



## Analisa Pengaruh Lapisan (*Layer*) Komposit Susunan Lurus Serat Daun Nanas Terhadap Sifat Mekanik Lambung Kapal

Sunaryo<sup>a,\*</sup>, Yazid Nurmajid<sup>b</sup>, Yuhelson<sup>c</sup>, Legisnal Hakim<sup>d</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Teknik mesin, Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru

### INFO ARTIKEL

Histori artikel:  
 Diajukan 7 Desember 2021  
 Diterima dalam bentuk revisi 1  
 Januari 2022  
 Diterima terbit 18 Januari 2022  
 Tersedia Online 19 Januari 2022

### ABSTRAK

Serat daun nanas belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengisi komposit. Serat daun nanas dimanfaatkan hanya terbatas untuk bahan baku tekstil dan kerajinan tangan. Di masa yang akan datang, material komposit dengan penguat serat daun nanas dapat dimanfaatkan di industri lainnya. Namun, serat daun nanas sebelum dimanfaatkan pada sektor industri tersebut maka perlu dilakukan pengujian pada material komposit berserat daun nanas dengan tujuan mengetahui kekuatan dari material komposit berpenguat serat daun nanas dengan 4 dan 5 lapisan (*layer*) jika menerima beban tarik dan *bending* untuk pembuatan kulit dalam lambung kapal. sesuai standar kekuatan mekanis yang disyaratkan/ diizinkan BKI, dengan metode eksperimen pembuatan material uji serat daun nanas dengan 4 dan 5 lapisan sesuai ASTM D-638-03, Kekuatan tarik mengalami peningkatan disetiap penambahan variasi susunan lapisan dengan nilai rata - rata peningkatan pada hasil uji tarik dari variasi 1 (satu) lapis hingga variasi 5 (lima) lapis = 14,61 N/mm<sup>2</sup> dan nilai rata - rata peningkatan pada modulus elastisitas dari variasi 1 (satu) lapis hingga variasi 5 (lima) lapis = 860,21 N/mm<sup>2</sup>. Kekuatan lentur mengalami peningkatan disetiap penambahan variasi susunan lapisan dengan nilai rata - rata peningkatan pada hasil uji *bending* dari variasi 1 (satu) lapis hingga variasi 5 (lima) lapis = 23,51 N/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** komposit; serat daun nanas; sifat mekanik; lambung kapal

### E – MAIL

sunaryo@umri.ac.id \*

### ABSTRACT

*Pineapple leaf fibre has not been widely used as composite filler. Pineapple leaf fibre is used only for textile raw materials and handicrafts. In the future, composite materials with pineapple leaf fibre reinforcement can be used in other industries. However, before using pineapple leaf fibre in the industrial sector, it is necessary to test the pineapple leaf fibre composite material with the aim of knowing the strength of the pineapple leaf fibre reinforced composite material with 4 and 5 layers if it receives tensile and bending loads for making inner skin. Hull. according to the standard of mechanical strength required/allowed by BKI, by experimental method of making pineapple leaf fibre test material with 4 and 5 layers according to ASTM D-638-03, Tensile strength increases with each addition of variations in layer arrangement with an average value of increase in test results tensile variation of 1 (one) layer to variation of 5 (five) layers = 14.61 N/mm<sup>2</sup> and the average value of the increase in the modulus of elasticity from variation of 1 (one) layer to variation of 5 (five) layers = 860.21 N/mm<sup>2</sup>. The flexural strength increased with each addition of the variation of the layer arrangement with the average value of the increase in the bending test results from a variation of 1 (one) layer to a variation of 5 (five) layers = 23.51 N/mm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** composite; pineapple leaf fibre; mechanical properties; hull

## I. PENDAHULUAN

Serat daun nanas merupakan salah satu sumber serat alam alternatif yang menjanjikan untuk dikembangkan dalam jangka panjang sebagai penguat pada material komposit. Serat daun nanas harganya relatif murah karena sumbernya banyak tersedia di berbagai daerah di Indonesia. Selain itu, serat daun nanas mempunyai sifat mekanik spesifik yang baik, sifat abrasif yang rendah dan ramah lingkungan[1] Serat daun nanas belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengisi komposit. Serat daun nanas dimanfaatkan hanya terbatas untuk bahan baku tekstil dan kerajinan tangan. Di masa yang akan datang kebutuhan body kapal sangat diharapkan yang tidak menimbulkan karat dan umur yang panjang, saat ini body kapal masih menggunakan bahan dasar kayu dan komposit lainnya, material komposit dengan penguat serat daun nanas dapat dimanfaatkan sebagai pengganti serat komposit lainnya.[2] Namun, serat daun nanas sebelum dimanfaatkan pada sektor industri tersebut maka perlu dilakukan pengujian pada material komposit berserat daun nanas. dari hasil pengujian tarik dan *bending* menunjukkan bahwa serat daun nanas dengan lapisan komposit anyam lurus dapat dijadikan alternatif pengganti serat sintetis sebagai penguat fiber. Selain itu, kekuatan dalam percobaan yang dilakukan untuk kekuatan tarik belum mencapai standar BKI sedangkan untuk kekuatan lentur sudah mencapai standar BKI, untuk itu masih sangat diperlukan penelitian lanjutan. Penggunaan fiber komposit pada penelitian ini (desain anyaman berlapis (*layer*), masih belum bisa digunakan sebagai *body* kapal berdasarkan standar BKI karena nilai kekuatan tariknya masih dibawah nilai standar, dan lapisan komposit susunan lurus yang terbaik pada uji Tarik adalah variasi dengan 3 lapis (*layer*) sebesar 32,06 Mpa dan lapisan komposit susunan lurus yang terbaik pada uji *bending* adalah variasi dengan 2 lapis (*layer*) sebesar 177,20 Mpa. Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain mengetahui kekuatan dari material komposit berpenguat serat daun nanas dengan 4 dan 5 lapisan (*layer*) jika menerima beban tarik dan *bending* untuk pembuatan kulit dalam lambung kapal. sesuai standar kekuatan mekanis yang disyaratkan/ diizinkan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) serta mengetahui pengaruh variasi susunan lurus serat terhadap kekuatan tarik

dan *bending* dari material komposit berpenguat serat daun nanas dengan 4 dan 5 lapisan (*layer*).[2]

## II. MATERIAL DAN METODE

### 2.1 Pemisahan Serat Daun nanas

Langkah-langkah pemisahan serat daun nanas adalah sebagai berikut :

1. Daun nanas diambil dari daerah Rimbo Panjang KM. 3 Kabupaten Kampar. Kemudian daun nanas disortir untuk mendapatkan serat daun nanas yang berkualitas. Serat yang bermutu baik dihasilkan dari daun yang sudah matang/tua dan panjang daun nanas yang biasanya diambil sekitar 4-6 lembar dari satu rumpun/pohon nanas dengan ukuran panjang daun sekitar 0,5 – 0,7 m.[3]



**Gambar 1.** Daun nanas yang sudah disortir

2. Selanjutnya daun nanas dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran lalu dimasukkan ke dalam mesin decorticator untuk dilakukan ekstraksi dengan penggilingan. Pada serat yang masih terdapat daging daun yang menempel, dapat dilakukan penyisiran (pembersihan daging daun dari serat). Untuk mempermudah pengerokan, maka setelah dilakukan penggilingan/ekstraksi, serat direndam terlebih dahulu dengan menggunakan air bersih sekitar 5 menit.



**Gambar 2.** Proses Ekstraksi daun nanas (penggilingan)

3. Proses pengerokan atau memisahkan sisa daging daun dengan serat dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau yang tumpul. Untuk mendapatkan serat yang bersih biasanya pengerokan bisa dilakukan sebanyak 5-7 kali.



**Gambar 3.** Proses Pengerokan Daun nanas

4. Proses pengeringan dilakukan dengan cara serat dijemur menggunakan sinar matahari selama satu hari (tergantung cuaca).



**Gambar 4.** Proses Pengeringan Serat nanas

### 2.2 Pengeringan Serat Daun nanas

Serat daun nanas yang masih basah dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari. Untuk mengetahui kadar air dari serat yang dikeringkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:[4]

$$\text{Kadar air serat} = \frac{\text{Berat serat daun yang dikeringkan}}{\text{Berat serat daun yang}} \times 100\%$$

### 2.3 Proses Alkali Serat

Pada penelitian ini serat yang digunakan sebagai penguat adalah serat daun nanas. Proses preparasi alkalisasi meliputi pembuatan larutan NaOH yaitu dengan menghitung perbandingan volume konsentrasi NaOH yang digunakan NaOH 5%. Proses alkalisasi serat sebagai berikut[5]

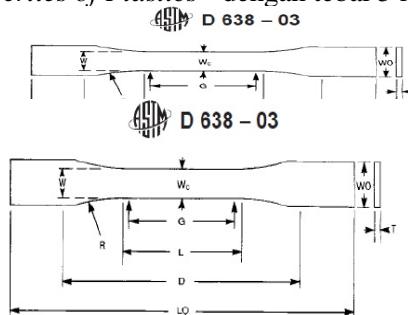
1. Serat daun nanas yang telah kering dan bersih direndam selama 2 jam dalam larutan NaOH 5%.
2. Pencucian serat dengan aquades sampai bersih.
3. Pengeringan serat pada temperature kamar selama 2 Jam.

### 2.4 Membuat Cetakan Komposit

Cetakan pada specimen uji ini menggunakan bahan dari kaca. Dengan dimensi

uji sebagai berikut :

1. Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM D-638 – 03 Geometri spesimen menurut ASTM D-638-03 "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics" dengan tebal 5 mm, ditur



**Gambar 5.** Dimensi spesimen Uji Tarik

2. Dimensi Spesimen Uji Bending ASTM D790-02 Geometri spesimen uji bending D790-02 "Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials"

### 2.5 Perhitungan Komposisi Komposit

Komposisi dari komposit yang digunakan adalah 30% serat daun nanas, 69% Resin Epoxy HQ EP 501R dan 1% Katalis Hardener. Perhitungan komposisi komposit dihitung berdasarkan perhitungan volume total cetakan. Dibawah ini adalah perhitungan yang dilakukan :[6]

1. Menghitung massa jenis serat  
Perhitungan massa jenis serat dilakukan dengan pendekatan membagi massa serat dengan volume serat, dengan asumsi :

$$\text{Massa jenis serat} = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}}$$

**Table 1.** Hasil perhitungan pendekatan massa jenis serat daun nanas

Massa (gram)	Leb (cm)	Teb (cm)	Panjang (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Massa jenis
56	12	0,4	17	73,44	0,76
58	12	0,38	17	77,52	0,75
<b>Rata – rata</b>				<b>77,52</b>	<b>0,74</b>

2. Menghitung volume cetakan

Perhitungan volume cetakan dilakukan dengan asumsi :

Volume cetakan= Volume komposit total

$$V_{cet} = V_{komp}$$

Maka volume komposit :

$$V_{komposit} = 12 \text{ cm} \times 17 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm} = 102 \text{ cm}^3$$

2. Menghitung volume serat daun nanas

Volume serat (  $V_{serat}$  ) = persentase serat x  $V_{komp}$

$$V_{serat} = 30\% \times V_{komp}$$

$$V_{serat} = 30\% \times 102 \text{ cm}^3 = 30,6 \text{ cm}^3$$

3. Massa serat berdasarkan volume serat

Perhitungan massa serat ( $m_{serat}$ ) =  $V_{serat}$  x massa jenis serat

$$\text{Maka massa serat ( } m_{serat} \text{ )} = 30,6 \text{ cm}^3 \times 0,74 \frac{\text{gram}}{\text{cm}^3} = 22,64 \text{ gram}$$

4. Menghitung volume matriks dan katalis

Perhitungan volume matriks (  $V_{matriks}$  ) = persentase matriks x  $V_{komp}$

$$V_{matriks} = 69\% \times 102 \text{ cm}^3$$

$$V_{matriks} = 70,38 \text{ cm}^3 = 70,38 \text{ ml}$$

Volume katalis (  $V_{katalis}$  ) = persentase katalis x  $V_{komp}$

$$V_{katalis} = 1\% \times 102 \text{ cm}^3$$

$$V_{katalis} = 1,02 \text{ cm}^3 = 1,02 \text{ ml}$$

2.6 Pembuatan Spesimen Komposit

Pembuatan spesimen uji ini dilakukan dengan metode *hand lay up* susunan lurus dengan langkah sebagai berikut:

1. Cetakan kaca dilapisi dengan wax secara merata agar spesimen yang dibuat mudah lepas dari cetakan.



**Gambar 6.** Cetakan dilapisi Wax

2. Mengukur volume resin sesuai dengan perbandingan volume serat penguat



**Gambar 7.** Menimbang Volume Resin

3. Katalis dicampurkan sebanyak 1 % dari volume resin, kemudian diaduk secara merata selama 2 menit dan didiamkan selama kurang lebih 4 menit agar gelembung udara bisa terlepas.



**Gambar 8.** Mencampurkan katalis dengan Resin

4. Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan kaca dan diratakan dengan menggunakan kuas atau rol cat.



**Gambar 9.** Meratakan resin di dalam cetakan

5. Meletakkan susunan lurus serat daun nanas sebagai layer diatas resin yang telah dituang ke dalam cetakan, kemudian di rol atau ditekan-tekan agar gelembung udara yang terperangkap dalam cetakan dapat keluar. Lalu didiamkan selama kurang lebih 15 menit.
6. Tuangkan sisa campuran resin dan katalis yang telah dibuat ke dalam cetakan, yang sudah ada anyaman serat daun nanasnya, lalu diratakan dengan kuas atau rol sambil ditekan-tekan hingga anyaman serat daun nanas terendam seluruhnya.



**Gambar 10.** Meratakan resin dengan serat daun nanas

7. Dan seterusnya dengan langkah yang sama sampai layer yang ditentukan.
8. Ada 3 cetakan yang akan dibuat yaitu cetakan dengan empat layer/lapisan dan cetakan

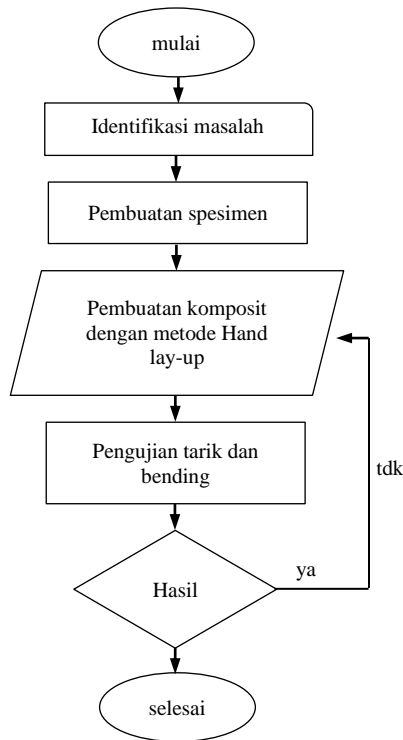


dengan lima layer/lapisan susunan lurus serat daun nanas.



Gambar 11. Spesimen uji tarik & uji bending

2.7 Alur Penelitian



Gambar 12. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data pengujian tarik

Dari hasil data pengujian spesimen uji tarik tersebut dapat dirata-ratakan sebagai berikut:

Tabel 2. Spesimen pengujian Tarik

No. Ben da Uji	Lap isan (Le yer)	L (m m)	ΔL (m m)	(σ) N/mm <sup>2</sup>	ε (m m)	E (N/mm <sup>2</sup> )	Rata 2 E (N/mm <sup>2</sup> )
1	4	165	2,72	54,12	0,0165	3283,0	
2	4	165	1,90	53,94	0,0169	3191,7	3259,05
3	4	165	3,10	54,82	0,0166	3302,4	
1	5	165	4,00	77,94	0,0178	4378,6	
2	5	165	2,62	76,83	0,0173	4441,0	4404,14
3	5	165	3,90	78,63	0,0179	4392,7	

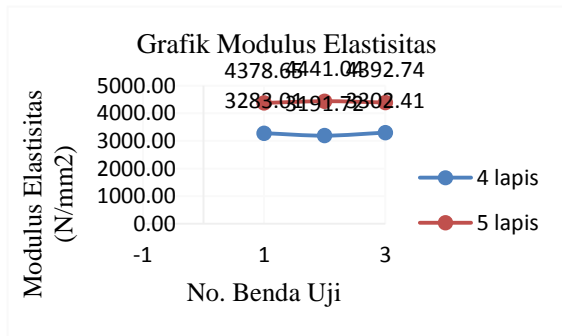
Besarnya regangan (ε) dan modulus elastisitas (E) pada pengujian Tarik dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

- Regangan  $\epsilon = \Delta L / L$  dimana :  
 $\Delta L$  = Pertambahan panjang ( mm )  
 $L$  = Panjang awal specimen ( mm )
- Modulus elastisitas  $E = \sigma / \epsilon$  dimana :  
 $E$  = modulus elastisitas tarik ( N/mm<sup>2</sup> )  
 $\sigma$  = kekuatan tarik ( N/mm<sup>2</sup> )  
 $\epsilon$  = regangan ( mm )

maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

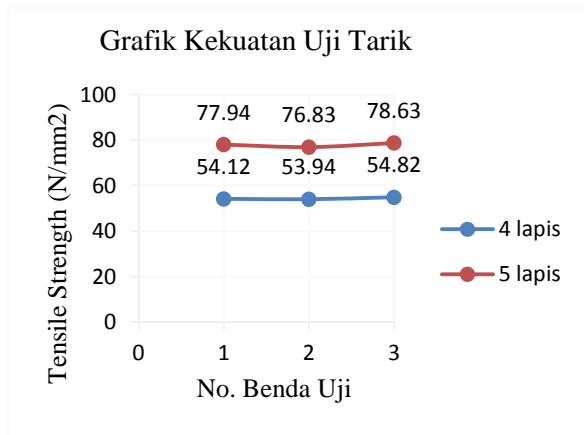
Table 3. Perhitungan Modulus Elastisitas Tegangan Tarik

No. Ben da Uji	Lap isan (Lay er)	Max Load (N)	Yield Point (N)	Yield Streng th (N/mm <sup>2</sup> )	Tensi Stren gth (σ)N/mm <sup>2</sup>	ΔL (mm)
1	4	4015,64	3986,13	35,57	54,12	2,72
1	2	2286,10	2230,68	34,76	53,94	1,90
	3	3487,67	3477,08	36,00	54,82	3,10
	1	4224,21	2207,90	51,43	77,94	4,00
2	2	3097,14	2275,21	50,82	76,83	2,62
	3	4935,50	4908,37	53,11	78,63	3,90



**Gambar 13.** Grafik modulus young

Gambar 12 grafik dideskripsikan kekuatan Tarik dari table 2 untuk masing-masing kekuatan uji Tarik dari variasi benda uji. Dari grafik tersebut kekuatan Tarik terkecil pada komposit serat daun nanas untuk variasi layer 4 (empat) lapis, nomor benda uji 2 sebesar 53,94 N/mm<sup>2</sup> dan variasi layer 5 (lima) lapis, nomor benda uji 3 sebesar 78,63 N/mm<sup>2</sup> memiliki kekuatan Tarik yang paling besar dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini juga menunjukkan bahwa variasi ketebalan lapisan serat berpengaruh pada besarnya kekuatan Tarik komposit serat daun nanas.



**Gambar 14.** Grafik Kekuatan Uji Tarik

Gambar 14 grafik dideskripsikan Modulus Elastisitas serat daun nanas dari data table 3 Pada grafik diatas menunjukkan bahwa modulus elastisitas terkecil pada komposit serat daun nanas dengan variasi layer 4 (empat) lapis, nomor benda uji 2 sebesar 3191,72 N/mm<sup>2</sup> dan variasi layer 5 (lima) lapis, nomor benda uji 2 sebesar 4441,04 N/mm<sup>2</sup> memiliki modulus elastisitas yang paling besar dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini juga menunjukkan bahwa variasi ketebalan lapisan serat berpengaruh pada besarnya modulus elastisitas komposit serat daun nanas.

### 3.2 Data pengujian Bending

**Tabel 4.** Data Hasil Uji Bending

No. benda Uji	Lapisan Layer	Dimensi			Max Load (N)	Rata-rata (N)
		Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)		
1	4	130	10	8	527,8	357,03
2	4	130	10	8	279,1	
3	4	130	10	8	264,0	
1	5	130	10	10	823,2	841,87
2	5	130	10	10	780,8	
3	5	130	10	10	921,5	

Dari data table 4 data hasil pengujian bending diambil dari benda uji hasilnya menunjukkan besarnya harga gaya beban max saat ditekuk. Dari beberapa benda uji tersebut maka dapat dibuat table dari beban maksimum ( max load ) pengujian bending

Tabel 4 *Max load* dari pengujian bending

Dari table 4 didapat harga gaya beban (P beban). Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan data yang didapat pada saat pengujian bending yang dikelompokkan berdasarkan variasi lapisan layer serat daun nanas. dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

Tegangan lentur  $\sigma = \frac{3PL}{2b.d^2}$  dimana :

$\sigma$  = Tegangan lentur (N/mm<sup>2</sup>)

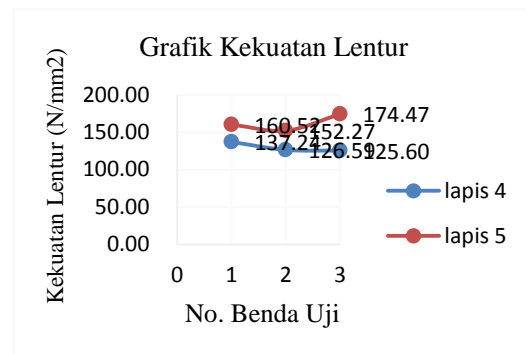
P = Beban / Load (N)

L = Panjang span (mm)

b = lebar batang uji (mm)

d = tebal batang uji (mm)

maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

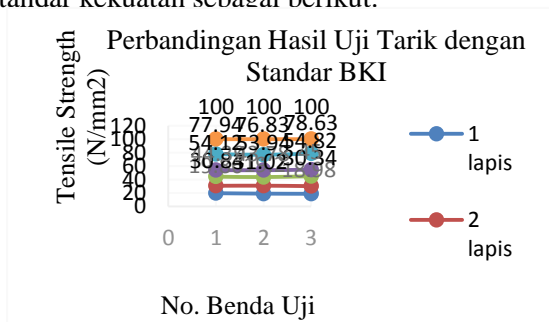


**Gambar 15.** Grafik Kekuatan Lentur (Bending)

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa kuat lentur terkecil pada komposit serat daun nanas dengan variasi layer 4 (empat) lapis, nomor benda uji 3 sebesar 125,60 N/mm<sup>2</sup> dan variasi layer 5 (lima) lapis, nomor benda uji 3 sebesar 174,47 N/mm<sup>2</sup> memiliki kuat lentur yang paling besar dibandingkan dengan variasi lainnya.

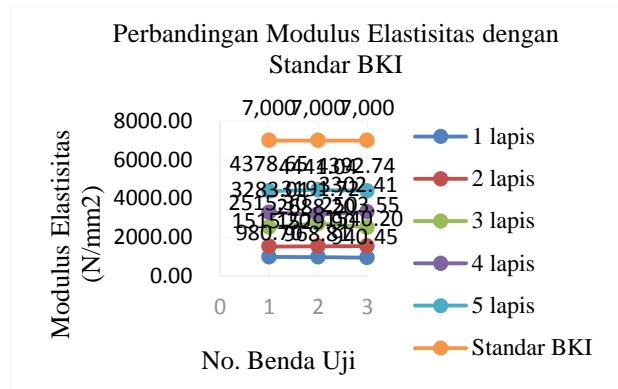
### 3.3 Perbandingan Hasil Uji Terhadap Standar BKI

Pada *rules and regulation for classification and construction of ship*, biro klasifikasi Indonesia. Besaran diisyaratkan sebagai berikut : Besaran yang diisyaratkan dalam peraturan ini khusus dispesifikasikan untuk kapal-kapal FRP dengan bahan penguat *fiberglass* diisi oleh serat penguat baik itu jenis *Mat* dan *Roving* harus memiliki standar kekuatan sebagai berikut:



**Gambar 16.** Perbandingan Modulus Elastisitas dengan standar BKI

Mengacu pada persyarataan BKI diatas dan membandingkan nilai hasil uji tarik dari masing-masing variasi layer dapat dilihat bahwa semua variasi tidak memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Biro Klasifikasi Indonesia. Sehingga material komposit dengan serat penguat serat daun nanas variasi susunan lurus lapisan satu, dua, tiga, empat & lima ( layer ) belum bisa digunakan pada bagian komponen konstruksi dari kapal fiberglass.



**Gambar 17.** Perbandingan Modulus Elastisitas dengan standar BKI

Mengacu pada persyaratan BKI diatas dan membandingkan nilai hasil uji bending dari masing-masing variasi lapisan (layer) serat dapat dilihat bahwa variasi lapisan 1 (satu), 2 (dua), 3 (tiga) dan 4 (empat) tidak memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Biro Klasifikasi Indonesia ( BKI ). Namun untuk variasi lapisan 5 (lima) memiliki nilai kekuatan lentur diatas standar persyaratan yang ditetapkan oleh BKI, yaitu nilai kekuatan lentur variasi lapisan 5 (lima) adalah nomor benda uji 1 = 160,52 N/mm<sup>2</sup>, nomor benda uji 2 = 152,27 N/mm<sup>2</sup> dan nomor benda uji 3 = 174,47 N/mm<sup>2</sup>. Sehingga material komposit dengan penguat serat daun nanas variasi susunan lurus 5 (lima) lapis dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk digunakan pada bagian komponen konstruksi dari kapal Fibergla

### 3.3 Perbandingan Uji Bending Mengacu pada hasil uji bending dari kelima variasi layer sebagai berikut :

**Tabel 5.** Perbandingan hasil pengujian bending dengan Standar BKI

No. Benda Uji	Lapisan (Layer)	Kekuatan Lentur (σ) (N/mm <sup>2</sup> )	Keterangan
1		68,20	Hasil uji wijaya (2020)
2	1	69,68	
3		67,30	
1		83,60	Hasil uji wijaya (2020)
2	2	84,63	
3		80,72	
1		110,42	Hasil uji wijaya (2020)
2	3	115,2	
3		105,66	
1		137,24	Hasil uji nurmajid (2021)
2	4	126,59	
3		125,60	
1		160,52	Hasil uji nurmajid (2021)
2	5	152,27	
3		174,47	
	Standar BKI	150	

Mengacu pada persyaratan BKI dan membandingkan nilai hasil uji bending dari masing-masing variasi lapisan dapat dijelaskan bahwa variasi lapisan 1 (satu), 2 (dua), 3 (tiga) dan 4 (empat) tidak memenuhi standar BKI dengan nilai yang harus dipenuhi =  $150 \text{ N/mm}^2$ . Namun untuk variasi lapisan 5 (lima) memiliki nilai kekuatan lentur diatas standar persyaratan yang ditetapkan oleh BKI dengan nilai yang harus dipenuhi =  $150 \text{ N/mm}^2$ , yaitu nilai kekuatan lentur variasi lapisan 5 (lima) nomor benda uji 1 =  $160,52 \text{ N/mm}^2$ , nomor benda uji 2 =  $152,27 \text{ N/mm}^2$  dan nomor benda uji 3 =  $174,47 \text{ N/mm}^2$ . Sehingga material komposit dengan penguat serat daun nanas variasi susunan lurus 5 (lima) lapis dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk digunakan pada bagian komponen konstruksi dari kapal *fiberglass*.

#### IV. KESIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat nilai kekuatan dalam percobaan ini untuk kekuatan tarik belum mencapai standar BKI sedangkan untuk kekuatan lentur sudah mencapai standar BKI, untuk itu masih sangat diperlukan diperlukan penelitian lanjutan dan dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu: Kekuatan tarik mengalami peningkatan disetiap penambahan variasi susunan lapisan dengan nilai rata - rata peningkatan pada hasil uji tarik dari variasi 1 (satu) lapis hingga variasi 5 (lima) lapis =  $14,61 \text{ N/mm}^2$  dan nilai rata - rata peningkatan pada modulus elastisitas dari variasi 1 (satu) lapis hingga variasi 5 (lima) lapis =  $860,21 \text{ N/mm}^2$ .

Kekuatan lentur mengalami peningkatan disetiap penambahan variasi susunan lapisan dengan nilai rata - rata peningkatan pada hasil uji bending dari variasi 1 (satu) lapis hingga variasi 5 (lima) lapis =  $23,51 \text{ N/mm}^2$ .

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada prodi teknik mesin yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk menulis artikel ini yang merupakan hasil penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Saidah and H. Wijanarko, “Studi Experimental Pengaruh Fraksi Massa dan Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berbahan Serat Nanas”, no. November, pp. 296–302, 2013.
- [2] J. C. Huwae and H. Santoso, “Laminasi Fiberglass Sebagai Alternatif Untuk Melindungi Konstruksi Lambung Kapal Kayu”, *Bul. Matric*, vol. 13, no. 2, pp. 29–33, 2016.
- [3] Syahrinal Anggi Daulay, et al, “Pengaruh Ukuran Partikel Dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas”, *J. Tek. Kim. USU*, vol. 3, no. 3, pp. 13–17, 2014, doi: 10.32734/jtk.v3i3.1628.
- [4] T. S. Hadi, et al, “Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact”, *J. Tek. Perkapalan*, vol. 4, no. 1, pp. 323–331, 2016.
- [5] F. M. Falah, “Pengaruh Jenis Polimer Dan Wt% Tembaga Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Material Komposit Tembaga/Polimer Sebagai Kandidat Material Peluru Frangible”, 2018.
- [6] P. D. Setyawan, et al, “Pengaruh orientasi Dan fraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyestertak Jenuh (Up)”, *Din. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 28–32, 2012, doi: 10.29303/d.v2i1.108.