = \left( \frac{300}{3072} \right) \times \left[ \left( \frac{2,56}{0,34} \right) - 1,36 \right] \\ = 0,6002 \text{ mm}$$

(b) *Chopped Strand Mat* 450 Gram

$$t = \left( \frac{w}{3072} \right) \times \left[ \left( \frac{2,56}{Gc} \right) - 1,36 \right] \quad (2)$$

dimana :

w = Berat *Mat* yang digunakan ( g/m<sup>2</sup> )  
= 450 g/m<sup>2</sup>

gc = Faktor pengali jenis serat yang dipakai  
= 0,34 untuk serat ( *Chopped Strand Mat* )

$$t = \left( \frac{450}{3072} \right) \times \left[ \left( \frac{2,56}{0,34} \right) - 1,36 \right] \\ = 0,90 \text{ mm}$$

(c) *Woven Roving* 600 gram

$$t = \left( \frac{w}{3072} \right) \times \left[ \left( \frac{2,56}{Gc} \right) - 1,36 \right] \quad (3)$$

dimana :

w = berat WR yang akan digunakan ( g/m<sup>2</sup> )  
= 600 g/m<sup>2</sup>

gc = Faktor pengali jenis serat yang dipakai  
= 0,5 untuk serat *Woven Roving* ( WR )

$$t = \left( \frac{600}{3072} \right) \times \left[ \left( \frac{2,56}{0,5} \right) - 1,36 \right] \\ = 0,73 \text{ mm}$$

(d) *Woven Roving* 800 gram

$$t = \left( \frac{w}{3072} \right) \times \left[ \left( \frac{2,56}{Gc} \right) - 1,36 \right] \quad (4)$$

dimana :

w = berat WR yang akan digunakan ( g/m<sup>2</sup> )  
= 800 g/m<sup>2</sup>

gc = Faktor pengali jenis serat yang dipakai  
= 0,5 untuk penguat *Woven Roving* ( WR )



$$t = \left( \frac{800}{3072} \right) \times \left[ \left( \frac{2,56}{0,5} \right) - 1,36 \right]$$

$$= 0,97 \text{ mm}$$

**Analisis Berat dan Jumlah Lapisan Laminasi**

Jika mengacu pada regulasi *Lloyd Register of Shipping* 1978 maka untuk penentuan perhitungan konstruksi lambung terlebih dahulu menentukan *speed length ratio* terlebih dahulu, untuk kapal ikan 3 GT yang sedang diteliti didapatkan data sebagai berikut :

$$V_{max} = 8 \text{ knot}$$

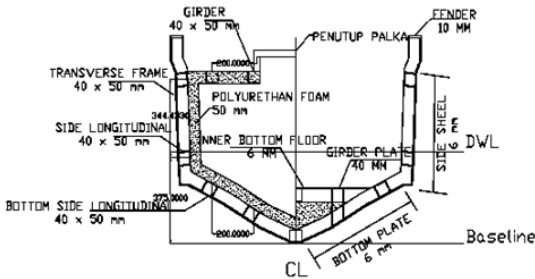
$$Lwl = 10,30 \text{ m}$$

$$= 2.5$$

$$\sqrt{\frac{V}{Lwl}} \quad (5)$$

Maka dapat dilihat dari tabel LR 1978 section 5 tabel 2.5.1 untuk motor carf diambil *Side Shell* = 2850 g/m<sup>2</sup>, *Bottom* = 3500 g/m<sup>2</sup> dengan jarak gading 400 mm.

Pada Gambar 8 dibawah ini menjelaskan bentuk dan bagian dari konstruksi lambung kapal ikan 3 GT.



Gambar 8. Potongan melintang kapal 3 GT

Tabel 3. Komposisi lapisan laminasi bagian alas (*bottom*)

Lapisan	Nama Lapisan	Jumlah Lapisan Sesuai Spesifikasi Teknis		Nama Lapisan	Jumlah Lapisan Eksperimen	
		Berat (g/m <sup>2</sup> )	Tebal (mm)		Berat (g/m <sup>2</sup> )	Tebal (mm)
1	Choped Strand Mat	300	0.63	Choped Strand Mat	300	0,63
2	Choped Strand Mat	450	0.9	Choped Strand Mat	300	0,63
3	Woven Roving	800	0.93	Woven Roving	600	0,73
4	Choped Strand Mat	450	0.9	Choped Strand Mat	300	0,63
5	Woven Roving	800	0.93	Woven Roving	600	0,73
6	Choped Strand Mat	450	0.9	Choped Strand Mat	300	0,63
7	Woven Roving	800	0.93	Woven Roving	600	0,73
8	Choped Strand Mat	450	0.9	Choped Strand Mat	300	0,63
9				Woven Roving	600	0,73
10				Choped Strand Mat	300	0,63
<b>Jumlah</b>		<b>4500</b>	<b>7.02</b>		<b>4200</b>	<b>6,70</b>

Tabel 4. Komposisi lapisan bagian lunas (*keel*)

Lapisan	Nama Lapisan	Jumlah Lapisan Sesuai Spesifikasi Teknis		Nama Lapisan	Jumlah Lapisan Setelah di Standarisasi	
		Berat (g/m <sup>2</sup> )	Tebal (mm)		Berat (g/m <sup>2</sup> )	Tebal (mm)
1	Choped Strand Mat	300	0.63	Choped Strand Mat	300	0,63
2	Choped Strand Mat	450	0.9	Woven Roving	600	0,73
3	Woven Roving	800	0.93	Woven Roving	600	0,73
4	Choped Strand Mat	450	0.9	Choped Strand Mat	300	0,63
5	Woven Roving	800	0.93	Woven Roving	600	0,73
6	Choped Strand Mat	450	0.9	Woven Roving	600	0,73
<b>Jumlah</b>		<b>3250</b>	<b>5.19</b>		<b>3000</b>	<b>4,20</b>

Tabel 5. Komposisi lapisan laminasi bagian sisi (*side*)

Lapisan	Nama Lapisan	Jumlah Lapisan Sesuai Spesifikasi Teknis		Jumlah Lapisan Eksperimen	
		Berat (g/m <sup>2</sup> )	Tebal (mm)	Berat (g/m <sup>2</sup> )	Tebal (mm)
1	Choped Strand Mat	300	0.63	300	0,6300
2	Choped Strand Mat	450	0.9	300	0,6300
3	Woven Roving	800	0.97	600	0,7300
4	Choped Strand Mat	450	0.9	300	0,6300
5	Woven Roving	800	0.97	600	0,7300
6	Choped Strand Mat	450	0.9	300	0,6300
7	Woven Roving	800	0.97	600	0,7300
8	Choped Strand Mat	450	0.9	300	0,6300
9	Woven Roving	800	0.97	600	0,7300
10	Choped Strand Mat	450	0.9	300	0,6300
11	Woven Roving	800	0.97	600	0,7300
12	Choped Strand Mat	450	0.9	300	0,6300
13	Woven Roving	800	0.97	600	0,7300
14	Choped Strand Mat	450	0.9		
<b>Jumlah</b>		<b>8250</b>	<b>12.75</b>	<b>5700</b>	<b>8,790</b>

**Hasil Pengujian**



Gambar 9. Bentuk dari hasil pengujian (a) uji tarik dan (b) uji bending

Pada Gambar 9 diatas terlihat hasil spesimen hasil uji tarik yang telah mengalami perubahan bentuk dari kondisi awalnya. Dan juga spesimen hasil uji bending mengalami deformasi.

Selain itu, hal lain yang perlu diperhatikan dalam pengujian adalah penempatan posisi spesimen saat diuji sangat mempengaruhi hasil pengujian. Pada Tabel 7 berisi informasi dari seluruh spesimen yang

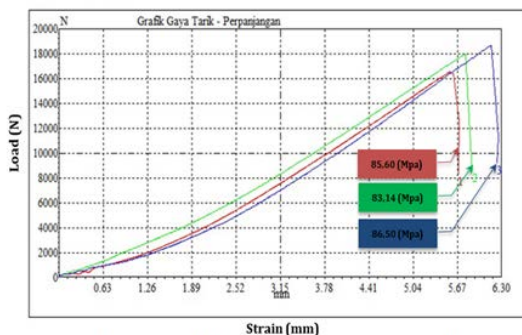
Kajian Penerapan Aturan Klasifikasi pada Laminasi Struktur Konstruksi Lambung Kapal Ikan Fiberglass 3 GT (Ismail Marzuki, Achmad Zubaydi, Buana Ma'ruf)

telah diuji, nilai dari setiap spesimen akan dikelompokkan berdasarkan galangan dan ketebalan dari masing-masing spesimen.

Tabel 6. Data hasil pengujian tarik

Uraian	Spesi men	Tebal (mm)	Beban (N)	Regangan (mm)	Tegangan (Mpa)
<b>Galangan A</b>					
Lunas (Keel)	1	13	46370,50	10,70	214,68
	2	13	42421,87	11,50	190,40
	3	13	48254,22	11,00	223,40
<b>Rata-rata</b>					<b>211,49</b>
Alas (Bottom)	1	7	26495,41	6,39	112,66
	2	7	26691,98	6,90	123,57
	3	7	27233,18	6,47	126,08
<b>Rata-rata</b>					<b>124,10</b>
Sisi (Side)	1	4	8593,75	4,20	39,79
	2	4	13559,02	4,54	62,77
	3	4	19442,90	4,95	90,01
<b>Rata-rata</b>					<b>64,19</b>
<b>Galangan B</b>					
Lunas (Keel)	1	13	46685,72	10,80	216,03
	2	13	48207,68	10,70	223,18
	3	13	46183,22	10,60	214,42
<b>Rata-rata</b>					<b>225,71</b>
Alas (Bottom)	1	7	26400,52	7,20	122,22
	2	7	26931,35	6,23	124,68
	3	7	26407,38	7,15	122,26
<b>Rata-rata</b>					<b>123,05</b>
Sisi (Side)	1	4	15594,08	5,10	72,19
	2	4	18464,28	4,95	85,48
	3	4	18851,95	5,62	87,28
<b>Rata-rata</b>					<b>81,65</b>
<b>Eksperimen</b>					
Lunas (Keel)	1	9	37453,62	8,35	173,40
	2	9	34425,03	8,52	159,38
	3	9	29715,74	8,40	147,57
<b>Rata-rata</b>					<b>156,78</b>
Alas (Bottom)	1	7	18579,31	5,62	87,50
	2	7	19418,71	5,80	91,38
	3	7	18542,07	5,40	87,32
<b>Rata-rata</b>					<b>88,73</b>
Sisi (Side)	1	5	18524,96	5,60	86,50
	2	5	17958,96	5,72	83,14
	3	5	18686,61	6,00	86,51
<b>Rata-rata</b>					<b>85,38</b>

Dari hasil pengujian tersebut diatas, terlihat bahwa nilai kekuatan tarik yang diperoleh memperlihatkan adanya perbedaan dari setiap spesimen yang di uji. Nilai minimum kekuatan tarik yang ditetapkan BKI adalah 85 Mpa, atrinya data tersebut diatas menunjukkan bahwa jika rata-rata nilai kuat tarik di bagian sisi (*side*) dari galangan A dan B tidak memenuhi. Sementara itu pengujian hasil eksperimen dengan komposisi material yang berbeda memenuhi standar minimal yang telah ditetapkan.



Gambar 10. Grafik tegangan regangan spesimen eksperimen bagian sisi

Bila mencermati hasil pengujian tersebut diatas mengindikasikan bahwa tebal material *fiberglass* tidak menjamin nilai kekuatan tariknya lebih tinggi, tetapi jenis dan susunan laminasi yang mempengaruhi kekuatan tarik dari material *fiberglass*. Seperti pada data galangan C bila dibandingkan antara spesimen 1 bagian alas nilai kuat tariknya 87, 50 Mpa sementara pada spesimen 1 di bageian sisi nilainya 86,50 Mpa dimana selisih tebal dari masing masing spesimen adalah 2 mm.

Hasil pengujian kekuatan tarik rata-rata dari setiap spesimen di setiap galangan, tebal masing-masing spesimen menunjukkan bagian lambung kapala yaitu bagian lunas (*keel*) 13 mm, bagian alas (*bottom*) 7 mm dan bagian sisi (*side*) 4 mm. Sementara itu untuk spesimen pembanding bagian lunas 9 mm, bagian alas 7 mm dan bagian sisi 5 mm. Untuk spesimen yang telah di standarisasi seluruhnya memenuhi persyaratan baik konstruksi lambung bagian lunas (*keel*), alas (*bottom*) dan sisi (*side*). Maka dari itu perlu adanya perubahan spesifikasi lambung kapal ikan 3 GT pada bagian sisi (*side*) agar konstruksinya semakin baik dan aman pada saat di fungsikan.

Tabel 7. Data hasil pengujian *bending*

Uraian	Spesi men	Tebal (mm)	Beban (N)	Jarak Temp uan (mm)	Deform asi (mm)	Tegangan Lengkung (Mpa)
<b>Galangan A</b>						
Lunas	1	13	4919,88	100	6,66	291,12
	2	13	4264,34	100	4,25	252,33
	3	13	4490,68	100	4,13	265,72
<b>Rata-rata</b>					<b>5,01</b>	<b>269,72</b>
Alas	1	7	1153,730	100	6,02	235,46
	2	7	1033,88	100	5,53	211,00
	3	7	1344,38	100	5,46	274,36
<b>Rata-rata</b>					<b>5,67</b>	<b>249,27</b>
Sisi	1	4	413,500	100	7,74	258,44
	2	4	505,56	100	7,54	315,98
	3	4	246,86	100	3,78	154,29
<b>Rata-rata</b>					<b>6,35</b>	<b>242,90</b>
<b>Galangan B</b>						
Lunas	1	13	3479,52	100	4,71	205,89
	2	13	4023,13	100	5,17	238,06
	3	13	4447,63	100	4,94	263,17
<b>Rata-rata</b>					<b>4,94</b>	<b>235,71</b>
Alas	1	7	1120,900	100	4,73	228,76
	2	7	1180,06	100	6,38	240,83
	3	7	1437,94	100	5,94	293,46
<b>Rata-rata</b>					<b>5,68</b>	<b>254,35</b>
Sisi	1	4	467,280	100	12,78	292,05
	2	4	505,36	100	6,61	315,85
	3	4	423,50	100	7,05	264,74
<b>Rata-rata</b>					<b>8,81</b>	<b>290,88</b>
<b>Eksperimen</b>						
Lunas	1	9	2412,1	100	3,85	297,79
	2	9	1941,21	100	3,35	239,66
	3	9	1621,38	100	2,21	200,17
<b>Rata-rata</b>					<b>3,14</b>	<b>245,87</b>
Alas	1	7	1271,48	100	4,81	259,48
	2	7	1178,7	100	4,52	240,55
	3	7	1288,57	100	4,9	262,97
<b>Rata-rata</b>					<b>4,74</b>	<b>254,33</b>
Sisi	1	5	720,380	100	4,67	288,15
	2	5	768,39	100	5,42	307,36
	3	5	768,8	100	5,31	307,52
<b>Rata-rata</b>					<b>5,13</b>	<b>301,01</b>

Hasil uji *bending* yang diambil dari jenis laminasi sesuai spesifikasi teknis yang diperoleh dari galangan,

memperlihatkan nilai uji *bending* yang cukup variatif, semakin tipis material menunjukkan nilai tegangan lentur yang semakin tinggi. Terlihat dari nilai rata-rata dari tegangan lengkung yang mengalami kenaikan di bagian sisi lambung kapal *fiberglass* sebesar 301,01 Mpa seperti terlihat pada Tabel 8 di atas ini.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini bahwa aturan klasifikasi BKI telah diterapkan sepenuhnya di galangan, baik itu material, susunan laminasi maupun konstruksi sepenuhnya merujuk pada ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) tahun 2015. Selain dari pada itu ada beberapa hasil pengujian dibagian sisi (*side*) lambung kapal ikan 3 GT yang diambil dari dua galangan yaitu galangan A dan B tidak memenuhi standar minimal uji tarik yang telah ditetapkan oleh BKI yaitu 85 Mpa, hasil analisis mendapati hal ini disebabkan oleh beberapa faktor pada saat pembuatan spesimen, pertama, faktor produksi atau pembuatan dapat disebabkan karena; (a) proses laminasi, (b) alat yang digunakan, (c) kemampuan tenaga kerja dan (d) kondisi ruangan tempat proses laminasi apakah terkena matahari langsung atau tidak.

Dari hasil penelitian ini maka yang perlu dievaluasi dari konstruksi laminasi lambung kapal ikan 3 GT adalah dibagian sisi (*side*) karena bagian ini merupakan bagian yang rawan akan benturan baik itu saat kapal sedang berlabuh di dermaga maupun pada saat beroperasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ungkapan terima kasih penulis kepada pihak-pihak yang telah mendukung dalam proses penelitian ini diantaranya Bapak Anang selaku direktur PT. Anang Craftindo, Cilacap dan Bapak Wasanuddin selaku direktur CV. Berkah Laut, Cilacap yang telah memberi fasilitas selama penelitian, Saudara Oktovisnus, ST selaku asisten surveyor BKI selama penelitian banyak membantu. Tak lupa kepada pihak Politeknik Negeri Bengkulu yang telah memberikan fasilitas untuk pengujian spesimen dan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## DAFTAR PUSTAKA

- BKI. (2015). *Volume A Guidance For Frp And Wooden Fishing Vessel Up To 24 M 2015 Edition*. Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta.
- Chen, Wensu *et. Al.* (2017). *Quasi-static and dynamic tensile properties of fiberglass/epoxy laminate*

*Sheet, Journal of Construction and Building Materials, Science Direct* 143 (2017) 247–258.

- Ichsan, R Nur & Irfa'I M. Arif. (2015). Pengaruh Susunan Lamina Komposit Berpenguat Serat *E-Glass* dan Serat *Carbon* Terhadap Kekuatan Tarik dengan Matrik *Polyester*, *JTM*. Volume 03 Nomor 03 Tahun 2015, 32-39.
- Kumar, K. Vasantha. Dkk. (2013). *Effect of Angle Ply Orientation on Tensile Properties Of Bi Directional Woven Fabric Glass Epoxy Composite Laminate*, *International Jurnal of Computational Engineering Research*, Vol 03, Issue, 10.
- LR. (1978). *Glass Reinforced Plastic*, *Lloyd's Register of Shiping*, United Kingdom.
- Ma'ruf, B dan Farief. (2016) *Teknologi Pembuatan Kapal Berbahan Fiberglass*, SBU Marine, PT. Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta.
- Ma'ruf, B. (2013). Analisis Kekuatan Laminasi Lambung Kapal *Fiberglass* yang menggunakan Material *Multiaxial*, *Jurnal Standardisasi*, BSN, volume 16 nomor 1, Maret 2014: hal 77 – 84.
- Ma'ruf, B. (2011). Studi Standardisasi Konstruksi Laminasi Lambung Kapal *Fiberglass*. *Jurnal Standardisasi*, BSN, Vol. 13, No. 1 Tahun 2011:16-25.