

# ANALISA TEKNIS PENGGUNAAN SERAT DAUN NANAS SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN KOMPOSIT PEMBUATAN KULIT KAPAL DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK, BENDING DAN IMPACT

Teguh Sulistyio Hadi<sup>1</sup>, Sarjito Jokosisworo<sup>1</sup>, Parlindungan Manik<sup>1)</sup>  
Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia  
Email: [teguhadi35@gmail.com](mailto:teguhadi35@gmail.com)

## Abstrak

Serat daun nanas saat ini banyak digunakan dalam industri – industri mebel dan kerajinan rumah tangga (UKM) karena selain mudah didapat, murah, tidak membahayakan kesehatan, dapat mengurangi polusi lingkungan sehingga nantinya dengan pemanfaatan sebagai serat penguat komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan. Dari pertimbangan diatas maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan analisa teknis berupa kekuatan tarik, bending dan impact dari komposit berpenguat serat daun nanas dengan perlakuan pola anyaman variasi arah serat sudut bersilangan 0°, 11.25°, 22.50° dan 45°. Sebagai matriks resin *polyester*.

Dari hasil pengujian spesimen dilakukan analisa kekuatan tarik, bending dan impact kemudian dibandingkan dengan nilai yang di ijinakan oleh Biro Klasifikasi Indonesia sebagai tolak ukur standar ujinya. Pengujian komposit berpenguat serat daun nanas membandingkan arah serat sudut 0°, 11.25°, 22.50° dan 45°, perlakuan serat pola anyaman, fraksi volume 70% *matriks polyester* dan 30% serat daun nanas, dengan metode *hand lay up*, hasil pengujian didapat nilai kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit dengan arah sudut 45° rata – rata kuat tariknya 34.8 Mpa dan rata – rata modulus elastisitasnya 6088.16 Mpa, sedangkan nilai kekuatan uji *bending* tertinggi pada sudut 22.50° dengan nilai rata – rata 144.08 Mpa dan nilai uji *impact* tertinggi pada sudut 45° dengan nilai 0.0375 joule/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik, modulus elastisitas dan kekuatan uji *bending* tertinggi dari komposit berpenguat serat daun nanas belum dapat memenuhi ketentuan peraturan kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari BKI yang mempunyai nilai standar kekuatan tarik 100 Mpa, modulus elastisitas 7000 Mpa dan kekuatan bending 150 Mpa.

**Kata kunci:** serat daun nanas, metode *hand lay up*, *polyester* resin, tarik, *bending*, *impact*.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit. Perkembangan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri mulai menyulitkan bahan konvensional seperti logam untuk memenuhi keperluan aplikasi baru. Industri pembuatan pesawat terbang, perkapalan, mobil dan industri pengangkutan merupakan contoh industri yang sekarang mengaplikasikan bahan-bahan yang memiliki sifat berdensitas rendah, tahan karat, kuat, tahan terhadap keausan dan fatigue serta ekonomis sebagai bahan baku industrinya.[3]

Pengembangan industri komposit di Indonesia dengan mencari bahan komposit alternatif yang lain harus digalakkan, guna menunjang permintaan komposit di Indonesia yang semakin besar. Selama ini perkembangan komposit di Indonesia masih diarahkan dengan

bahan-bahan sumber daya alam *non renewable* (tidak dapat diperbarui kembali) yang berasal dari galian bumi seperti gelas, karbon, aramid. Untuk itu perlu dikembangkan bahan baku material penguat komposit yang ramah lingkungan, seperti *natural fibre*. Bahan komposit *natural fibre* banyak terdapat di Indonesia misalnya dengan pemanfaatan serat bambu, serat tebu, serat pisang, ijuk dsb. Bahan alternatif tersebut nantinya harus berorientasi pada harga yang murah, jumlah yang melimpah, kualitas yang tinggi serta ramah lingkungan.[8]

Dalam penelitian ini daun nanas diharapkan dapat menjadi bahan baku alternatif sebagai serat penguat komposit, karena memiliki potensi yang tinggi sebagai serat penguat. Pemanfaatan serat daun nanas sebagai serat penguat material komposit akan mempunyai arti yang sangat penting yaitu dari segi pemanfaatan limbah perkebunan tanaman nanas di Indonesia yang belum dioptimalkan dari segi ekonomi dan

pemanfaatan hasil olahannya. Tanaman ini cukup mudah dibudidayakan karena dapat tumbuh pada keadaan iklim basah maupun kering. Iklim Indonesia sangat cocok untuk membudidayakan tanaman nanas. Tanaman nanas akan dibongkar setelah dua atau tiga kali panen untuk diganti tanaman baru, oleh karena itu limbah daun nanas terus berkesinambungan sehingga cukup potensial untuk dimanfaatkan sebagai produk yang dapat memberikan nilai tambah.[8]

Hasil penelitian ini sangat diharapkan adanya inovasi baru dalam pengembangan teknologi material komposit berpenguat serat non-sintetis di Indonesia khususnya di industri perkapalan. Selama ini industri masih menggunakan serat sintetis yang umumnya berupa serat gelas (*fiberglass*) sebagai bahan baku yang berfungsi sebagai serat penguat material komposit *Fiberglass Reinforced Plastic* (material komposit berpenguat serat gelas). Pemanfaatan serat daun nanas sebagai penguat komposit nantinya dapat menjadi material alternatif baru sebagai bahan alternatif pembuatan kapal di Indonesia.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kekuatan dari material komposit berpenguat serat daun nanas jika menerima beban tarik, bending dan impact untuk pembuatan kulit kapal sesuai standar kekuatan mekanis yang disyaratkan/diizinkan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia)
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi arah serat terhadap kekuatan tarik, *bending* dan *impact* dari material komposit berpenguat serat daun nanas.

## 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.[5]

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. Daun nanas sebagai serat penguat

Serat nanas 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. Selain itu lignin juga terdapat pada lamela dari serat dan dinding sel serat. Serat yang diperoleh dari daun nanas muda kekuatannya relatif rendah dan seratnya lebih pendek dibanding serat dari daun yang sudah tua.[7]

### 2.3. Kekuatan tarik

Besarnya tegangan dan regangan pada pengujian tarik dapat dinyatakan dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$P = \sigma / A \quad \text{atau} \quad \sigma = P / A$$

P = beban ( N )

A = luas penampang ( mm )<sup>2</sup>

$\sigma$  = tegangan ( Mpa )

Besarnya regangan merupakan akumulasi jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur ( *gage length* ). Sedangkan nilai regangan adalah regangan proporsional yang di dapat dari garis proporsional pada grafik tegangan – regangan hasil uji tarik komposit.[1]

$$\varepsilon = \Delta L / L$$

$\Delta L$  = pertambahan panjang ( mm )

L = panjang daerah

Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan :

$$E = \sigma / \varepsilon$$

E = modulus elastisitas tarik ( Mpa )

$\sigma$  = kekuatan tarik ( Mpa )

$\varepsilon$  = regangan ( mm / mm )

### 2.4. Uji 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 :

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2}$$

$\sigma$  = Kekuatan *bending*, MPa

P = Beban, N

L = Panjang span, mm

b = lebar batang uji, mm

d = tebal batang uji, mm

### 2.5. Uji Impact

Ketangguhan komposit dapat diketahui dengan menggunakan uji impact (*impact test*). Uji ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu bahan dalam menyerap energi sebelum patah (*toughness*).[1]

Kekuatan *impact* benda uji dihitung dengan menggunakan Persamaan:

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

W = energi terserap benda uji (J)

$b_i$  = lebar benda uji impact (mm)

$h_i$  = tebal benda uji impact (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 nanas sebagai serat penguat, kemudian dilakukan pengujian kekuatan tarik, bending dan impact yang kemudian hasil pengujian akan dibandingkan dengan kekuatan dari serat gelas (*Fiberglass Reinforced Plastic*) berdasarkan peraturan BKI.

### 3.1. Bahan Penelitian

1. Serat Daun Nanas
2. Resin Polyester
  - Yukalac 157 BQNT-EX
  - Kekuatan tarik : 12.07 Mpa
  - Modulu elastisitas : 1.18 Gpa
  - Massa jenis : 1.19 gram/cm<sup>3</sup>
3. Katalis
4. Cobalt
5. Wax

### 3.2. Peralatan Penelitian

1. Alat cetak yang dibuat menggunakan kaca
2. Penjepit
3. Timbangan
4. Gergaji

5. Kuas cat

6. Gelas takaran

### 3.3. Proses pembuatan serat daun nanas

- a. Proses *retting* dilakukan dengan cara memasukan daun – daun ke dalam air dalam waktu tertentu.
- b. Kemudian daun dilakukan proses pengikisan atau pengerokan (*scraping*) dengan menggunakan plat atau pisau yang tidak terlalu tajam untuk menghilangkan zat – zat yang masih menempel atau tersisa pada serat.
- c. Daun yang sudah menjadi serat dibersihkan kemudian di sisir dan dikeringkan di panas sinar matahari.



Gambar pembuatan serat daun nanas.

### 3.4. Perhitungan Ketebalan Lamina

Hal penting yang harus dipertimbangkan dalam penyusunan lamina adalah perencanaan ketebalan lamina pada lamina kulit komposit serat daun nanas. Dengan mengetahui berat spesifik dan komposisi dari material pembentuknya maka ketebalan lamina kulit dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini (ASTM) :

$$T_c = T_f + T_m$$

$$T_f = N \left( \frac{W}{m^2} \right) f \times TCf$$

$$T_m = \frac{R}{G} N \left( \frac{W}{m^2} \right) f \times TCm$$

dimana:

$T_c$	= ketebalan lamina
$T_f$	= ketebalan serat penguat
$T_m$	= ketebalan matriks/resin
N	= jumlah layer serat penguat
$(W/m^2)f$	= berat serat penguat
TC	= konstanta ketebalan (1/p)
$P_f$	= massa jenis serat penguat
$P_m$	= massa jenis resin

Untuk serat daun nanas :

Ukuran serat tiap layer = 290 x 200 x 1.25 (mm)

Berat tiap layer = 55 gram /58000 mm<sup>2</sup>

$$= 0.95 \text{ gram/m}^2$$

Konstanta ketebalan (TC) =  $(1/p)$ , dimana  $(p_f)$   
 $= 1.543$

$$= 0.648$$

Jumlah layer serat penguat (N) = 4 layer  
 $T_f = 4(0.95) * 0.648 = 2.462$   
 $T_c = 7 \text{ mm}$

Sehingga .  $T_m = T_c - T_f$   
 $= 7 - 2.462$   
 $= 3.538 \text{ mm}$

### 3.5. Perhitungan Fraksi Berat dan Fraksi Volume

Berdasarkan peraturan ASTM perhitungan fraksi berat dan fraksi volume adalah sebagai berikut :

a. Fraksi berat adalah

$$\frac{R}{G} = \frac{\frac{T_c}{N} - \left[ \left( \frac{W}{m^2} \right) f_x T C f \right]}{\left[ \frac{W}{m^2} \right] f_x T C m} = \frac{\frac{10}{4} - [(0.95)]x0.648}{[0.95]x0.84}$$

$$= 2.36$$

Maka:

Fraksi berat matriks (Mm) = 2.36  
 Fraksi berat serat penguat (Mf) = 1

b. Fraksi volume

Dari perhitungan diatas dapat dicari fraksi volume masing – masing specimen sebagai berikut :

Fraksi volume serat :

$$V_f = \frac{\frac{M_f}{P_f}}{\left( \frac{M_f}{P_f} \right) + \left( \frac{M_m}{P_m} \right)} = \frac{\frac{1}{1.543}}{\left( \frac{1}{1.543} \right) + \left( \frac{2.36}{1.19} \right)}$$

$$= 0.246$$

Fraksi volume matriks :

$V_m = 1 - 0.246 = 0.754$

### Proses pembuatan spesimen



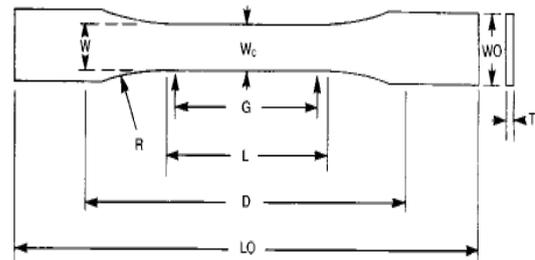
Gambar pembuatan spesimen komposit serat daun nanas.

### 3.6. Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan untuk mencari nilai kekuatan dari perbedaan arah serat setelah proses uji tarik, bending dan dampak.

1. Parameter tetap :

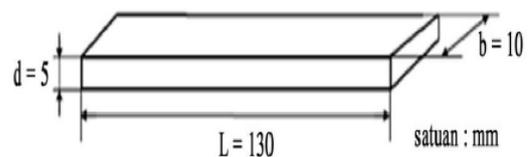
- Uji Tarik
- Spesimen Komposit Serat Daun Nanas
- Standar Pengujian : ASTM D638-03



Keterangan :

- W: lebar bagian sempit : 13 mm
- L: panjang bagian sempit: 57 mm
- W0: lebar total minimal : 19 mm
- Lo: panjang total minimal: 165 mm
- G: panjang gage : 50 mm
- D: jarak antar grip : 115 mm
- R: radius : 76 mm
- Wc: lebar bagian tengah: + 0,00 – 0,10 mm dibanding dengan lebar W

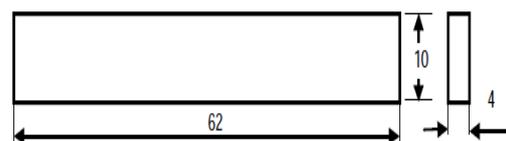
- Uji Bending
- Spesimen Komposit Serat Daun Nanas
- Standar Pengujian : ASTM D790-02



Ukuran Spesimen :

- Panjang : 130 mm
- Lebar : 10 mm
- Ketebalan : 5 mm

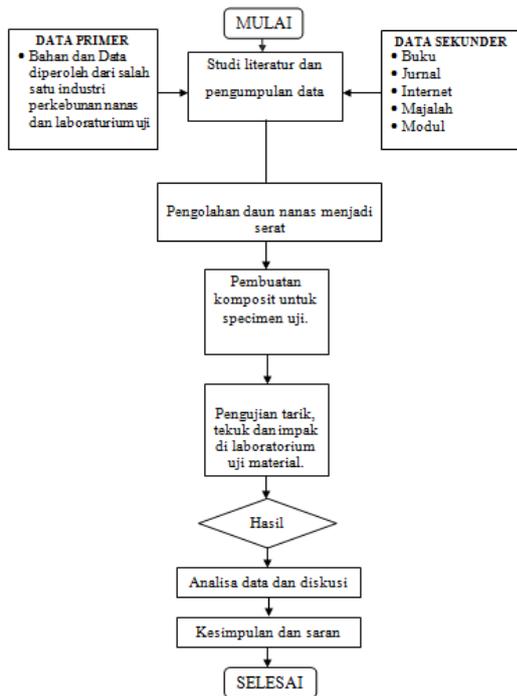
- Uji Impact
- Spesimen Komposit Serat Daun Nanas
- Standar Pengujian : ASTM D5942-96



Ukuran spesimen

- Panjang : 62 mm
- Lebar : 10 mm

### 3.7. Flow Chart



### 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 tarik, *bending* dan *impact*.

#### 4.1. Konfigurasi Serat dan Resin Pembentuk Lamina

Serat bersilangan 0°, 11.25°, 22.5° dan 45°

Ukuran Lamina ( 290 x 200 x 7 mm )			
No.	Konfigurasi	Berat (gram)	Berat Total (gram)
1	Resin	103.84	719.2
2	Serat Nanas	55	
3	Resin	103.84	
4	Serat Nanas	55	
5	Resin	103.84	
6	Serat Nanas	55	
7	Resin	103.84	
8	Serat nanas	55	
9	Resin	103.84	
Cobalt 12 (cc)		15	
Katalis (cc)		15	
Wax (gram)		15	

Tabel 1 konfigurasi lamina dengan arah serat bersilangan 0°, 11.25°, 22.5° dan 45°

Hasil pembuatan spesimen :

Ukuran Lamina 290 x 200 x 7 mm						
Jenis serat	Variasi Serat	Berat Serat (gram)	Berat Resin (gram)	Cobalt 12 (cc)	Katalis (cc)	Berat Bahan Tambahan (gram)
Serat Daun Nanas	Bersilangan 0°	220	519.2	15	15	60
	Bersilangan 11.25°	220	519.2	15	15	
	Bersilangan 22.5°	220	519.2	15	15	
	Bersilangan 45°	220	519.2	15	15	
Jumlah Total		880	2076.8	60	60	

Tabel 1.Data Kebutuhan Bahan Tiap Spesimen

Dari tabel terlihat bahwa tidak terjadi perubahan kebutuhan serat, resin, *cobalt*, katalis dan *wax* tiap variasi sudutnya . Hal ini disebabkan penyusunan serat yang sedemikian rupa sehingga tidak terlalu mempengaruhi kebutuhan bahan.

#### 4.2. Pengujian Tarik

Setelah dilakukan uji tarik dengan memasang pembebanan 2 ton dan hasilnya dicatat oleh mesin uji dan untuk menganalisa kekuatan tarik material hasil uji tarik, perlu dilakukan konversi satuan dari (kg/mm<sup>2</sup>) menjadi (N/mm<sup>2</sup>) dimana 1 kg (*force*) = 9,80665 ≈ 10 *Newton*. Hal ini diperlukan karena untuk perhitungan pengujian material berikutnya menggunakan satuan N/mm<sup>2</sup> menjadi satuan MPa.

Maka didapat data – data berikut :

Jenis Komposit	Variasi Serat	Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas (Ao) (mm)	Panjang awal (Lo) (mm)
Serat Daun Nanas	Arah serat bersilangan 0° dan 90°	1	13	6	78	165
		2	13	6	78	165
		3	13	6	78	165
		4	13	6	78	165
	Arah serat bersilangan 11.25°	1	13	6	78	165
		2	13	6	78	165
		3	13	6	78	165
		4	13	6	78	165
	Arah serat bersilangan 22.50°	1	13	6	78	165
		2	13	6	78	165
		3	13	6	78	165
		4	13	6	78	165
	Arah serat bersilangan 45°	1	13	6	78	165
		2	13	6	78	165
		3	13	6	78	165
		4	13	6	78	165

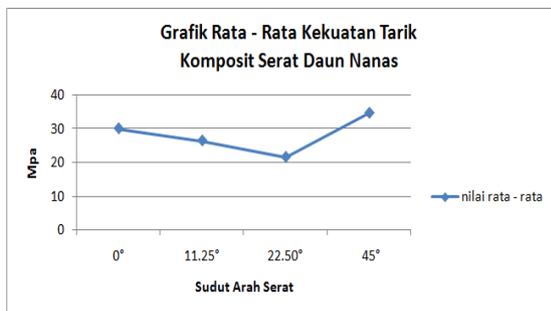
Tabel 2. Data Ukuran Spesimen Uji Tarik

Variasi Serat	Spesimen	P max (N)	$\sigma$ max (Mpa)	$\sigma$ Rata-rata (Mpa)	$\Delta l$ (mm)	$\epsilon$	E (Gpa)	E Rata-rata (Gpa)
0°	1	2360	30.25	30.19	0.3	0.0053	5.70755	4.85303
	2	2380	30.51		0.4	0.0071	4.29719	
	3	1560	20		0.3	0.0053	3.77359	
	4	3120	40		0.4	0.0071	5.63380	
11.25°	1	2280	29.23	26.60	0.4	0.0071	4.11690	5.0513
	2	2380	30.51		0.3	0.0053	5.75660	
	3	2300	29.48		0.3	0.0053	5.56226	
	4	1340	17.17		0.2	0.0036	4.76944	
22.50°	1	1320	16.92	21.73	0.2	0.0036	4.70000	5.52153
	2	1800	23.07		0.3	0.0053	4.35283	
	3	1780	22.82		0.2	0.0036	6.33888	
	4	1880	24.10		0.2	0.0036	6.69444	
45°	1	3120	40	34.80	0.4	0.0071	5.63380	6.08816
	2	2500	32.05		0.3	0.0053	6.04716	
	3	2620	33.58		0.3	0.0053	6.33585	
	4	2620	33.58		0.3	0.0053	6.33585	

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tarik

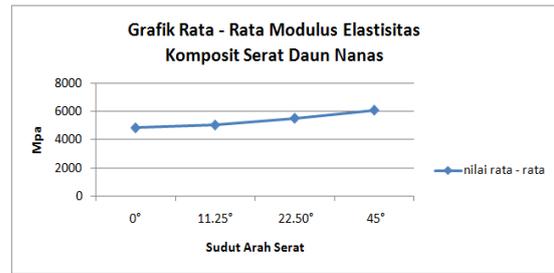
Keterangan :

- $\Delta l$  = Pertambahan panjang
- $\epsilon$  = Elongation
- $P_{max}$  = Besar gaya pengujian
- $\sigma_{max}$  = Tegangan tarik maksimum
- E = Modulus Elastisitas



Gambar 1. Grafik Rata – Rata Kekuatan Tarik Komposit serat daun nanas

Pada grafik menunjukkan bahwa kekuatan tarik rata – rata pada komposit serat daun nanas dengan arah sudut bersilangan 0° sebesar 30.19 Mpa, arah sudut bersilangan 11.25° sebesar 26.60 Mpa, arah sudut bersilangan 22.50° sebesar 21.73 Mpa dan arah sudut bersilangan sebesar 34.80 Mpa. Hal ini menunjukkan komposit serat daun nanas dengan arah sudut bersilangan 45° memiliki kekuatan tarik yang paling besar dibandingkan dengan sudut lainnya.



Gambar 2. Grafik Rata – Rata Modulus Elastisitas Serat Daun Nanas

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa modulus elastisitas rata – rata pada komposit serat daun nanas dengan arah sudut bersilangan 0° sebesar 4853.03 Mpa, arah sudut bersilangan 11.25° sebesar 5051.30 Mpa, arah sudut bersilangan 22.50° sebesar 5521.53 Mpa dan arah sudut bersilangan sebesar 6088.16 Mpa. Hal ini menunjukkan komposit serat daun nanas dengan arah sudut bersilangan 45° memiliki modulus elastisitas yang paling besar dibandingkan dengan sudut lainnya. Ini juga menunjukkan bahwa variasi arah serat berpengaruh pada besarnya modulus elastisitas komposit serat daun nanas.

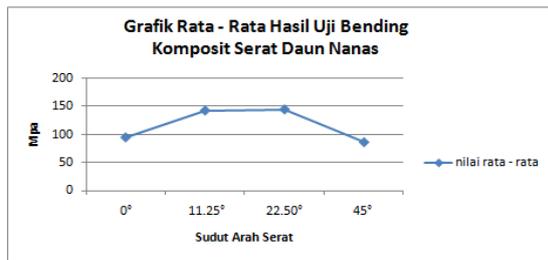
### 4.3. Pengujian Bending

Pada data hasil pengujian *bending* diambil dari sample hasil yang menunjukkan besarnya harga gaya beban max saat menekuk. Pengujian tekuk tersebut didapatkan harga gaya beban ( $P_{beban}$ ) dan tegangan lentur max ( $\sigma_{max}$ ). Dari tiap variable pengujian terdapat empat sample spesimen. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan data yang didapat pada saat pengujian *bending* yang dikelompokkan berdasarkan variasi arah serat.

HASIL UJI BENDING						
No	$t_0$ (mm)	$b_0$ (mm)	W (mm)	$L_s$ (mm)	P beban (N)	$\sigma$ lentur (Mpa)
0° 1	6	10	60	104	190	82.33
0° 2	6	10	60	104	270	117
0° 3	6	10	60	104	190	82.33
0° 4	6	10	60	104	224	97.06
Rata – rata						94.68
11.25° 1	6	10	60	104	322	139.54
11.25° 2	6	10	60	104	344	149.06
11.25° 3	6	10	60	104	316	136.94
11.25° 4	6	10	60	104	330	143
Rata – rata						142.13

22.50° 1	6	10	60	104	340	147.33
22.50° 2	6	10	60	104	330	143
22.50° 3	6	10	60	104	340	147.33
22.50° 4	6	10	60	104	320	138.66
Rata - rata						144.08
45° 1	6	10	60	104	160	69.33
45° 2	6	10	60	104	168	72.8
45° 3	6	10	60	104	202	87.53
45° 4	6	10	60	104	206	89.26
Rata - rata						86.16

Tabel 4. hasil uji *bending*



Gambar 3. Grafik Rata – Rata Hasil Uji Bending Komposit Serat Daun Nanas

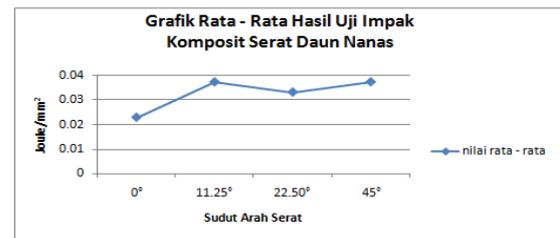
Pada grafik diatas menunjukkan bahwa kuat lentur rata – rata pada komposit serat daun nanas dengan arah sudut bersilangan 0° sebesar 94.68 Mpa, arah sudut bersilangan 11.25° sebesar 142.13 Mpa, arah sudut bersilangan 22.50° sebesar 144.08 Mpa dan arah sudut bersilangan sebesar 86.16 Mpa. Hal ini menunjukkan komposit serat daun nanas dengan arah sudut bersilangan 22.50° memiliki kuat lentur yang paling besar dibandingkan dengan sudut lainnya.

#### 4.4. Pengujian *Impact*

Pada data hasil pengujian tumbuk diambil dari sampel hasil pengujian yang hasilnya berupa grafik yang menunjukkan besar gaya patah pada saat beban pukul mematahkan spesimen. Dari hasil pengujian tumbuk yang dilakukan dengan variasi arah serat didapatkan nilai keuletan. Berikut merupakan hasil dari perhitungan data yang didapat saat pengujian tumbuk yang dikelompokan berdasarkan variasi arah serat.

No	$t_0$ (mm)	$b_0$ (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	P patah Joule	Niai Ulet Joule/mm <sup>2</sup>
0° 1	6	10	60	1	0.0166
0° 2	6	10	60	1	0.0166
0° 3	6	10	60	1.5	0.0250
0° 4	6	10	60	2	0.0333
Rata-rata					0.0229
11.25° 1	6	10	60	2	0.0333
11.25° 2	6	10	60	2	0.0333
11.25° 3	6	10	60	2	0.0333
11.25° 4	6	10	60	3	0.0500
Rata-rata					0.0375
22.5° 1	6	10	60	2	0.0333
22.5° 2	6	10	60	2	0.0333
22.5° 3	6	10	60	2	0.0333
22.5° 4	6	10	60	2	0.0333
Rata-rata					0.0333
45° 1	6	10	60	2	0.0333
45° 2	6	10	60	2	0.0333
45° 3	6	10	60	2	0.0333
45° 4	6	10	60	3	0.0500
Rata-rata					0.0375

Tabel 5. Hasil Uji *Impact*



Gambar 4. Grafik Rata – Rata Hasil Uji *Impact* Komposit Serat Daun Nanas

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa harga *impact* rata – rata pada komposit serat daun nanas dengan arah sudut bersilangan 0° sebesar 0.0229 joule/mm<sup>2</sup> , arah sudut bersilangan 11.25° sebesar 0.0375 joule/mm<sup>2</sup>, arah sudut bersilangan 22.50° sebesar 0.0333 joule/mm<sup>2</sup> dan arah sudut bersilangan sebesar 0.0375. Hal ini menunjukkan komposit serat daun nanas dengan arah sudut bersilangan 11.25° dan 45° memiliki harga *impact* yang sama besar. Sehingga menunjukkan bahwa variasi arah serat tidak terlalu berpengaruh terhadap uji *impact* karena didapatkan hasil yang tidak terlalu berbeda pada tiap variasinya.

#### 4.5. Perbandingan Hasil Uji Terhadap Peraturan BKI

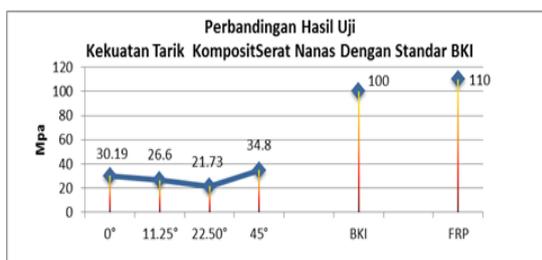
Pada *Rules And Regulation For The Classification And Construction Of Ship*, Biro Klasifikasi Indonesia. ( besaran ) disyaratkan sebagai berikut : “besaran yang disyaratkan dalam peraturan ini khusus dispesifikasikan untuk Kapal – kapal FRP dengan bahan penguat fiberglass yang diisi oleh serat penguat baik itu jenis Mat dan Roving harus memiliki standar kekuatan sebagai berikut :

#### 4.6. Perbandingan Uji Tarik

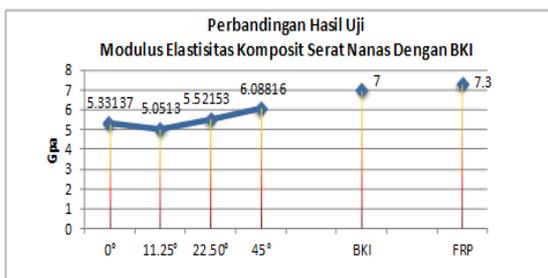
Mengacu pada hasil rata – rata uji tarik dari keempat variasi lamina sebagai berikut :

variasi	Kuat Tarik (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Arah serat 0°	30.19	5331.37
Arah serat 11.25°	26.60	5051.30
Arah serat 22.5°	21.73	5521.53
Arah serat 45°	34.80	6088.16
BKI	100	7000
<i>Marine Manual Design of FRP</i>	110	7300

Tabel 6. Perbandingan Hasil Rata – Rata Pengujian Tarik Komposit Serat Daun Nanas dengan Standar BKI



Gambar 5. Grafik Perbandingan Hasil Rata – Rata Pengujian Tarik Komposit Serat Daun Nanas dengan Standar BKI



Gambar 6. Grafik Perbandingan Hasil Rata – Rata Modulus Elastisitas Komposit Serat Daun Nanas dengan Standar BKI

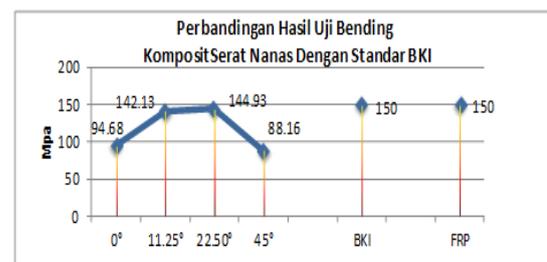
Mengacu pada persyaratan BKI di atas dan membandingkan nilai hasil uji tarik dari masing – masing variasi arah serat dapat dilihat bahwa semua variasi tidak memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Biro Klasifikasi Indonesia. Sehingga material komposit dengan serat penguat serat daun nanas belum bisa digunakan pada bagian komponen konstruksi dari kapal *fiberglass*.

#### 4.7. Perbandingan Uji Bending

Mengacu pada hasil rata – rata uji bending dari keempat variasi lamina sebagai berikut :

variasi	Kuat Lentur (Mpa)
Arah serat 0°	94.68
Arah serat 11.25°	142.13
Arah serat 22.5°	144.08
Arah serat 45°	86.16
BKI	150
<i>Marine Manual Design of FRP</i>	150

Tabel 7. Perbandingan Hasil Rata – Rata Pengujian Bending Komposit Serat Daun Nanas dengan Standar BKI



Gambar 7. Grafik Perbandingan Hasil Rata – Rata Pengujian Bending Komposit Serat Daun Nanas dengan Standar BKI

Mengacu pada persyaratan BKI di atas dan membandingkan nilai hasil uji bending dari masing – masing variasi arah serat dapat dilihat bahwa semua variasi tidak memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Biro Klasifikasi Indonesia. Sehingga material komposit dengan serat penguat serat daun nanas belum bisa digunakan pada bagian komponen konstruksi dari kapal *fiberglass*.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian tarik, *bending* dan *impact* menunjukkan bahwa serat daun nanas dengan variasi arah sudut bersilangan  $0^\circ$ ,  $11.25^\circ$ ,  $22.5^\circ$ , dan  $45^\circ$  dengan kapasitas perbandingan 70% matriks dan 30% serat belum bisa digunakan sebagai serat penguat dalam pembuatan material komposit berpenguat serat daun nanas karena belum memenuhi persyaratan yang yang di tentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia ( BKI ).
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan bahwa arah sudut serat daun nanas mempengaruhi besar kecilnya kekuatan tarik dan *bending* karena tiap arah sudut mempunyai ikatan yang berbeda sehingga mendapatkan nilai – nilai berbeda pada setiap pengujiannya. Sedangkan arah sudut serat tidak terlalu berpengaruh terhadap kekuatan *impact* karena tidak adanya proses tarikan dan tekukan pada proses ujinya.

### 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 nanas karena sulitnya mengeluarkan serat dari dalam daun nanas tersebut menyebabkan ukuran serat yang berbeda – beda.
2. Untuk pembuatan specimen uji ini masih dilakukan secara hand lay up yang sangat bergantung pada kemampuan pekerja dan peralatan yang sederhana. Disarankan untuk pembuatan specimen uji sebaiknya dilakukan oleh orang yang sudah ahli dibidang komposit dan dengan peralatan yang lebih modern sehingga diperoleh specimen uji yang benar – benar baik.
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).

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]Anonim, 2004. “*Annual Book ASTM Standart*”, USA.
- [2]Biro Klasifikasi Indonesia,1996.”*Rules and Regulation for The Classification and Construction of Ships*”, Jakarta
- [3]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
- [4]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
- [5]Mulyatno, Imam, P., Sarjito, Jokosisworo, “*Analisa Teknis Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Ditinjau Dari Kekuatan Tarik dan Kekuatan Tekuk*”, Jurnal Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- [6]Widiartha, I G., Nasmi Herlina Sari dan Sujita, 2012 “*Study Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Komposit Polyethylene Yang Diperkuat Oleh Hybrid Serat Sisal Dan Karung Goni*” Jurnal Penelitian, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
- [7]Wijoyo, Catur Purnomo dan Achmad Nurhidayat, 2011”*Optimasi Kekuatan Tarik Serat Nanas (Ananas Comous L. Merr) Sebagai Alternatif Bahan Komposit Serat Alam*” Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Fakultas Teknik, Uiversitas Wahid Hasyim
- [8]Yudo, Hartono dan Kiryanto, “*Analisa Teknis Rekayasa Serat Eceng Gondok Sebagai Bahan Pembuatan Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Tarik*”, Jurnal Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro