

# ANALISA TEKNIS REKAYASA SERAT ECENG GONDOK SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN KOMPOSIT DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK

Hartono Yudo\*, Kiryanto\*

\* Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik UNDIP

## ABSTRAK

Serat eceng gondok 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 (biodegradability) 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 dari komposit berpenguat serat eceng gondok dengan perlakuan pola anyaman variasi arah serat sudut arah serat sudut  $0^0$  dan  $45^0$ . sebagai matrik resin polyester.

Dari hasil pengujian spesimen dilakukan analisa kekuatan tarik kemudian dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik yang diijinkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia sebagai tolak ukur standar uji. Pengujian komposit berpenguat serat eceng gondok membandingkan arah serat sudut  $0^0$  dan  $45^0$ , perlakuan serat pola anyaman, fraksi volume 32% matrik polyester dan 68% serat eceng gondok, dengan metode hand lay up, hasil pengujian didapat harga kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit dengan arah serat sudut  $0^0$ . Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari komposit berpenguat serat eceng gondok belum dapat memenuhi ketentuan peraturan kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari BKI yakni : untuk arah serat  $0^0$  searah kekuatan tariknya sebesar  $0.648 \text{ kg/mm}^2$  dan modulus elastisitasnya sebesar  $472,46 \text{ kg/mm}^2$ , untuk arah serat  $45^0$  bersilangan kekuatan tariknya sebesar  $0,252 \text{ kg/mm}^2$  dan modulus elastisitasnya sebesar  $149,462 \text{ kg/mm}^2$ .

### Kata Kunci :

Serat eceng gondok, metode hand lay up, polyester resin, kekuatan tarik, modulus elastisitas.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perkembangan komposit dewasa ini telah berkembang pesat, seiring penggunaannya yang semakin meluas. Dalam hal ini industri maritim merupakan salah satu bagian industri strategis yang dipilih sebagai ujung tombak industri berbasis teknologi dan strategi globalisasi guna menunjang pembangunan dalam negeri. Penggunaan komposit yang semakin meluas tersebut dikarenakan komposit mempunyai keunggulan tersendiri dibanding dengan bahan teknik alternatif lain, karena sifat komposit yang memiliki kekuatan yang bisa diatur (*tailorability*), memiliki kekuatan lelah (*fatigue*) yang baik, memiliki kekuatan jenis (*strength/weight*) yang tinggi dan tahan korosi.

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 nanas, 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.

Dalam penelitian ini eceng gondok diharapkan dapat menjadi bahan baku alternatif sebagai serat penguat komposit, karena populasi tanaman eceng gondok sangat besar. Sebagai perbandingan, populasi eceng gondok daerah rawa pening mencapai 70 % dari 2.300 hektar luas rawa tersebut (Kemitraan Air Indonesia, 2007).

Hasil penelitian ini diharapkan berkembangnya inovasi baru dalam pengembangan teknologi material pembuatan komposit pembuatan kapal non-ferro dalam industri pembuatan kapal khususnya kapal *fiberglass Reinforced Plastic* (material komposit berpenguat serat gelas). Pemanfaatan serat eceng gondok sebagai penguat komposit

nantinya dapat menjadi material alternatif baru sebagai bahan alternatif pembuatan kapal di Indonesia.

### Perumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh adalah sebagai berikut : *Dapatkah komposit berpenguat eceng gondok mampu menahan beban tarik sehingga dapat digunakan dalam pembuatan kulit kapal non ferro (fiberglass Reinforced Plastic).*

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh dari variasi arah serat terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat eceng gondok.
2. Meneliti kelayakan serat eceng gondok dari segi kekuatan tarik sebagai serat penguat komposit sebagai bahan alternatif untuk pembuatan kulit badan kapal non ferro dengan standar tolak ukur kekuatan tarik serat gelas sesuai peraturan standar BKI.

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat percobaan (*eksperimental*) dengan cara melakukan pengujian. Percobaan yang dilakukan adalah pembuatan komposit dengan menggunakan serat eceng gondok sebagai serat penguat, kemudian dilakukan pengujian kekuatan tarik yang kemudian hasil pengujian akan dibandingkan dengan kekuatan dari serat gelas (*Fiberglass Reinforced Plastic*) berdasarkan peraturan BKI.

Pada percobaan ini pembuatan material komposit menggunakan bahan baku yang umum ditemukan di pasaran dan sering dipakai dalam proses produksi. Sedangkan untuk proses pengerjaan dari spesimen uji dikerjakan dengan metode olesan atau sering disebut dengan *hand lay up*, sehingga kualitas laminasi sangat tergantung dari kemampuan dan keterampilan pekerja. Komponen material dasar ini terutama terdiri dari serat penguat, resin sebagai pengikat dan beberapa zat tambahan.

Pada perancangan percobaan ini penulis membagi atau mengelompokkan pekerjaan menjadi beberapa tahapan seperti

yang ditunjukkan pada gambar diagram alir metodologi penelitian berikut :

### Tahap I :

#### Persiapan

##### ▪ Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah : serat eceng gondok, resin polyester, katalis, dan wax.

##### ▪ Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi : alat cetak, penjepit kayu, timbangan digital, gelas ukur, gergaji dan kuas cat.

### Tahap II :

### PROSES PEMBUATAN KOMPOSIT

#### ☆ PENGOLAHAN SERAT

##### ECENGGONDOK:

1. Pemilihan tanaman eceng gondok dari jenis *Limnocharis flava* dengan memperoleh dari habitat yang sama, Dalam penelitian ini eceng gondok diperoleh dari Rawa Pening.
2. Tanaman eceng gondok dipilih dengan tinggi yang sama kira - kira 30 cm.
3. Pemilihan tanaman eceng gondok dengan kualitas yang baik.
4. Tanaman dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran kemudian lalu dipilih ukuran panjang & diameter batang tanaman yang kira – kira sama. Panjang & batang tanaman dipilih dengan panjang kira – kira 30 cm.
5. Untuk mendapatkan serat yang seragam, maka batang tanaman ditumbuk sampai permukaan seratnya rata, lalu serat dikeringkan selama 10 hari dengan cara dijemur sinar matahari sampai benar – benar kering.
6. Setelah kering untuk mendapatkan serat yang sama panjang dan lebarnya agar memenuhi unsur homogenitas, maka panjang serat dan lebar serat di seragamkan dengan cara dipilih kualitas serat yang baik dan seragam.
7. Pengambilan serat dari tanaman eceng gondok dengan bantuan sikat kawat, eceng gondok disikat dengan cara membujur searah dengan sikat kawat tersebut, lalu dengan sendirinya serat akan memisah dari daging tanaman tersebut. Lalu dipotong bagian ujung serat agar panjang serat menjadi 20 cm agar semua dimensi serat sama.
8. Setelah itu serat eceng gondok, dapat dilakukan penyetricaan agar serat lebih

kaku untuk memudahkan penganyaman. Metode penganyaman yang menggunakan pola *Plain Weave Fiberglass Cloth* dengan cara menjalin jalur – jalur serat secara selang – seling untuk menghasilkan corak bergerigi pada lajur motif spesimen uji.

9. Proses selanjutnya melakukan penganyaman serat dengan cara manual untuk mendapatkan serat eceng gondok dalam bentuk lembaran anyaman dengan ukuran 20 x 20 cm. Jumlah serat untuk menjadi lembaran anyaman tersebut disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.

#### ☆ Variasi Arah Serat Eceng Gondok

Adapun macam atau jenis serat yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Arah serat dwiarah (pola anyaman) dengan sudut  $0^{\circ}$

Lamina ini diperoleh dengan cara menyusun serat eceng gondok secara merata hingga membentuk satu layer dan tiap layer disusun saling tegak lurus membentuk sudut  $90^{\circ}$  sehingga membentuk anyaman arah sudut  $0^{\circ}$ .

- b. Arah serat dwiarah (pola anyaman) dengan sudut  $45^{\circ}$

Lamina ini diperoleh dengan cara menyusun serat eceng gondok secara merata hingga membentuk satu layer dan tiap layer disusun saling tegak lurus membentuk sudut  $90^{\circ}$  sehingga membentuk anyaman arah sudut  $45^{\circ}$ .

#### ☆ Pembuatan Komposit Berpenguat Serat Eceng Gondok

Proses pembuatan komposit dilakukan sebagai berikut :

- a. Menyiapkan bahan-bahan yang akan diperlukan dalam pengerjaan pembuatan material komposit. Bahan – bahan yang dibutuhkan, antara lain;

- lembaran-lembaran serat eceng gondok hasil penganyaman.
- Matrik,

Dalam penelitian ini jenis material polymer yang dipilih sebagai bahan matriks adalah jenis Unsaturated Polyester Resin dengan merk dagang BQTN-EX dengan data teknis sebagai berikut;

- Massa Jenis :  $1,20 \text{ gr/cm}^3$
- Modulus Young :  $1,18.10^3 \text{ N/mm}^2$
- Angka Poison : 0,33

- Kekuatan Tarik :  $12,7 \text{ N/mm}^2$

Dalam resin ini, mengandung komposisi campuran resin polyester tak jenuh murni dan bahan pelarut stiren dengan perbandingan 1:3. Selain itu di tambah katalis berupa MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida) sebagai zat curing, mempersingkat waktu curing.

- Wax,

Wax berfungsi memudahkan melepas komposit dari cetakan.

- b. Peralatan yang digunakan yang menunjang dalam pengerjaan pembuatan material komposit digunakan, antara lain;

- Alat Cetakan;

Direncanakan berbahan kaca dengan ketebalan 7 mm, berdimensi 200 x 200 x 7 mm, terdiri atas tiga bagian yaitu; bagian tepi, bagian alas dan bagian tutup cetakan..

- Timbangan;

Untuk mengukur berat serat dan matriks, timbangan yang digunakan adalah timbangan digital agar tingkat ketelitian ukuran lebih baik.

- Gelas Ukur;

Untuk mengukur volume resin yang akan dituang di cetakan.

- Mixer;

Untuk mengaduk antara resin dengan katalis agar campuran katalis dengan resin menyatu.

- Kuas 1”.

Untuk meratakan resin yang dituang ke dalam cetakan di atas serat.

- Penjepit kayu;

Untuk menjepit tutup cetakan supaya permukaan rata dan mengatur ketebalan lamina yang diinginkan.

- Sarung Tangan;

Untuk melindungi tangan agar tidak bersentuhan langsung dengan campuran resin.

- Gergaji;

Digunakan untuk memotong spesimen sesuai bentuk standar ASTM.

- Gerindra;

Untuk memotong dan menghaluskan spesimen sesuai standar ASTM.

- c. Menghitung ketebalan lamina

- d. Menghitung fraksi berat dan volume ba  
Setelah diketahui fraksi berat dan volume untuk serat untuk satu cetakan (200 x 200x7 mm). Maka lembaran – lembaran

- serat dapat dibagi sesuai dengan dimensi panjang dan lebar cetakan.
- Cetakan kaca dilapisi dengan wax secara merata agar lamina kulit mudah dilepas dari cetakan.
  - Lembaran – lembaran anyaman yang telah dibagi disusun secara lamina dengan matriks (campuran resin) sesuai fraksi volume yang telah dihitung.
  - Mengukur volume resin sesuai dengan tebal.
  - Katalis dicampurkan sebanyak 1 % dari volume resin, kemudian diaduk secara merata dan didiamkan selama 5 menit agar gelembung udara terlepas.
  - Menuangkan campuran resin dengan katalis sebanyak 2/3 dari total campuran tiap lamina lalu diratakan dengan kuas.
  - Mengoleskan sisa campuran 1/3 campuran resin ke lembar pertama serat eceng gondok, kemudian diletakkan di atas cairan resin dalam cetakan. Untuk menghilangkan gelembung udara terperangkap saat pengerjaan, maka lamina ditekan - tekan sehingga gelembung udara bisa keluar dengan cara di roll.
  - Selanjutnya tutup cetakan diletakkan di atas lamina untuk meratakan permukaan lamina.
  - Setelah lamina material komposit benar - benar kering, material boleh dikeluarkan dari cetakan.

### Tahap III :

#### ☆ Proses Pembuatan Spesimen Uji

Proses pembuatan material spesimen uji komposit berpenguat serat eceng gondok sebagai berikut :

- Lamina material komposit berpenguat serat eceng gondok yang telah dikeluarkan dari cetakan digambar sesuai bentuk standar benda uji ASTM yang digunakan.
- Sesuai dengan batasan penelitian yang menguji spesimen hanya untuk dua macam arah serat saja, maka laminat tadi digambar/ditandai berdasarkan bentuk standar benda uji ASTM yang digunakan dengan arah sudut yang direncanakan yaitu searah  $0^0$  dan bersilangan  $45^0$ .
- Kemudian spesimen dipotong – potong dengan menggunakan gergaji sesuai dengan jumlah spesimen yang diperlukan untuk tiap – tiap arah sudut.

### d. Pengujian Tarik.

#### Prosedur Pengujian

- Standar Pengujian : ASTM D638 M
- Ukuran Spesimen :

Tabel 1. Data Ukuran Spesimen Komposit Berpenguat Serat Eceng Gondok

Jenis Komposit	Variasi Serat	Spesimen	Lebar ( mm )	Tebal ( mm )	Ao ( mm )	Lo ( mm )
	Sudut $0^0$	1	13.08	6.7	87.63	57
	Anyaman	2	13.75	6.7	92.12	57
		3	14	6.7	93.8	57
		4	13.83	6.7	92.66	57
		5	13.91	6.7	93.19	57
Serat	Sudut $45^0$	1	13.5	7.3	98.55	57
Eceng Gondok	Anyaman	2	13.33	7.3	97.3	57
		3	13	7.3	94.9	57
		4	13.17	7.3	96.14	57
		5	13.67	7.3	99.79	57
	Spesimen	1	12	1	12	57
	Pelepah	2	11	1	11	57
		3	10	1	10	57
		4	12	1	12	57

### HASIL PENGUJIAN TARIK SPESIMEN

Berdasarkan pada uji tarik yang dilakukan terhadap spesimen, diperoleh hasil rata – rata uji tarik untuk keempat variasi lamina sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik Material EGRP

Variasi	Kuat Tarik ( kg/mm <sup>2</sup> )	Modulus Elastisitas ( kg/mm <sup>2</sup> )
Serat $0^0$	0.648	472,46
Serat $45^0$	0.252	149,462
Standar BKI	10	700

### Pembahasan

Pada *Rules And Regulation For The Classification And Construction Of Ships*, Biro Klasifikasi Indonesia ( BKI ), 1996, section 1.C.4.1. 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 :

Tabel 3. Standar Kekuatan Tarik Untuk Material Fiberglass Menurut BKI

Kuat Tarik ( kg / mm <sup>2</sup> )	Modulus Elastisitas Kuat Tarik ( kg / mm <sup>2</sup> )
10	700

Mengacu pada persyaratan BKI ( Tabel 3 ) di atas dan membandingkan nilai hasil uji tarik dari masing – masing variasi arah serat dapat dilihat bahwa variasi arah serat 0<sup>0</sup> dan arah serat 45<sup>0</sup> belum memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Biro Klasifikasi Indonesia.

Kekuatan tarik komposit serat eceng gondok memiliki nilai – nilai yang lebih besar dari standar BKI dengan rasio sebagai berikut :

- Untuk Variasi sudut 0<sup>0</sup>, kekuatan tariknya 93.52 % lebih kecil dari standar BKI dan modulus elastisitasnya 32.50 % lebih kecil dari standar BKI.
- Untuk Variasi sudut 45<sup>0</sup>, kekuatan tariknya 97.48 % lebih kecil dari standar BKI dan modulus elastisitasnya 78.61 % lebih kecil dari standar BKI.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan pada akhir penulisan diantaranya meliputi :

1. Hasil pengujian statistik dengan metode *Tail Test* ( T-Test ) menunjukkan bahwa variasi pada arah serat eceng gondok dengan pola anyaman memberikan pengaruh pada kekuatan tarik komposit berpenguat serat eceng gondok.
2. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik serat eceng gondok dengan variasi arah serat searah 0<sup>0</sup> lebih besar daripada arah serat bersilangan 45<sup>0</sup>. Dimana nilai arah serat 0<sup>0</sup> menunjukkan nilai kekuatan tarik serat 0<sup>0</sup> searah sebesar 0.648 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai kekuatan tarik arah serat 45<sup>0</sup> bersilangan sebesar 0.252 kg/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai modulus elastisitas arah serat 0<sup>0</sup> searah sebesar

472.46 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai modulus elastisitas arah serat 45<sup>0</sup> bersilangan sebesar 149.462 kg/mm<sup>2</sup>. Akan tetapi, nilai hasil pengujian tersebut ; nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas belum dapat digunakan sebagai serat penguat dalam pembuatan kulit badan kapal karena belum memenuhi nilai standar persyaratan yang disyaratkan oleh pihak BKI yaitu nilai standar kekuatan tarik sebesar 10 kg/mm<sup>2</sup> dan modulus elastisitas sebesar 700 kg/mm<sup>2</sup>.

Dalam penelitian ini penulis merasa masih banyak kekurangan – kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan peralatan, dana, dan waktu, sehingga untuk peneliti selanjutnya perlu mempertimbangkan hal – hal berikut :

1. Untuk pengolahan serat penguat disarankan untuk metode penyisiran dengan sikat kawat dilakukan secara hati-hati agar mendapatkan serat yang panjang, diameter serat yang seragam (agar memenuhi unsur homogenitas serat) dan memudahkan dalam penganyaman.
2. Karakteristik dari serat eceng gondok tidak cocok dengan pola anyaman karena dari hasil penyisiran serat yang dihasilkan pendek dan kurang seragam sehingga sulit untuk dianyam. Oleh karena itu disarankan agar menggunakan *metode randomly oriented discontinuous fiber* ( *Chopped Standard Mat* ).
3. Dalam melakukan pengecoran resin, hendaknya dilakukan diruang tertutup, hal ini untuk mengurangi terjadinya gelembung udara yang terperangkap dalam lamina yang menyebabkan konsentrasi tegangan sehingga dapat mengurangi kekuatan lamina itu sendiri.
4. Dalam pembuatan spesimen, perlu diperhatikan untuk menjaga ketelitian mulai dari penyiapan alat dan bahan, pembuatan spesimen, suhu temperatur kamar hingga uji tarik, hal ini bertujuan agar diperoleh hasil spesimen uji yang benar-benar baik, homogen dan ukuran spesimen yang presisi.
5. Penelitian yang dilakukan terhadap spesimen material komposit serat eceng gondok ini hanya mencakup pengujian tarik. Oleh karena itu, disarankan juga dilakukan pengujian lainnya seperti uji impak, bending, fatigue, dan uji kekedapan

terhadap air untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari material.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Biro Klasifikasi Indonesia,1996.”*Rules and Regulation for The Classification and Construction of Ships*”, Jakarta.
- Chawla,K.K.,1987. “ *Composite Materials* ”. Springer – Verlag New York Inc, Germany.
- Gibson,R.F.,1994.”*Principal of Composite Material Mechanics*”. MC.Graw Hill.
- Jones,R.M.,1975.” *Mechanics of Composite Materials*”.Scripta Book, Company Washington DC.
- Van Vlack,L.H., 1992. “ **Ilmu dan Teknologi Bahan** ”, Edisi ke 5, Erlangga, Bandung
- Gibbs & Fox, 1960. “*Marine Manual Design of FRP* “MC.Graw Hill
- Justus Sakti Raya Corporation, - , PT .“ **Pengenalan Fiber Glass Reinforced Plastics ( FRP )** ” . Technical Information, Jakarta – Indonesia.
- Lee,S.M., 1992. “*International Encyclopedia of Composite*”.VCH Publisher, New York.
- Joko Sisworo, Sarjito, 2005. “**Catatan Kuliah Mata Kuliah Kapal Non-ferro** ”. Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Purboputro, I. Pramuko, 2005 ”*Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Eceng Gondok dengan Matrik Poliester* ”. Tugas Akhir Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UMS.
- 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.
- Ginting, M. Hendra, dkk “*Pengendalian Bahan Komposit*”.Tugas Akhir Teknik Kimia, Fakultas Teknik, USU.
- Yulian Taurista, Antonia, dkk. “*Komposit Lamina Bambu Serat Woven Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Fiberglass Pada Kulit Kapal*”. Jurusan Teknik Material, ITS.
- Widayanto, R. Dimas, 2004. “*Kekuatan Tarik Material Komposit Serat Bambu Pada Matrik Polyester Resin Yang Mengalami Proses Two Step Curing*” Tugas Akhir Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- ....., 2006. “ *Standart Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials* ”. ASTM D. 638 / D 638 M.