



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisis Teknis Komposit Serat Daun Gebang (*Corypha Utan L.*) Sebagai Alternatif Bahan Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tekuk Dan Impak

Hanung Bayu Setiawan¹⁾, Hartono Yudo¹⁾, Sarjito Jokosisworo¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

Email: hanungbst@gmail.com

Abstrak

Serat daun gebang merupakan penguat komposit alami yang memiliki struktur serat yang kontinyu kuat, tidak membahayakan kesehatan, murah, tersedia melimpah karena belum dimanfaatkan dengan baik serta dapat mengurangi polusi lingkungan. Pembuatan komposit serat daun gebang pada penelitian ini menggunakan metode *hand layup* dengan arah orientasi serat lurus, fraksi volume 70% *matriks polyester* dan 30% serat daun gebang dengan perlakuan alkali (NaOH) selama 4 jam. Hasil pengujian komposit berpenguat serat daun gebang didapatkan nilai uji *bending* tertinggi dimiliki oleh komposit dengan arah sudut 22,5° dengan nilai rata – rata 1048 Newton, rata-rata kekuatan tekuk sebesar 27,905 N/mm² dan rata-rata nilai modulus elastisitas sebesar 27,905 Kg/mm², nilai uji *impact* tertinggi pada sudut 22,5° mempunyai energi impact rata-rata sebesar 1,36 joule dengan nilai keuletan rata-rata 0,0078 joule/mm² dan berdasarkan hasil pengujian *bending* dan *impact* yang didapat, semakin kecil sudut arah serat maka semakin besar kekuatan yang mempengaruhi hasil pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik, modulus elastisitas dan kekuatan uji *bending* tertinggi dari komposit berpenguat serat daun gebang belum dapat memenuhi ketentuan peraturan kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari BKI yang mempunyai nilai modulus elastisitas 6860 N/mm² dan kekuatan *bending* 150 N/mm².

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

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan tanaman penghasil serat alam yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri besar, industri kecil dan kebutuhan rumah tangga, dalam industri besar serat alam mempunyai potensi sebagai alternatif bahan kebutuhan industri, sebagai material tambahan atau untuk penguat komposit. Perkembangan teknologi dan bidang ilmu pengetahuan industri mulai mendorong peningkatan permintaan industri terhadap ketersediaan material. Peningkatan permintaan tersebut mulai menyulitkan dalam penyediaan material untuk memenuhi kebutuhan Industri, industri dibidang kemaritiman dibidang transportasi dan perikanan pada umumnya memerlukan material yang bersifat ekonomis, mudah pengaplikasiannya, kuat, tahan terhadap

korosi, pengeroposan dan mudah didapatkan di pasaran.

Hal tersebut mendorong penelitian dan pengembangan teknologi pembuatan material meningkat untuk memenuhi kebutuhan permintaan industri, khususnya kebutuhan industri fabrikasi, penelitian dan pengembangan tentang perpaduan atau kombinasi antara bahan kimia atau material dengan berbagai tujuan telah dikembangkan. Di Indonesia, penelitian dan pengembangan teknologi material komposit untuk memenuhi kebutuhan industri sudah banyak dilakukan baik dari industri maupun kalangan pendidikan.

Penelitian ini sangat beralasan karena ketersediaan bahan baku serat sebagai penguat yang melimpah baik dari serat penguat alami atau organik (serat pisang, serat gebang, serat rami, serat gebang, dll) maupun serat buatan atau serat anorganik (Polyester, serat karbon, serat

kaca, dll) untuk memenuhi kebutuhan industri fabrikasi yang tersedia di alam Indonesia.

Salah satu serat alam yang banyak terdapat di Indonesia adalah serat gebang. Gebang adalah nama sejenis palma tinggi besar dari daerah dataran rendah. Pohon ini juga dikenal dengan nama-nama lain seperti gabang (Dayak Ngaju), gawang (Timor), pucuk, lontar utan, (Btw.), pocok (Md.), ibus (Bat., Sas.), silar (Minh.), kuala (Mak.), dan lain-lain. Nama ilmiahnya adalah *Corypha utan lamarck*. Gebang hanya berbunga dan berbuah sekali, yakni di akhir masa hidupnya. Karangan bunga muncul di ujung batang (terminal), sesudah semua daunnya mati, berupa malai tinggi besar 3–5 m, dengan ratusan ribu kuntum bunga kuning kehijauan, palma ini tumbuh menyebar di dataran rendah hingga ketinggian sekitar 300 m dpl.. Gebang menyukai padang rumput terbuka, aliran sungai, tepi rawa, dan kadang-kadang tumbuh pula di wilayah berbukit. Di beberapa tempat yang cocok, biasanya tak jauh dari pantai, gebang dapat tumbuh menggerombol membentuk sabuk hutan yang cukup luas.

Pemanfaatan serat daun gebang sebagai serat penguat komposit akan mempunyai arti penting dalam mengoptimalkan pemanfaatan serat alam sebagai material penguat komposit. Komposit sendiri didefinisikan sebagai struktur yang terdiri dari material yang berbeda untuk mendapatkan sifat material yang baru sesuai yang diinginkan, Komposit terdiri dari matrik sebagai pengikat dan filler sebagai pengisi komposit. Keunggulan dan keuntungan bahan komposit diantaranya yaitu dapat memberikan sifat-sifat mekanik terbaik yang dimiliki oleh komponen penyusunnya, bobotnya yang ringan, kemudian tahan korosi, ekonomis dan tidak sensitif terhadap bahan-bahan kimia. Penelitian ini dititik beratkan pada kekuatan tarik dan kekuatan impak komposit berpenguat serat daun gebang, sehingga dapat diketahui kekuatan material komposit yang diinginkan tersebut.

Hasil penelitian ini sangat diharapkan adanya inovasi dan pengembangan lebih lanjut dalam teknologi dan ilmu pengetahuan material komposit berpenguat serat alami atau organik di Indonesia, khususnya di Industri perkapalan dan perikanan. Umumnya selama ini industri yang menggunakan serat sintetis masih bergantung pada serat gelas (fiberglass) untuk bahan baku industrinya yang difungsikan sebagai penguat komposit FRP (*Fibreglass Reinforcement Plastic*). Kekurangan penggunaan serat gelas selama ini adalah harganya yang mahal serta limbahnya yang sulit untuk didaur ulang dan sulit untuk terurai secara alami di alam, sehingga

membutuhkan proses kimia yang hanya di sediakan oleh perusahaan-perusahaan tertentu saja, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mencari alternatif serat alami yang murah dan tersedia banyak di alam, mudah dalam pengaplikasiannya pada komposit, dan mudah didaur ulang serta ramah lingkungan.

Diharapkan dalam penelitian ini didapatkan kekuatan tarik dan impak yang maksimal. Pemilihan serat daun gebang sebagai penguat pada komposit karena memiliki struktur serat yang kontinyu kuat dan banyak tetapi tidak memanfaatkan. Oleh karena itu dibutuhkan pemanfaatan yang lebih baik lagi sebagai alternatif untuk bahan dasar komposit, dan secara tidak langsung nilai tambah (*added value*) dari tanaman ini bisa ditingkatkan menjadi tanaman industri.

1.2 Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kekuatan dari material komposit berpenguat serat daun gebang jika dilakukan uji tekuk dan uji impak untuk bahan pembuatan bahan komponen kapal berdasarkan standar kekuatan mekanis yang disyaratkan/diizinkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia).
2. Untuk Mengetahui pengaruh variasi arah serat terhadap kekuatan tarik dan tekuk dari material komposit berpenguat serat daun gebang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit didefinisikan sebagai suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang memiliki sifat atau struktur yang berbeda yang dicampur secara fisik menjadi satu membentuk ikatan mekanik yang dengan struktur homogen secara makroskopik dan heterogen secara mikroskopik [1].

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

- a. Penguat (*Reinforcement*), umumnya mempunyai sifat kurang ductile tetapi lebih rigid serta lebih kuat.
- b. Matriks umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah. Umumnya matrik dipilih yang mempunyai ketahanan panas yang tinggi [2]

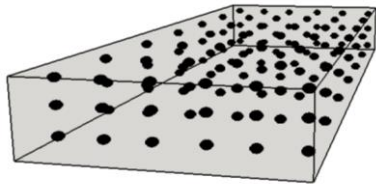
2.2 Klasifikasi Komposit

Kebanyakan material komposit dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan dan memperbaiki sifat-sifat mekaniknya. Mekanisme

penguatan komposit tergantung sekali pada geometri penguatnya, sehingga dalam mengklasifikasikan material komposit juga berbasis pada geometri penguatnya. Komposit diklasifikasikan menjadi 3 macam yaitu :

1. Komposit Partikel (*Particulate composite*).

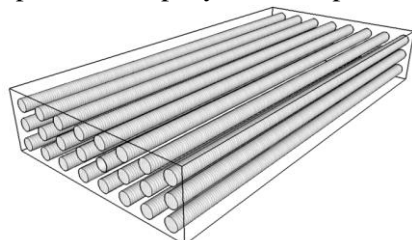
Komposit yang tersusun atas matrik kontinyu dan penguat (*reinforced*) yang diskontinyu berbentuk partikel atau serat pendek disebut komposit partikel, secara umum penguat partikel kurang efektif dalam mempertahankan ketahanan patah, berbeda dengan komposit berpenguat serat yang bagus dalam mempertahankan ketahanan patah namun matrik berpenguat partikel ini memiliki sifat ulet yang bagus untuk mengurangi beban patah mendadak, fungsi dari partikel-partikel ini adalah membagi beban agar terdistribusi merata dalam material dan menghambat deformasi plastis, partikel-partikel tersebut bisa berupa logam maupun bukan logam.



Gambar 2.1 Komposit partikel (*Particulate composite*).

2. Komposit Serat (*Fibrous composite*).

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serataramid dan sebagainya. Komposit ini tersusun atas matrik kontinyu polimer atau logam, serat-serat ini terikat oleh matrik, biasanya berbentuk multifilamen panjang yang digulung. Diameter serat biasanya antara 3 sampai 30 mikrometer. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.



Gambar 2.2 Komposit serat (*Fibrous composite*)

3. Komposit Lapis (*Laminate composite*)

Komposit lapis atau komposit laminat ini terdiri dari beberapa lapisan komposit lapis berpenguat serat, berpenguat komposit partikel atau

kombinasi lapisan komposit tipis dengan material berbeda dimana lapisan tersebut saling terikat didalam satu matriks.

Gambar 2.3 Komposit lapis/ *Laminated Composite* (penggabungan beberapa lapisan /lamina komposit)

2.3 Serat Daun Gebang Sebagai Serat Penguat

Gebang atau agal adalah nama sejenis palma tinggi besar dari daerah dataran rendah. Nama ilmiahnya adalah *Corypha utan Lamarck*. Palma ini tumbuh menyebar di dataran rendah hingga ketinggian sekitar 300 m dpl. Pemanfaatan serat daun gebang sebagai serat penguat komposit akan mempunyai arti penting dalam mengoptimalkan pemanfaatan serat alam sebagai material penguat komposit. Saat ini tidak banyak yang memanfaatkan serat daun gebang sebagai bahan komposit, tumbuhan gebang yang ada hanya diambil seratnya saja untuk bahan kerajinan anyaman saja sedangkan untuk bahan baku industri belum ada yang mencoba memanfaatkan. Serat daun gebang terdiri atas selulosa dan non selulosa yang diperoleh melalui penghilangan lapisan luar daun secara mekanik. Dan dilakukan penyisiran untuk mempermudah dalam pengambilan serat gebang.

Hasil penelitian ini sangat diharapkan adanya inovasi dan pengembangan lebih lanjut dalam teknologi dan ilmu pengetahuan material komposit berpenguat serat alami atau organik di Indonesia, khususnya di Industri perkapalan dan perikanan. Umumnya selama ini industri yang menggunakan serat sintesis masih bergantung pada serat gelas (*fiberglass*) untuk bahan baku industrinya yang difungsikan sebagai penguat komposit FRP (*Fiberglass Reinforcement Plastic*) [3].



Gambar 2.4 Pohon Gebang (palmpedia.net/ wiki/ Corypha_utan)

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 :

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

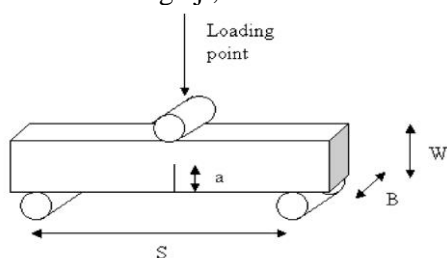
σ = Kekuatan *bending*, MPa

P = Beban, N

L = Panjang span, mm

b = lebar batang uji, mm

d = tebal batang uji, mm



Gambar 2.5 Uji bending dengan tiga titik (*Three Point Bending*)

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*).

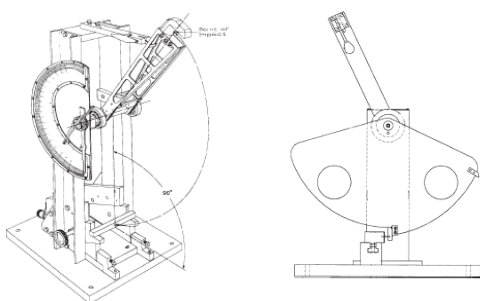
Kekuatan *impact* benda uji dihitung dengan menggunakan Persamaan:

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

W = energi terserap benda uji (J)

b_i = lebar benda uji impact (mm)

h_i = tebal benda uji impact (mm)



Gambar 2.6 Pengujian impact metode charpy

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu penelitian yang bersifat percobaan (*eksperimental*) atau melakukan pengujian. Percobaan yang dilakukan

adalah pembuatan komposit dengan menggunakan serat daun gebang sebagai serat penguat, kemudian dilakukan pengujian kekuatan 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 Gebang
2. Resin Polyester
 - Yukalac 157 BQNT-EX
 - Kekuatan tarik : 12.07 Mpa
 - Modulu elastisitas : 1.18 Gpa
 - Massa jenis : 1.19 gram/cm³
3. Katalis
4. Wax/Mold release

3.2 Peralatan Penelitian

1. Alat cetak yang dibuat menggunakan kaca atau porselain
2. Penggaris dan jangka sorong
3. Penjepit
4. Timbangan
5. Gergaji
6. Gerinda tangan
7. Kuas cat
8. Gelas takaran

3.3 Proses pembuatan serat daun gebang

Proses *Water Retting* adalah proses yang dilakukan oleh mikroorganisme (*bacterial action*) untuk memisahkan atau membuat busuk zat-zat perekat (*gummy substance*) yang berada pada sekitar serat daun gebang, sehingga serat akan mudah terpisah dan terurai satu dengan lainnya. Proses *retting* dilakukan dengan cara memasukan daun-daun kedalam air dalam waktu tertentu.

- a. Kemudian daun dilakukan proses pengikisan atau pengerokan (*scraping*) dengan menggunakan plat, pisau ataupun sikat yang tidak terlalu tajam untuk menghilangkan zat-zat yang masih menempel atau tersisa pada serat.
- b. Daun yang sudah menjadi serat kemudian dibersihkan kemudian disisir lalu dijemur sampai kering.

3.4 Proses Alkali Natrium Hidroksida (NaOH)

Alkali atau larutan alkali adalah suatu cairan yang bersifat bas yang mempunyai pH diatas 8, salah satu alkali yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah larutan NaOH atau larutan Natrium Hidroksida, NaOH digunakan untuk

menghilangkan kotoran atau lignin pada serat , dengan hilangnya lapisan lilin ini maka ikatan antara serat dan matrik menjadi lebih kuat, sehingga kekuatan tarik komposit menjadi lebih tinggi [4].

Sifat alami serat adalah Hyrophilic, yaitu suka terhadap air. berbeda dengan polimer yang hidrophilic. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami hyrophilic serat dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal [5].



Gambar 3.1 Proses pemilihan serat dan pembuatan Larutan Alkali,

3.5 Perhitungan Ketebalan Lamina

Hal penting yang harus dipertimbangkan dalam penyusunan lamina adalah perencanaan ketebalan lamina pada lamina kulit komposit serat daun gebang. 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/m²)f = berat serat penguat
- TC = konstanta ketebalan (1/p)
- P_f = massa jenis serat penguat
- P_m = massa jenis resin

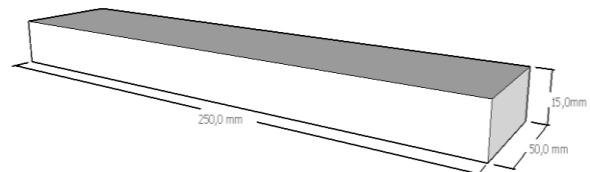
3.6 Parameter Penelitian

Sifat mekanik suatu bahan polimer adalah khas dengan kelakuan viskoelastiknya yang dominan, sebagai contoh, pemelaran (creep) dan relaksasi mudah terjadi, dan pada pengujian tarik

sifat-sifatnya sangat dipengaruhi oleh laju tarikan. Sifat-sifatnya juga berubah karena temperatur, oleh karena itu perlu diperhatikan beberapa hal sebelum bahan polimer digunakan [6]. Penelitian ini difokuskan untuk mencari nilai kekuatan dari perbedaan arah serat setelah proses uji bending dan impak.

1. Parameter tetap :

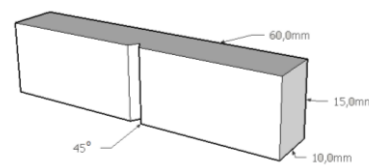
- Uji **Bending**
- Spesimen Komposit Serat Daun Gebang
- Standar Pengujian :ASTM D790-02



Ukuran Spesimen :

- Panjang : 250 mm
- Lebar : 50 mm
- Ketebalan : 15 mm

- Uji **Impact**
- Spesimen Komposit Serat Daun Gebang
- Standar Pengujian :ASTM D256-03



Ukuran spesimen

- Panjang : 60 mm
- Lebar : 10 mm

IV. HASIL DAN ANALISA DATA

4.1 Analisa Teknis

Dalam pembahasan analisa teknis, data diperoleh dari hasil pengujian material di laboratorium. Pengujian kuat tekuk (bending) dan uji impak komposit serat daun gebang ini dilakukan pada Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Dengan mengacu pada standar ASTM D 790-03 untuk uji bending pada komposit sandwich dan ASTM D 256-03 untuk uji impak metode charpy.

Dari pengujian bending yang dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* ControlLAB tipe TN 20 MD dan pengujian impak dengan menggunakan alat uji impak charpy ControlLAB tipe OP300 di pada Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, didapatkan rata-rata nilai kekuatan beban maksimal yang dapat diterima oleh material (ρ_{max}), tegangan tekuk, serta modulus elastisitas pada masing masing specimen uji bending. Serta

rata-rata nilai keuletan atau ketangguhan impact pada masing masing specimen uji impact.

4.1.1 Pengujian Bending

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 (ρ_{max}) dan kuat tekan (kg/mm^2). Nilai beban maksimal diperoleh langsung pada layar *load* pada mesin uji bending. Hasil pada layar *load* tersebut kemudian dikalikan dua dikarenakan kalibrasi pada alat uji tersebut. Setelah didapat nilai beban maksimal (ρ_{max}) maka dapat dicari nilai kuat tekan (N/mm^2).

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

Tabel 4.1 Data hasil pengujian bending

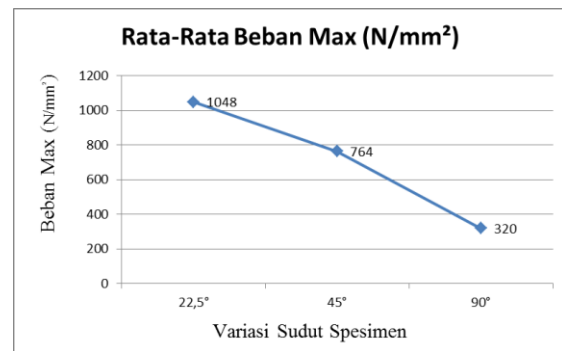
Sudut Spesimen	t	b	W	Ls	ΔL	ρ_{max}	Kuat Tekan	MoE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(N)	(N/mm^2)	(N/mm^2)
22,5°	1	16,60	48,32	2219,18	240	5,72	1310	35,42
	2	16,91	46,90	2235,16	240	3,24	830	22,28
	3	16,98	47,16	2266,20	240	4,88	1110	29,39
	4	16,43	46,98	2113,67	240	4,60	870	24,70
	5	17,35	48,28	2422,23	240	4,59	1120	27,74
45°	1	14,99	47,10	1763,90	240	4,58	610	20,75
	2	15,45	48,29	1921,16	240	5,58	840	26,23
	3	16,18	46,82	2042,85	240	3,86	740	21,73
	4	15,56	49,03	1978,47	240	4,87	810	24,56
	5	15,91	46,81	1974,82	240	5,19	820	24,91
90°	1	16,01	46,58	1989,90	240	2,00	220	6,63
	2	15,73	48,58	2003,38	240	2,55	380	11,38
	3	16,15	49,12	2135,27	240	2,86	360	10,12
	4	15,70	51,00	2095,17	240	1,76	310	8,88
	5	16,05	46,83	2010,59	240	2,19	330	9,85

Keterangan :

- t = Tebal spesimen
- b = Lebar spesimen
- W = Luas penampang spesimen
- Ls = Jarak antara dua penumpu
- ρ_{max} = Tegangan maksimal

Pada table data hasil pengujian tekuk yang terdapat pada Tabel 4.1 diatas, diambil dari sample hasil yang menunjukkan besarnya harga gaya beban maksimal saat menekuk. Dari tiap variable pengujian terdapat lima sample spesimen. Dari tiap variasi material komposit tersebut kemudian dicari rata-rata nilai beban maksimal yang dapat diterima oleh material (ρ_{max}) dan kuat tekuk (N/mm^2) di tiap variasi material komposit. Mesin uji bending pada penelitian ini menggunakan satuan newton. Standar kuat tekan dan modulus elastisitas menggunakan satuan Newton, menurut BKI Rules for Fiber Reinforced plastic Ship 2016 section 1 C.4.1. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan beban maksimal

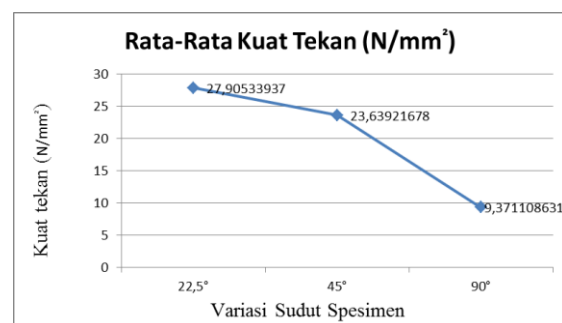
(ρ_{max}) yang didapat pada saat pengujian bending material komposit.



Gambar 4.1 Nilai rata-rata ρ_{max} per varian

Dari grafik yang ditunjukkan oleh gambar 4.1 diatas, dapat diketahui hasilnya yaitu, komposit serat gebang dengan variasi sudut 22,5 ° mempunyai rata-rata ρ_{max} sebesar 1048 Newton dan memiliki nilai tertinggi sebesar 1310 Newton, komposit serat gebang dengan variasi sudut 45 ° mempunyai rata-rata ρ_{max} sebesar 764 Newton dan memiliki nilai tertinggi sebesar 840 Newton, komposit serat gebang dengan variasi sudut 90 ° mempunyai rata-rata ρ_{max} sebesar 320 Newton dan memiliki nilai tertinggi sebesar 380 Newton,

Selain nilai kuat tekan, hal yang dapat dicari setelah diketahui nilai beban maksimal (ρ_{max}) adalah nilai kuat tekan. Nilai rata-rata kekuatan tekuk dapat diketahui oleh tiap-tiap spesimen material komposit sebagai berikut.

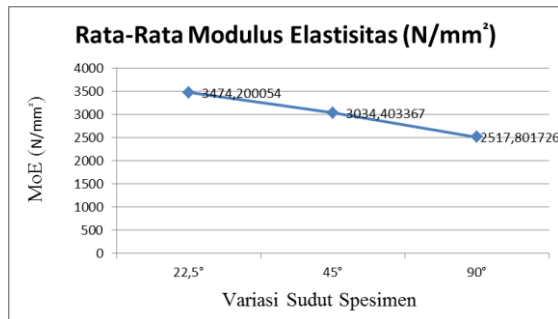


Gambar 4.2 Nilai rata-rata kuat tekan per variasi.

Dari grafik yang ditunjukkan oleh gambar 4.2 diatas, dapat diketahui hasilnya yaitu, komposit serat gebang dengan variasi sudut 22,5 mempunyai rata-rata kekuatan tekuk sebesar 27,905 N/mm^2 dan memiliki nilai tertinggi sebesar 35,42 N/mm^2 , komposit serat gebang dengan variasi sudut 45 ° mempunyai rata-rata kekuatan tekuk sebesar 23,639 N/mm^2 dan memiliki nilai tertinggi sebesar 26,23 N/mm^2 , komposit serat gebang dengan variasi sudut 90 ° mempunyai

rata-rata kekuatan tekuk sebesar 9,371 N/mm dan memiliki nilai tertinggi sebesar 11,38 N/mm².

Nilai rata-rata modulus elastisitas dapat diketahui oleh tiap-tiap spesimen material komposit sebagai berikut :



Gambar 4.3 Nilai rata-rata modulus elastisitas per variasi

Dari grafik yang ditunjukkan oleh gambar 4.3 diatas, dapat disimpulkan rata-rata nilai modulus elastisitas yang dapat diketahui hasilnya, komposit serat gebang dengan variasi sudut 22,5° mempunyai rata-rata nilai modulus elastisitas sebesar 3474,2 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 3903,94 N/mm², komposit serat gebang dengan variasi sudut 45° mempunyai rata-rata nilai modulus elastisitas sebesar 3034,4 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 3340,80 N/mm², komposit serat gebang dengan variasi sudut 90° mempunyai rata-rata nilai modulus elastisitas sebesar 2517,8 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 3084,279 N/mm²

4.1.2 Pengujian Impak

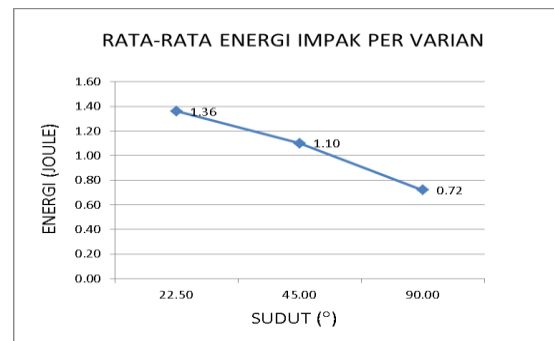
Pada data hasil pengujian benturan (*impact test*) diambil dari sampel hasil pengujian yang hasilnya berupa grafik yang menunjukan besar gaya patah pada saat beban pukul mematahkan spesimen. Berikut merupakan table hasil dari perhitungan data yang didapat saat pengujian bentur (*impact test*).

Tabel 4.2 Data hasil uji impak *charpy*

Variasi (°)	Kode Spesimen	t (mm)	b (mm)	A (mm)	Sudut β (°)	Energi (joule)	Keuletan (J/mm ²)
22,5	22,5-1	10,07	18,70	188,31	28,90	1,50	0,0080
	22,5-2	10,35	18,69	193,44	29,00	1,40	0,0072
	22,5-3	9,15	17,66	161,59	29,10	1,20	0,0074
	22,5-4	9,93	16,84	167,22	28,90	1,50	0,0090
	22,5-5	9,06	18,84	170,69	29,10	1,20	0,0070
45	45-1	9,35	17,12	160,07	29,10	1,20	0,0075
	45-2	9,62	16,93	162,87	29,20	1,10	0,0068
	45-3	9,73	17,61	171,35	29,20	1,10	0,0064
	45-4	9,61	17,76	170,67	29,20	1,10	0,0064
	45-5	9,43	17,60	165,97	29,30	1,00	0,0060
90	90-1	9,93	16,44	163,25	29,50	0,70	0,0043
	90-2	9,84	17,47	171,90	29,50	0,70	0,0041
	90-3	9,46	16,86	159,50	29,50	0,70	0,0044
	90-4	9,34	16,86	157,47	29,40	0,80	0,0051
	90-5	9,12	17,85	162,79	29,50	0,70	0,0043

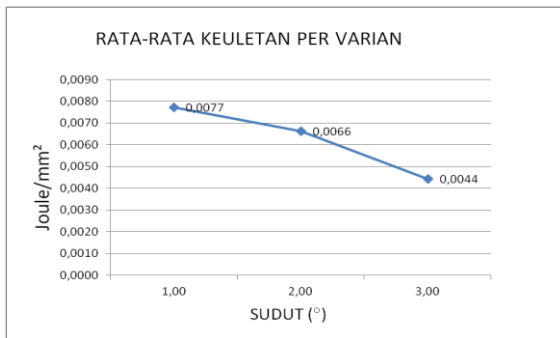
Keterangan :

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



Gambar 4.4 Rata-rata energi impak per varian

Hasil yang didapat dari pengujian benturan (*impact test*) menunjukkan bahwa rata-rata nilai tenaga patah yang dapat diterima material (Joule) dan rata-rata nilai ketangguhan impak (J/mm²) pada rata-rata specimen uji adalah, komposit serat gebang dengan variasi sudut 22,5 mempunyai energi impak rata-rata sebesar 1,36 joule dengan nilai tertinggi sebesar 1,5 joule, komposit serat gebang dengan variasi sudut 45 mempunyai energi impak rata-rata sebesar 1,1 joule dengan nilai tertinggi sebesar 1,2 joule, komposit serat gebang dengan variasi sudut 90 mempunyai energi impak rata-rata sebesar 0,72 joule dengan nilai tertinggi sebesar 0,8 joule.



Gambar 4.5 Rata-rata nilai keuletan tiap variasi uji impak.

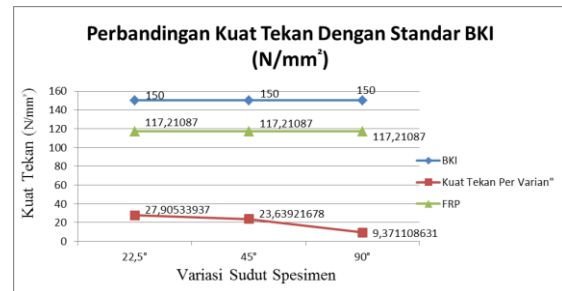
Sedangkan rata-rata nilai keuletan impak (J/mm^2) pada rata-rata varian komposit sandwich, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.10 diatas adalah, komposit serat gebang dengan variasi sudut $22,5^\circ$ mempunyai keuletan rata-rata sebesar $0,0078 J/mm^2$ dengan nilai tertinggi sebesar $0,0090 J/mm^2$, komposit serat gebang dengan variasi sudut 45° mempunyai keuletan rata-rata sebesar $0,0066 J/mm^2$ dengan nilai tertinggi sebesar $0,0080 J/mm^2$, komposit serat gebang dengan variasi sudut 90° mempunyai keuletan rata-rata sebesar $0,0042 J/mm^2$ dengan nilai tertinggi sebesar $0,0050 J/mm^2$.

4.2 Perbandingan Hasil Uji Dengan Regulasi Dari BKI

Pada *Rules Of Fiberglass Reinforced Plastic 2016*, Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), section 1.C.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 $150 N/mm^2$ dan modulus elastisitas minimal sebesar $6860 N/mm^2$.

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 bending dan masing-masing variasi komposit, dapat dilihat pada gambar 4.11 dan gambar 4.12 dibawah bahwa konstruksi material komposit dengan arah serat $22,5^\circ$ memiliki hasil tertinggi, baik itu beban maksimal, kuat tekan, dan modulus elastisitas pada uji bending. Disusul hasil tertinggi kedua dengan arah serat 45° dan arah serat 90° . Hal ini menunjukkan bahwa arah serat ternyata mempengaruhi dalam pengujian tekan. Meskipun

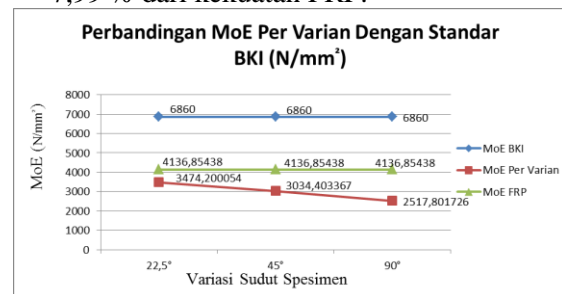
demikian tidak ada satu variasi pun yang memenuhi standar BKI.



Gambar 4.6 Perbandingan nilai kuat tekan terhadap BKI

Perbandingan nilai hasil uji kuat tekan dari masing masing variasi komposit dengan persyaratan dari BKI sebesar $150 N/mm^2$ dapat dilihat hasil pada varian komposit pada rata-rata spesimen uji, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.11 diatas adalah :

- Untuk komposit dengan arah serat $22,5^\circ$, selisih kuat tekannya $122,095 N/mm^2$ atau $18,6\%$ standar BKI dan selisih $89,31 N/mm^2$ atau $23,81\%$ dari kekuatan FRP.
- Untuk komposit dengan arah serat 45° , selisih kuat tekannya $126,361 N/mm^2$ atau $15,76\%$ standar BKI dan selisih $93,57 N/mm^2$ atau $20,17\%$ dari kekuatan FRP.
- Untuk komposit dengan arah serat 90° , selisih kuat tekannya $140,21 N/mm^2$ atau $6,25\%$ standar BKI dan selisih $107,84 N/mm^2$ atau $7,99\%$ dari kekuatan FRP.



Gambar 4.7 Perbandingan nilai modulus elastisitas terhadap BKI

Perbandingan nilai modulus elastisitas dari Perbandingan nilai modulus elastisitas dari masing masing variasi komposit dengan persyaratan dari BKI sebesar $6860 N/mm^2$ dapat dilihat hasil pada varian komposit pada rata-rata spesimen uji, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7 diatas adalah :

- Untuk komposit dengan arah serat $22,5^\circ$, selisih kuat tekannya $3385,8 N/mm^2$ atau $50,64\%$ standar BKI dan selisih $662,65 N/mm^2$ atau $83,98\%$ dari kekuatan FRP.
- Untuk komposit dengan arah serat 45° , selisih kuat tekannya $3825,6 N/mm^2$ atau $44,233\%$ 1

standar BKI dan selisih 1102,45 N/mm² atau 73,35 % dari kekuatan FRP.

- Untuk komposit dengan arah serat 90°, selisih kuat tekannya 4342,2 N/mm² atau 36,70 % standar BKI dan selisih 1619,05 N/mm² atau 60,862711% dari kekuatan FRP.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan penulis yang berjudul “Analisis Teknis Komposit Serat Daun Gebang (*Corypha Utan L.*) Sebagai Alternatif Bahan Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tekuk Dan Impak”, maka dapat diambil beberapa kesimpulan pada akhir penulisan sebagai berikut :

1. Hasil dari uji bending pada seluruh varian material komposit yaitu, varian dengan sudut 22,5° menghasilkan kekuatan tertinggi ditinjau dari nilai kuat tekan dan modulus elastisitas dibandingkan varian lainnya. Disusul oleh varian dengan sudut 45°, dan varian dengan sudut 90 ° Sedangkan pada uji dampak hasil nilai energy dampak dan keuletan tertinggi diperoleh varian dengan sudut 22,5°, disusul varian dengan sudut 45° dan varian dengan sudut 90. Dari hasil pengujian dan dibandingkan dengan syarat dari BKI, seluruh spesimen tidak bisa digunakan untuk mengganti bagian komponen kapal.
2. Dari hasil pengujian arah serat sangat berpengaruh terhadap hasil dari pengujian bending dan dampak, semakin kecil sudut arah serat maka semakin besar kekuatan yang mempengaruhi hasil pengujian ini.

5.2 Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih mempunyai keterbatasan dan kekurangan baik itu disebabkan oleh keterbatasan biaya, waktu, peralatan dan bahan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap. Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) perlu memperhatikan hal-hal berikut antara lain :

1. Disarankan agar dilakukan pengujian dengan menggunakan standar pengujian lain seperti JIZ, SNI serta klasifikasi lainnya seperti DNV, ABS, GL NK dan lain sebagainya.
2. Penelitian kali ini hanya menggunakan variasi berupa arah sudut serat penguat. Oleh karena itu disarankan juga dilakukan variasi lain seperti ketebalan kulit komposit, atau penambahan *core*.

3. Disarankan untuk pembuatan specimen uji sebaiknya dilakukan oleh orang yang sudah berpengalaman dan ahli di bidang pembuatan komposit ini sehingga diperoleh specimen uji yang benar benar diinginkan.
4. Disarankan juga dilakukan pengujian lainnya seperti uji tarik (*tensile strength*), uji tekan (*compressive strength*), uji kekerasan (*hardness strength*) uji kelelahan (*fatigue test*), dan uji kekedapan terhadap air untuk mengetahui lebih jauh sifat dan karakteristik dari material.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulistijono. (2012). *Mekanika Komposit*. Surabaya: ITSpress.
- [2] Diharjo, K., dan Triyono, T. (2000). *Buku Pegangan Kuliah Material Teknik*.
- [3] Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. (2016). *Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik , Bending Dan Impact*, 4(1), 323–331.
- [4] Kuncoro Diharjo. (2006). Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1), 8–13. Retrieved from <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/16474>
- [5] Bismarck A, Askargota IA, Lamphe T, Wielaye B, Stamboulis A, Skenderovich I, L. H. (2002). Surface Characterization of Flax, Hemp and Cellulose Fibres: Surface Properties and the Water Uptake Behavior.
- [6] Surdia, T., & Met, M S, Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik* (4th Ed.). Jakarta: Pradnya Paramita. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [7] Anonim. (2004). *Annual Book ASTM Standart*.
- [8] BKI. (2015). *Guidance for the classification and construction part 3. special ships, V*.