



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENELITIAN MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT
SERAT ALAM UNTUK WADAH IKAN HIDUP PORTABLE**

SKRIPSI

**DHIKI RAMADHANI
0606077730**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JANUARI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENELITIAN MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT
SERAT ALAM UNTUK WADAH IKAN HIDUP PORTABLE**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**DHIKI RAMADHANI
0606077730**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JANUARI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENELITIAN MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT ALAM UNTUK WADAH IKAN HIDUP PORTABLE

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Nama : Dhiki Ramadhani

NPM : 0606077730

Tanda Tangan :

Tanggal : Januari 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Dhiki Ramadhani
NPM : 06 06 07 7730
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Skripsi : Penelitian Material Komposit Berpenguat Serat Alam untuk Wadah Ikan Hidup Portable

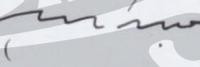
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

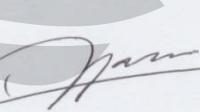
DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Sunaryo, Ph.D ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Sc, M. Eng ()

Penguji : Ir. Marcus A. Talahatu, M.T ()

Penguji : Ir. Mukti Wibowo ()

Penguji : Ir. Hadi Tresna Wibowo ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 10 Januari 2011

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perkapalan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Ir. Sunaryo, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ir. M. A. Talahatu, MT, Dr. Ir. Yanuar, M.Sc, M.Eng M.T, Ir. Hadi Tresno Wibowo, Ir. Mukti Wibowo selaku dosen pada program studi Teknik Perkapalan yang telah menularkan ilmu dan pengalamannya.
3. Bapak Sumadi dan Mama Barkah tercinta, yang senantiasa memanjatkan doa kepada sang Khaliq dan begitu sabar memberikan nasihat dan dukungannya sehingga skripsi ini terselesaikan. Adik terhebat, Randi Rahmadhi, saya berdoa semoga skripsinya selalu dimudahkan oleh Allah SWT.
4. Winda Karlina, belahan jiwa yang selalu mendukung dan mengingatkan untuk tetap semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Kemal Permadi, Gery Liston, Raka Cahya Pratama, dan Satrio, teman seperjuangan yang sangat membantu dan menyelamatkan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Para sahabat, teman dekat dan pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah disebutkan di atas. Semoga skripsi ini membawa manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Desember 2010

Dhiki Ramadhani

HALAMAN PERNYATAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang beretanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhiki Ramadhani
NPM : 06 06 07 7730
Program Studi : Teknik Perkapalan
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Rights*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Penelitian Material Komposit Berpenguat Serat Alam Untuk Wadah Ikan Hidup Portable”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal :

Yang menyatakan,

(Dhiki Ramadhani)

ABSTRAK

Nama : Dhiki Ramadhani
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul : Penelitian Material Komposit Berpenguat Serat Alam Untuk
Wadah Ikan Hidup Portable

Pengangkutan ikan hasil tangkapan nelayan tradisional merupakan hal penting setelah penangkapan ikan. Penggunaan wadah angkut ikan merupakan salah satu upaya menjaga kualitas ikan. Selama ini pemanfaatan wadah angkut ikan masih kurang efektif dan efisien sehingga terjadi kerugian karena kualitas dan nilai jual ikan rendah. Penelitian ini difokuskan pada kajian rancang bangun wadah angkut yang mudah dipindahkan dan ramah lingkungan agar ikan bernilai jual tinggi. Wadah dirancang untuk ikan hidup yang diperlengkapi sirkulasi air dan udara serta penyaringan kotoran sehingga salinasi dan pH air terkendali. Bahan wadah terbuat dari material komposit berpenguat serat pisang abaca. Komposit dibentuk menjadi anyaman tenunan dan anyaman tikar. Dari hasil pengujian tarik diperoleh kekuatan tarik rata – rata sebesar 9 MPa dan tegangan luluh rata – rata sebesar 6,538 MPa. Sedangkan hasil perhitungan pembebanan pelat diperoleh tebal komposit minimum sebelum terjadi defleksi 3 mm yaitu 3,27 mm.

Kata kunci : ikan hidup, serat pisang abaca, kekuatan tarik, tegangan luluh rata - rata, wadah

ABSTRACT

Name : Dhiki Ramadhani

Study Progame: Naval Architecture

Theme : Research on The Natural Fiber Reinforced Composite for
Portable Life Fish Container

Transportation of fish catches is an important traditional fishing after catching a fish. The use of container transport fish is one of the efforts to maintain the quality of fish. During this time fish transport container utilization is still less effective and efficient so that there is a loss because of the quality and value of fish sold low. This study focused on the study design of container transport is easily removable and friendly environment for high value fish. Containers designed for live fish equipped air circulation and filtration of water and dirt so that the salinization and water pH control. Material container made of composite materials berpenguat abaca fiber. Composite formed into woven fabrics and woven mats. From the results obtained by tensile testing tensile strength - average of 9 MPa and yield stress - average of 6.538 MPa. While the calculation results obtained by the imposition of a thick composite plate minimum before the deflection of 3 mm is 3.27 mm.

Keywords : life fish, abaca fiber, tensile strength, means of yield stress, container

DAFTAR ISI

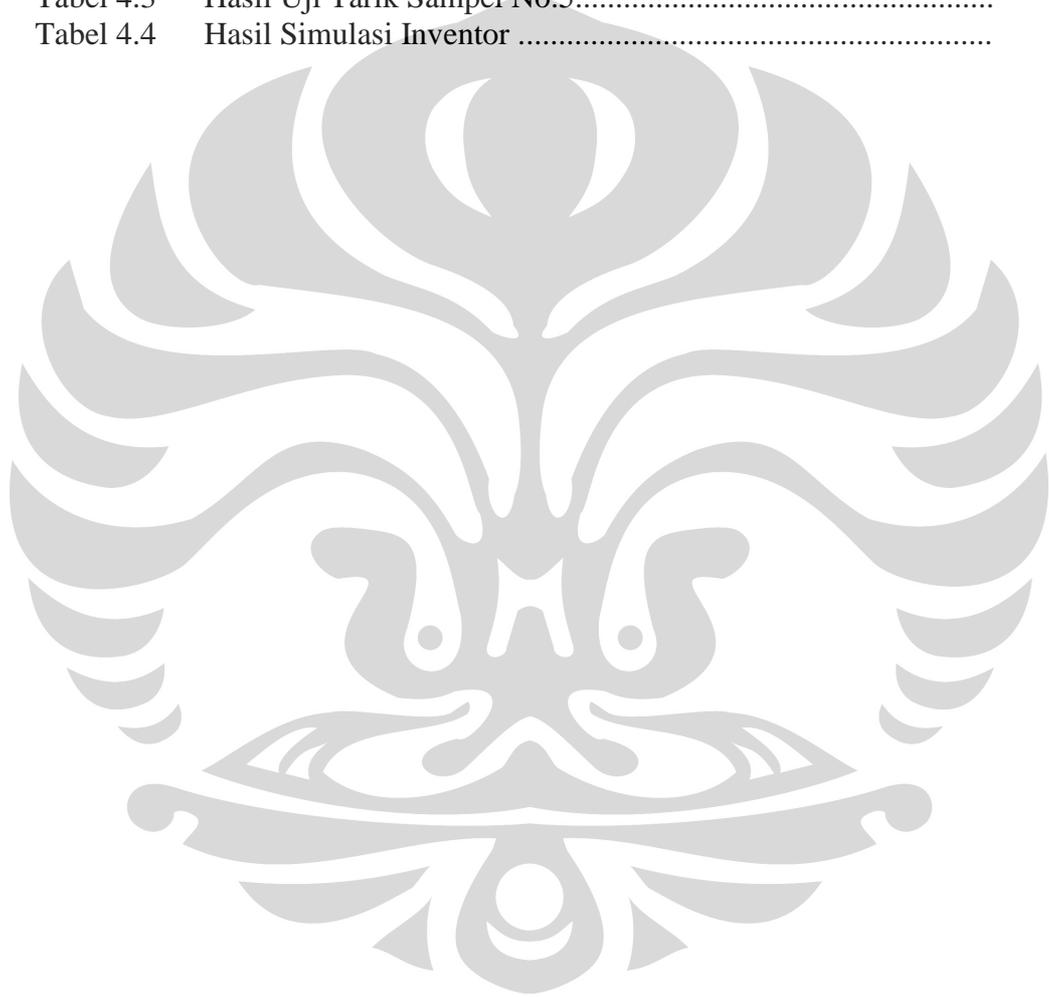
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	01
1.1 Latar Belakang	01
1.2 Masalah	03
1.3 Tujuan Penelitian	04
1.4 Metodologi Penelitian	04
1.5 Sistematika Penulisan	06
BAB II LANDASAN TEORI	08
2.1 Komposit	08
2.2 Material Penguat	11
2.2.1 Panen Pisang Abaca	14
2.2.2 Sifat Fisik Dan Kimia Serat Abaca	15
2.3 Resin	16
2.4 Fabrikasi Komposit	18
2.5 Teori Mikromekanika Komposit	18
2.6 Teori Kegagalan	20
2.7 Komposit Serat Abaca	21
2.8 Perhitungan Pembebanan Pelat	21
BAB III EKSPERIMENTAL	23
3.1 Pembuatan Komposit	23
3.1.1 Metode Fabrikasi Komposit	23
3.1.2 Bahan Dan Alat Yang Digunakan	23
3.1.3 Fabrikasi Komposit	24
3.2 Metode Penelitian Dan Standardisasi Pengujian Komposit	27
3.2.1 Metode Penelitian	27
3.2.2 Pengujian Komposit	27
3.3 Perancangan Wadah	28
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	30
4.1 Hasil Uji Tarik Komposit	30
4.2 Analisa Hasil Uji Tarik Komposit	34
4.2.1 Sampel Anyaman Tenunan	34
4.2.2 Sampel Anyaman Tikar	34
4.3 Perhitungan Pembebanan Pelat	34

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
DAFTAR REFERENSI.....	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Fisik Serat Abaca.....	15
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Serat Abaca.....	15
Tabel 2.3	Data Serat Pisang Abaca.....	16
Tabel 2.4	Data Resin Epoksi.....	17
Tabel 2.5	Data Komposit Abaca.....	21
Tabel 4.1	Hasil Uji Tarik Sampel No.1.....	31
Tabel 4.2	Hasil Uji Tarik Sampel No.4.....	32
Tabel 4.3	Hasil Uji Tarik Sampel No.5.....	33
Tabel 4.4	Hasil Simulasi Inventor.....	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram alir rencana penelitian	6
Gambar 2.1	Komposit	9
Gambar 2.2	Foto Mikro Kayu Lapis (<i>Plywood</i>)	9
Gambar 2.3	Foto Mikro <i>Fiberglass</i>	9
Gambar 2.4	Foto Mikro Beton	10
Gambar 2.5	Komposit Laminat	10
Gambar 2.6	Komposit dengan Struktur <i>Sandwich</i>	10
Gambar 2.7	Penguat	11
Gambar 2.8	Matriks	11
Gambar 2.9	Serat pisang abaca	14
Gambar 2.10	Lambang Polimer	17
Gambar 2.11	Profil Pembebanan Pelat	21
Gambar 3.1	Serat Abaca	23
Gambar 3.2.	Resin Epoksi Dan Hardener Epoksi	23
Gambar 3.3	Maximum Mold Release Wax	24
Gambar 3.4	Bingkai Triplek	25
Gambar 3.5	Hasil Anyaman Tikar	25
Gambar 3.6	Tenunan Abaca	25
Gambar 3.7	Komposit Anyaman Tenunan	26
Gambar 3.8	Komposit Anyaman Tikar	27
Gambar 3.9	Rancangan Wadah	29
Gambar 4.1	Kurva Tegangan (MPa) – Regangan Sampel No.1	31
Gambar 4.2	Kurva Tegangan (MPa) – Regangan Sampel No.4	32
Gambar 4.3	Kurva Tegangan (MPa) – Regangan Sampel No.5	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia dengan lebih kurang 17.480 pulau dan dengan garis pantai sepanjang 95.181 km mendudukkan Indonesia sebagai negara yang memiliki garis pantai terpanjang keempat dunia setelah Amerika Serikat, Kanada, dan Rusia, sesuai peumuman PBB pada tahun 2008. Kondisi geografis dengan luas total lautan sekitar 3.544.743 km² seharusnya membuat nelayan sejahtera karena berlimpahnya sumber daya alam kelautan namun pada kenyataannya sebagian besar nelayan hidup dalam kemiskinan. Masalah ini disebabkan oleh pemerintah yang belum berperan banyak dalam menurunkan biaya produksi perikanan. Hal ini terlihat dari terus meningkatnya harga pakan dan kurangnya pasokan bahan bakar minyak untuk nelayan. Hal ini juga disebabkan masih rendahnya penguasaan Ilmu Pengetahuan dan teknologi (IPTEK) untuk penangkapan ikan dan pembudidayaan sumber daya kelautan serta cara pengangkutan hasil tangkapan nelayan tradisional yang sering berakibat menurunnya nilai tambah hasil tangkapan dan tingginya nilai kerugian (*losses*). Selain itu meningkatnya penangkapan ikan secara besar-besaran oleh perusahaan penangkapan ikan dan kapal-kapal ikan asing baik yang legal maupun illegal sehingga terjadi *over fishing*.

Nelayan tradisional masih menganut paradigma untuk menangkap sebanyak mungkin ikan tanpa mempertimbangkan jenis, mutu dan nilai jual ikan sehingga sering kali hasil tangkapan mereka membusuk atau rusak akibat pengangkutan yang tidak tepat (*losses* tinggi). Sedangkan di pasaran lokal maupun internasional banyak permintaan jenis - jenis ikan tertentu dalam keadaan hidup seperti ikan kerapu, lobster, kakap, dan sebagainya yang memiliki nilai jual tinggi. Di samping sebagai negara yang memiliki lautan luas, Indonesia juga salah satu negara dengan potensi serat alam terbesar di dunia. Salah satu potensi kekayaan alam yang belum termanfaatkan adalah serat alam. Potensi serat alam Indonesia sangat melimpah tetapi belum dimanfaatkan secara optimal, misal serat rami, serat bambu, serat rotan, serat kelapa, serat nanas, serat pisang dan berbagai

serat alam lainnya. Memperhatikan permasalahan di atas, maka pada skripsi ini diajukan usulan teknologi tepat guna yang dapat dipergunakan oleh nelayan untuk membawa hasil tangkapan atau hasil budidaya mereka dengan *losses* serendah mungkin dengan menggunakan material dalam negeri sehingga harganya dapat terjangkau oleh nelayan kecil dan dapat meningkatkan kesejahteraan mereka.

Penelitian yang dilakukan adalah suatu kajian rancang bangun wadah atau *container* yang mudah dipindahkan (*portable*) untuk pengangkutan ikan hidup yang bernilai jual tinggi untuk pasar ekspor dan pasar lokal yang permintaannya juga cukup tinggi dengan menggunakan bahan komposit berpenguat serat alam. Wadah atau *container* yang akan dirancang dimaksudkan untuk penempatan ikan hidup hasil tangkap atau budidaya diisi dengan air laut tempat habitat ikan, yang diperlengkapi dengan sistem sirkulasi air dan udara, serta penyaringan kotoran sehingga salinasi dan pH air akan selalu terkendali dan ikan akan dapat bertahan hidup lama. Bahan komposit yang akan dipakai menggunakan material dalam negeri dan ramah lingkungan sehingga harganya dapat terjangkau oleh nelayan.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengangkut ikan dalam kondisi hidup. Contoh alat angkut ikan yang pernah dibuat seperti kantong plastik besar yang diisi oksigen, bak berisi air laut seperti aquarium, kotak plastik yang dipasang alat sirkulasi air, pemingsanan ikan dengan temperatur rendah, serta kapal khusus pengangkut ikan hidup seperti yang dirancang BPPT. Walaupun cara-cara tersebut dapat membawa ikan dalam keadaan hidup untuk waktu tertentu tetapi tidak cukup praktis untuk dipindah-pindahkan pada saat dilakukan alih moda transportasi atau proses bongkar muat dan kurang dapat mempertahankan daya hidup ikan yang cukup lama karena berbagai kondisi lingkungan dalam proses transportasi, seperti guncangan air (*sloshing*) ketika kapal berlayar, *free surface* air pada kapal yang dapat membahayakan stabilitas kapal, berubahnya salinasi dan pH air akibat kepekatan campuran kotoran dengan air, dan sebagainya.

Dari segi material, sebagian besar wadah yang sering dipakai saat ini menggunakan bahan sintesis seperti *fiberglass* atau plastik yang tidak ramah lingkungan serta sebagian besar merupakan produk impor. Jenis material lainnya menggunakan bahan kayu atau logam yang harganya relatif mahal dan bobotnya

cukup berat sehingga kurang praktis untuk dipindah-pindahkan. Sedangkan wadah yang akan dirancang ini menggunakan bahan komposit berpenguat serat alam, dalam hal ini serat pisang abaca. Hasil penelitian sebelumnya yaitu dari sekitar 10 jenis tanaman berserat yang tumbuh di Indonesia, disimpulkan bahwa serat pisang abaca memiliki paling banyak keunggulan dari segi panjang serat, kekuatan, ketersediaan, cara pembudidayaan, dan faktor ramah lingkungan yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan kesuburan lahan, serta tidak membahayakan untuk kesehatan (*biodegradeble*). Beberapa industri dunia telah menggunakan serat abaca ini untuk produk-produknya seperti komponen kendaraan bermotor (Mercedes Benz), kertas untuk uang (Cina dan Brazil), bahan pakaian (Filipina), bahan untuk tali tambat kapal, kotak makanan yang *biodegradeble*, dan lain-lain. Berdasarkan karakteristik yang ditemukan, serat pisang abaca memiliki potensi yang sangat besar untuk dipergunakan sebagai material wadah untuk transportasi ikan hidup.

1.2 MASALAH

1.2.1 Rumusan Masalah

Penelitian ini berfokus kepada pengurangan kerugian (*losses*) nelayan saat pengangkutan hasil tangkapan ikan sehingga meningkatkan nilai tambah ikan yang akan berpengaruh terhadap kesejahteraan nelayan.

1.2.2 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini masalah dibatasi pada hal – hal berikut :

- Penggunaan serat alam dari pisang Abaca sebagai penguat dalam pembuatan komposit.
- Serat pisang Abaca yang digunakan sudah dalam bentuk siap pakai tanpa harus memproses dari bahan awal.
- Matriks yang digunakan adalah polimer jenis thermosetting yaitu resin epoksi Bisphenol A – epichlorohydrin dan hardener polyminoamide.

- Teknik pencetakan atau fabrikasi komposit menggunakan sistem *Hand Lay-up*.
- Pengujian material komposit disesuaikan dengan standar ASTM D 3039 (*Standard test method for tensile properties of Polymer Matrix Composite Materials*).
- Komposit berpenguat serat Abaca didesain dalam bentuk anyaman (woven) seperti tikar dengan jumlah serat per bundelnya sekitar 25 – 40 lembar dan anyaman hasil tenunan seperti tekstil dengan tebal sekitar 0,5 mm yang berlapis serat abaca orientasi acak (*Chopped Strand Mats*).

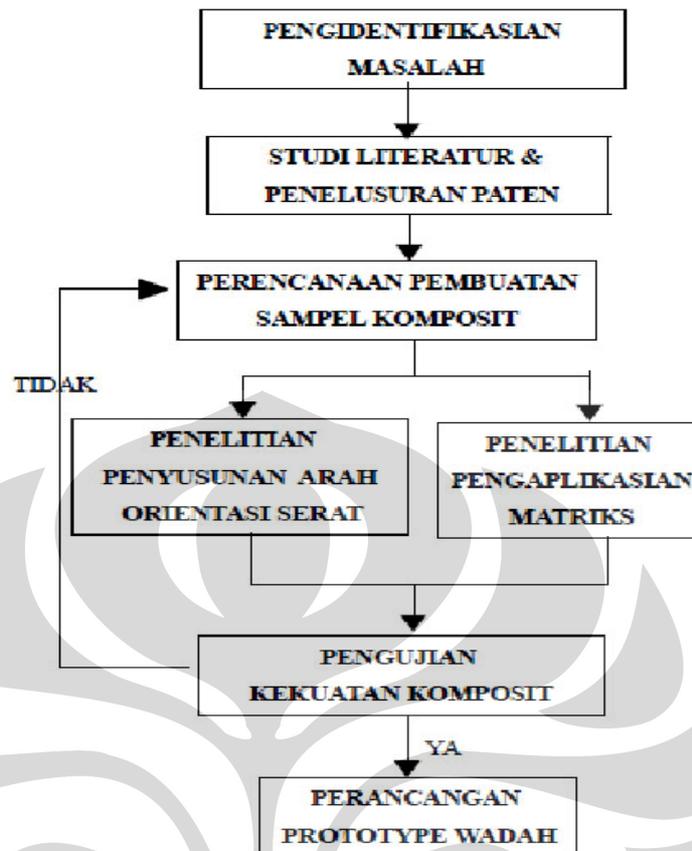
1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Mendapatkan teknologi tepat guna yang dapat meningkatkan nilai hasil pasca panen nelayan dengan cara pengangkutan ikan hidup yang praktis, mampu mempertahankan tingkat hidup ikan setinggi mungkin (meminimalkan *losses*), dengan biaya produksi yang relatif terjangkau, dan peralatan utamanya terbuat dari material produk dalam negeri yang ramah lingkungan.
2. Menguasai cara pembuatan wadah pengangkutan ikan hidup dengan material komposit berpenguat serat alam sehingga dapat disosialisasikan cara pembuatan dan penggunaannya kepada masyarakat nelayan pesisir pantai secara meluas.
3. Menyelaraskan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya sebagai kesatuan visi dalam rangka meningkatkan penghasilan dan kesejahteraan nelayan Indonesia.
4. Mendapatkan nilai tambah dari serat Abaca sebagai penguat dalam komposit berpenguat serat alam.

1.4 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengidentifikasian permasalahan yakni tingginya *losses* pada proses pengangkutan hasil tangkapan atau hasil budidaya perikanan nelayan pesisir pantai akibat kurang baiknya metode pengangkutan yang diterapkan, sedangkan di pihak lain terbukanya peluang pasar yang tinggi akan ikan hidup.
2. Untuk mengetahui seberapa jauh penelitian-penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan proses pengangkutan ikan hidup, sistem yang dipergunakan, maupun material yang dipergunakan untuk wadah yang dipakai, maka dilakukan studi literatur dan penelusuran paten baik yang telah dilakukan di dalam negeri maupun secara internasional.
3. Kemudian penelitian ini difokuskan pada perancangan komposisi dan cara pembuatan material wadah yang terbuat dari komposit berpenguat serat pisang abaca. Karena penelitian kekuatan serat pisang abaca telah dilakukan sebelumnya, maka penelitian langsung diarahkan kepada perancangan pembuatan sampel kompositnya.
4. Sampel komposit akan mengalami pengujian kekuatan tarik untuk mengetahui apakah komposit ini layak untuk dipakai sebagai wadah pengangkut ikan dengan perkiraan pembebanan yang akan dialami dari hasil simulasi pemodelan Inventor.



Gambar 1.1 Diagram Alir Rencana Penelitian

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan skripsi ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang teori – teori yang berkaitan dengan penulisan skripsi yaitu tentang penjelasan komposit, material penguat, resin, fabrikasi komposit.

BAB III : EKSPERIMENTAL

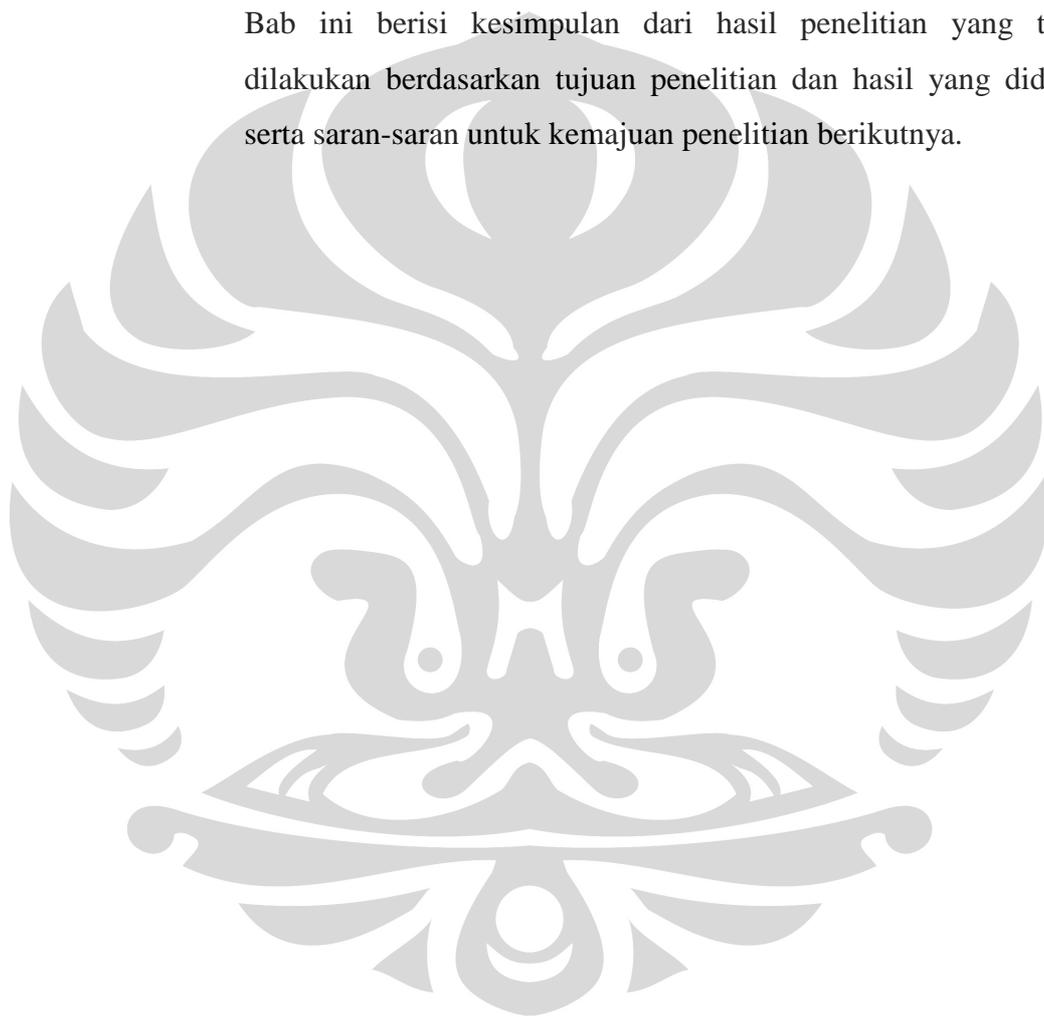
Bab ini menjelaskan tentang pembuatan komposit, metode dan standardisasi pengujian komposit, perancangan wadah ikan hidup.

BAB IV : HASIL DAN ANALISIS

Bab ini berisi data-data hasil penelitian, perhitungan data-data tersebut, grafik, serta analisis mengenai hasil yang diperoleh. Bab ini membahas data-data yang terkumpul dari pengujian dan perhitungan pembebanan pelat. Dari data yang diperoleh lalu dianalisis untuk mendapat kesimpulan.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan tujuan penelitian dan hasil yang didapat serta saran-saran untuk kemajuan penelitian berikutnya.



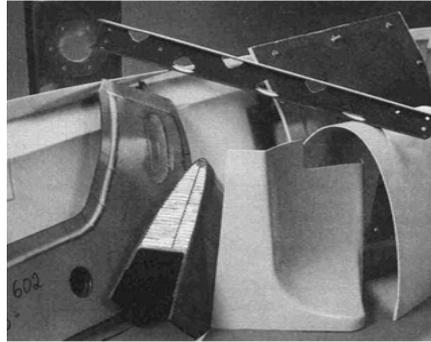
BAB II LANDASAN TEORI

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. Material komposit mempunyai sifat yang berbeda dari material yang umum atau biasa digunakan. Sedangkan proses pembuatannya melalui pencampuran yang tidak homogen sehingga kita dapat lebih leluasa dalam merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan cara mengatur komposisi dari material pembentuknya.

komposit juga dapat didefinisikan sebagai perpaduan dari bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing-masing material penyusun untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang unik dibandingkan sifat material dasar sebelum dicampur dan terjadi ikatan permukaan antara masing-masing material penyusun. Sifat maupun karakteristik dari komposit ditentukan oleh :

- Material yang menjadi penyusun komposit
Karakteristik komposit ditentukan oleh karakteristik material penyusun menurut *rule of mixture* sehingga akan berbanding secara proporsional.
- Bentuk dan penyusunan struktural dari penyusun.
- Interaksi antar penyusun.

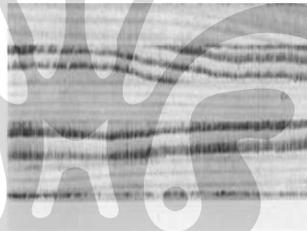


Gambar 2.1 Komposit

Komposit diklasifikasikan berdasarkan bentuk dari jenis penguatnya (*reinforcement*) sebagai berikut :

- Partikel (*particulate composite*)
- Serat (*fiber composite*)
- Struktural yang berarti cara penggabungan material komposit

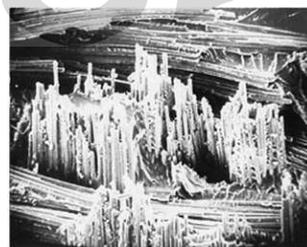
Berikut adalah beberapa contoh dari komposit :



(a)

Gambar 2.2 Foto Mikro Kayu Lapis (*Plywood*)

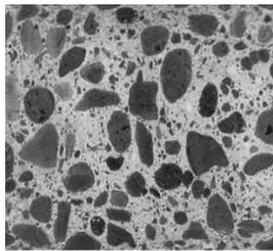
Kayu lapis adalah komposit laminat dari lapisan veneer kayu.



(b)

Gambar 2.3 Foto Mikro *Fiberglass*

Fiberglass adalah jenis komposit dengan penguat serat kaca.

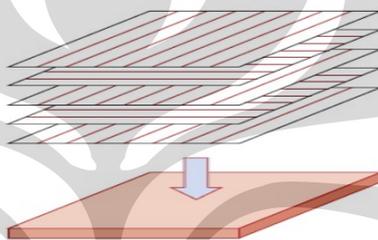
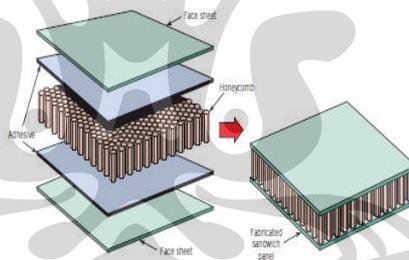


(c)

Gambar 2.4 Foto Mikro Beton

Beton merupakan jenis komposit dengan penguat pasir kasar.

Berdasarkan struktur, komposit dapat dibagi menjadi dua yaitu struktur *laminat* dan struktur *sandwich*.

**Gambar 2.5 Komposit Laminat****Gambar 2.6 Komposit dengan Struktur Sandwich**

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

1. Penguat (*reinforcement*), umumnya berbentuk serat dan partikel yang mempunyai *ductility* yang rendah tetapi lebih rigid dan lebih kuat.



Gambar 2.7 Penguat

2. Matriks, umumnya memiliki *ductility* yang tinggi tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah.



Gambar 2.8 Matriks

2.2 Material penguat (*reinforcement*)

Fungsi material penguat (*reinforcement*) adalah menahan beban utama komposit. Salah satu bentuk dari penguat yaitu serat (*fiber*). Kriteria yang harus dipertimbangkan dalam memilih penguat komposit berjenis serat adalah :

- elongasi saat patah,
- kestabilan thermal,
- sifat tarik menarik (adhesi) antara fiber dan matriks,
- dynamic behavior,
- harga dan biaya produksi.

Serat yang digunakan seharusnya mempunyai diameter yang lebih kecil dari diameter matriksnya dan mempunyai kekuatan tarik yang tinggi. Serat dapat diklasifikasikan berdasarkan material pembentuknya yaitu serat sintesis dan serat alam. Contoh serat sintetis diantaranya serat kaca (*fiberglass*), aramid fiber

(*kevlar*), serat karbon (*carbon fiber*). Sedangkan contoh serat alam yang terkenal di masyarakat diantaranya yaitu serat jute, serat rami, kapas, serat bambu, serat rotan, serat pisang belitung, serat pisang abaca, dan sebagainya.

Serat sintetis atau serat buatan memiliki kelebihan seperti serat yang kuat, tahan korosi dan panas dan mudah diproduksi secara massal. Namun serat sintetis juga memiliki kekurangan yaitu tidak dapat terurai oleh bakteri sehingga tidak ramah lingkungan. Salah satu contoh serat sintetis yang biasa digunakan dalam industri plastik dan industri perkapalan adalah serat kaca (*fiberglass*). Serat ini relatif lebih murah dibandingkan serat sintetis yang lain dan memiliki karakteristik yang baik. Serat ini biasa digunakan dalam sebagian besar aplikasi kelautan disamping serat polimer seperti kevlar atau serat carbon.

Serat alam adalah serat yang terdapat pada tumbuhan atau bulu hewan yang digunakan sebagai bahan alternatif pengganti serat sintetis. Kelebihan dari serat alam diantaranya yaitu harga bahan baku yang murah karena tersedia di alam, densitas yang rendah, dan dapat diperbaharui. Sedangkan kekurangan dari serat alam diantaranya yaitu kekuatan tarik dan modulus tarik yang masih berada di bawah serat sintetis, dimensi serat yang bervariasi dan tidak beraturan sehingga kualitas serat berbeda – beda, hasil panen yang fluktuatif tergantung iklim, dan penyakit tanaman. Dalam penelitian ini digunakan serat pisang abaca yang berasal dari alam sebagai penguat komposit.

Pohon pisang abaca (*Musa Textilis Ne*) adalah tumbuhan keluarga pisang yang berasal dari philipina dan banyak tumbuh liar di hutan. Abaca merupakan tanaman penghasil serat yang banyak digunakan sebagai bahan baku tekstil, bahan baku kerajinan dan kertas. Selain itu, abaca mempunyai sifat fisik yang kuat, tahan lembab dan air asin sehingga baik untuk digunakan sebagai bahan baku kertas berkualitas tinggi yang tahan simpan seperti uang dan kertas dokumen dan banyak digunakan sebagai bahan pembuat tali kapal laut karena seratnya kuat. Namun pisang abaca memiliki keistimewaan tersendiri diantaranya tidak berbuah, bila terjadi pembuahan bentuk pisangnya kecil berbatu dan tidak dapat dimakan sehingga sering disebut sebagai pisang jantan atau mandul. Produksi abaca dapat

dilakukan dengan bonggol (*vegetatif*) dan bibit melalui biji. Berdasarkan klasifikasi tanaman pohon pisang abaca ini termasuk ke dalam :

Divisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledoneae

Bangsa : Zyngiberales

Keluarga : Musaceae

Genus : Musa

Species : Textilis

Nama Daerah : Kofo sangi (*Minahasa – menado*), Pisang benag, Pisang Manila Cau manila (*sunda*), Pisang sutra, kofo (*manado*), Walri (*talaud*) Hote, Rote, Walid, Vezelpisang (*Belanda*).

Tanaman pisang abaca dapat tumbuh subur di daerah tropis termasuk kawasan Indonesia dengan memiliki persyaratan yang mendekati kriteria sebagai berikut :

ketinggian daerah : 30 – 100 m dpl

curah hujan : minimal 2000 mm

kelembaban udara : 78 – 88 %

temperatur udara : 18 – 30 °C

jenis tanah : 5 – 8 (pH normal lebih subur)

pancaran sinar matahari : cukup

drainase : cukup.

Perbedaan untuk setiap jenis pisang abaca dapat ditentukan oleh warna batang dan bentuk jantung. Berdasarkan pengamatan di lapangan pisang abaca dapat digolongkan ke dalam empat kelompok yaitu jenis Tangongon, jenis Manguindanao, jenis Bungalanon, dan jenis Aupan.



Gambar 2.9 Serat Pisang Abaca

Batang abaca yang ditebang seluruh pelepah daunnya harus dipotong yang tersisa tinggal batangnya. Batang pisang dipotong bagian bawah dengan cara potongan miring 30° – 45° . Hal ini dimaksudkan agar sisa penebangan tersebut tidak terjadi pengendapan air pada batang sehingga akan mengakibatkan tumbuhnya mikroorganisme. Batang pisang yang ditebang selanjutnya dilakukan pemisahan pada setiap lapisan / pelepah batang. Secara umum, cara penyeratan (dekortisasi) serat abaca dapat dilakukan melalui 3 cara yaitu :

- Menggunakan pisau penyerat (*Hand Stripping*)
Cara penyeratan dengan tangan dan berkapasitas antara 8 – 20 kg serat / hari
- Menggunakan mesin penyerat (*spindle Stripping*) berkapasitas 40 - 60 kg serat / hari / orang
- Menggunakan mesin penyerat Corona berkapasitas 450 kg serat / jam.

2.2.1 Panen Batang Pisang Abaca

Pemanenan atau penebangan batang pisang yang paling baik dilakukan pada saat tanaman tersebut membentuk daun bendera pertama yaitu pelepah daun yang keluar paling akhir dengan bentuk lebih pendek atau dapat juga dilaksanakan pada saat muncul bunga bakal buah, keadaan yang seperti ini dapat dikatakan bahwa tanaman tersebut sudah mencapai pertumbuhan vegetatif maksimum dimana tidak akan tumbuh daun baru lagi. Secara umum bila dijabarkan dalam hitungan bulan maka interval umur tanaman yaitu 18 – 24 bulan.

2.2.2 Sifat Fisik dan Kimia Serat Abaca

Sifat fisik serat abaca dapat dilihat secara visual seperti warna serat, ketebalan serat, panjang serat, dan kekasarannya. Pengujian kualitas serat yang diperlukan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia serat.

Tabel 2.1 Sifat Fisik Serat Abaca

Parameter	Bongolanon	Manguindano	Tangongon	Banyuwangi
Kekuatan tarik kg/g.m	104,34	111,56	44,58	-
Daya regang %	12,35	10,65	Nr	-
Kehalusan serat g/100m	24,14	17,81	30,08	-
Panjang serat mm	5,49	5,72	6,12	4,79
Diameter serat Um	19	24,8	23	16,27
Tebal dinding Um	3,5	4,7	5	4,76
Diameter lamena Um	12	12,9	13,9	6,76
Bilangan Runkel	0,58	0,73	0,8	1,4

Kandungan kimia serat abaca memiliki karakteristik yang berbeda untuk varietas yang berbeda, sifat kimia merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk membantu dalam proses pemasakan serat abaca yang akan digunakan sebagai bahan baku pulp kertas atau rayon. Berikut ini hasil pengujian kandungan kimia serat abaca dengan varietas yang berbeda.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Serat Abaca

Parameter	Bongolanon	Manguindano	Tangongon	Banyuwangi
Lignin (%)	10,7	10,53	9,7	11,19
Pentosan (%)	16,3	Nr	16,2	17,9
Holosekulosa (%)	87	83,63	87,7	-
Alphaselulosa (%)	59	56,63	63,9	59,9
Hemiselulosa (%)	Nr	16,01	Nr	-
Kadar abu (%)	1,31	0,97	0,8	1,16

Kelarutan dalam:				
1% NaOH(%)	21,43	17,6	22,4	32,03
Air panas(%)	2,46	Nr	1,2	12,48
Air dingin(%)	1,39	0,5	nr	1,8

Pengujian karakteristik serat pisang abaca dengan standar pengujian ASTM D 3379-75 (*Standart Test Method for Tensile Strength and Young's Modulus for High Single Filament Material*) menghasilkan data sebagai berikut :

Tabel 2.3 Data Serat Pisang Abaca

<i>Property</i>	<i>Units</i>	<i>Value</i>
<i>Ultimate Tensile Stress (σ_f)</i>	MPa	434,654
<i>Elongation (ϵ_f)</i>	%	19
<i>Tensile modulus (E_f)</i>	GPa	22,34
<i>Density (ρ_f)</i>	kg/m ³	550
<i>Diameter</i>	mm	0,2075
<i>Poisson ratio (ν_f)</i>	-	0,2

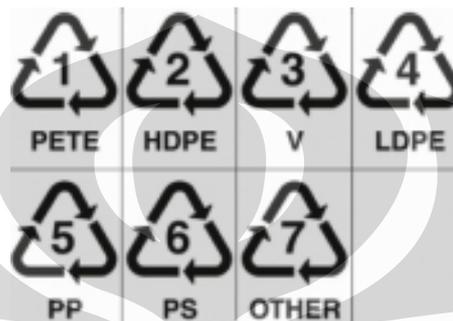
2.3 Resin

Menurut Gibson R.F, matriks dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer (*polymer matriks composite*), logam (*metal matriks composite*), maupun keramik (*ceramics matriks composite*). Matriks adalah pengisi ruang komposit yang diperkuat dengan serat. Matriks memiliki peran penting dalam komposit yaitu :

1. mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur,
2. mendistribusikan beban ke serat,
3. melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan,
4. menyumbangkan beberapa sifat seperti kekakuan, ketangguhan, dan tahanan listrik.

PMC (*Polymer Matriks Composite*) merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit karena polimer memiliki sifat yang lebih tahan karat, korosi, dan lebih ringan. Matriks polimer dapat digolongkan menjadi dua

menurut reaksi kimia yang terjadi dan pengaruh panas sewaktu pembentukannya yaitu *thermosetting* dan *thermoplastic*. Polimer termoset tidak dapat didaur ulang sedangkan polimer termoplastik dapat didaur ulang sehingga lebih banyak digunakan belakangan ini. Contoh dari matriks polimer termoset seperti epoksi, polyesther, phenolics dan polyimides. Sedangkan contoh dari polymer termoplastik seperti polypropylene (PP), polystyrene (PS), dan polyethylene (PE). Berikut ini contoh lambang dari masing – masing jenis polimer :



Gambar 2.10 Lambang Polimer

Dalam penelitian ini, penulis memakai resin epoksi sebagai matriks untuk komposit. Resin epoksi dapat diartikan sebagai sebuah molekul yang memiliki tiga buah lingkaran reaktif dari konfigurasi segitiga yang terdiri dari satu atom oksigen dan diikat dengan dua atom karbon (ASM Handbook, volume 21). Kelebihan dari resin epoksi yaitu kekuatan yang tinggi, proses adhesi yang baik ke berbagai *substrate*, penghambat listrik, tingkat toksik rendah, daya tahan baik saat pembebanan kontinyu, dan jarang mengalami keretakan selama pengeringan. Sedangkan kekurangan dari resin epoksi yaitu proses pengeringan yang lama dan harga yang relatif mahal. Penulis menggunakan resin epoksi bisphenol A – epichlorohydrin dengan hardener epoksi polyiminoamide. Karakteristik dari resin epoksi sebagai berikut :

Tabel 2.4 Data Resin Epoksi

<i>Property</i>	<i>Units</i>	<i>Value</i>
<i>Ultimate Tensile Stress (σ_f)</i>	MPa	130
<i>Elongation at break (ϵ_f)</i>	%	2(100 ⁰ C),6(200 ⁰ C)
<i>Tensile modulus (E_f)</i>	GPa	4,5
<i>Density at 25^oC (ρ_f)</i>	kg/m ³	1200

2.4 Fabrikasi Komposit

Proses fabrikasi untuk komposit yang dipergunakan untuk pembuatan wadah ikan hidup adalah proses *Hand Lay up*. Serat sebagai penguat dalam komposit ditata sedemikian sehingga mengikuti bentuk cetakan (*Hand Lay up Moulding*), kemudian dituangkan resin sebagai pengikat antara satu lapisan serat dengan lapisan yang lain. Kemudian setelah proses polimerasi komposit diangkat dari cetakan dan dilakukan proses permesinan sesuai dengan ukuran dan bentuk yang telah ditentukan.

2.5 Teori Mikromekanika Komposit

Analisa mikromekanika menunjukkan hubungan antar sifat fisik mekanik yang dimiliki oleh matriks dan serat dengan komposit yang dibentuknya. Serat dan matriks dianggap sebagai unsur yang terpisah dimana terintegrasi satu dengan yang lain menjadi sifat komposit tersendiri. Hukum campuran (*law of mixture*) adalah hubungan yang paling sederhana dan kadang akurat untuk menunjukan hubungan tersebut dan memecahkan masalah yang ada.

Sifat – sifat komposit dapat diketahui dengan melakukan uji material. Hasil dari uji material dapat digambarkan dengan perhitungan sebagai berikut :

2.5.1 Kekuatan tarik (*Tensile Strength*) atau tegangan tarik (*Tensile Stress*)

Didefinisikan sebagai intensitas dari pembebanan per luas daerah stress.

$$F^{tu} = P^{max} / A$$

$$\sigma = P / A \quad (2.1)$$

dimana, F^{tu} = *Ultimate tensile strength* (Mpa)

P^{max} = Beban Maksimum (N)

σ = Tegangan tarik (Mpa)

P = Beban (N)

A = Luas sampel uji (mm²)

2.5.2 Regangan tarik (*Tensile Strain*)

$$\varepsilon = \delta / L_g \quad (2.2)$$

dimana, ε = Regangan tarik

δ = Perpindahan Extensometer (mm)

L_g = *Extensometer gage length* (mm)

2.5.3 Modulus elastisitas (*Modulus of Elasticity*)

Untuk menentukan modulus elastisitas dalam arah serat (longitudinal) diasumsikan bahwa tegangan searah serat akan menyebabkan regangan yang seragam pada serat dan matriks. Untuk menentukan modulus elastisitas tersebut, beberapa asumsi dasar digunakan yaitu :

- Regangan yang terjadi pada arah serat sama dengan yang terjadi pada matriks berarti tidak ada selip antara serat dan matriks,
- Tidak ada regangan geser antara serat dan matriks.

Dengan asumsi ini diperoleh ;

$$E_l = E_f \cdot v_f + E_m \cdot v_m \quad (2.3)$$

dimana : f dan m menunjukkan serat dan matriks

v menunjukkan fraksi volume

Persamaan ini dikenal dengan hukum percampuran (*rule of mixture*) sedangkan pendekatan yang sama dapat dilakukan untuk menghitung modulus elastisitas dalam arah serat transversal.

$$E = \sigma / \varepsilon \quad (2.4)$$

dimana, E = Modulus Elastisitas (Gpa)

σ = Tegangan tarik (Mpa)

ε = Regangan tarik

Dalam pengujian tarik komposit, bila ditarik dengan arah serat akan menimbulkan tegangan yang sama besarnya diterima oleh serat dan matriks. Regangan yang ditimbulkan pun akan sama jika tidak ada selip antara serat maupun matriks. Gaya yang diterima komposit mengacu pada hukum campuran (*Law of Mixture*) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_c = F_f + F_m \quad (2.5)$$

Keterangan :

F_c = gaya yang diterima komposit, N

F_f = gaya yang diterima serat, N

F_m = Gaya yang diterima matriks, N.

Mengingat stress sama dengan gaya pembebanan per luas area.

Maka, $F_c = \sigma_c \cdot A_c$, $F_f = \sigma_f \cdot A_f$, dan $F_m = \sigma_m \cdot A_m$, sehingga dapat dirumuskan:

$$\sigma_c \cdot A_c = \sigma_f \cdot A_f + \sigma_m \cdot A_m$$

$$\sigma_c = \sigma_f \cdot A_f / A_c + \sigma_m \cdot A_m / A_c$$

Karena fraksi area sama dengan fraksi volume maka :

$$\sigma_c = \sigma_f \cdot A_f / A_c + \sigma_m \cdot A_m / A_c$$

$$E_c \cdot \varepsilon_c = E_f \cdot \varepsilon_f \cdot v_f + E_m \cdot V_m \cdot \varepsilon_m$$

Regangan yang timbul adalah sama antara komposit dengan regangan fiber dan matriks maka :

$$E_c = E_f \cdot v_f + E_m \cdot V_m \quad (2.6)$$

Keterangan L: $E_c = E_1 = \text{Modulus Elastisitas Longitudinal, N/m}^2$.

Kekuatan tarik maksimum longitudinal dari lamina dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$(\sigma_1^t)^{ult} = (\sigma_f)^{ult} v_f + (\varepsilon_f)^{ult} E_m (1 - v_f) \quad (2.7)$$

Keterangan :

$$(\sigma_1^t)^{ult} = \text{Ultimate Longitudinal Strength}$$

$$(\sigma_f)^{ult} v_f = \text{Ultimate Tensile Strength of Fiber}$$

$$(\varepsilon_f)^{ult} E_m = \text{Ultimate Failure Strain of Fiber}$$

Regangan maksimum longitudinal dari lamina dirumuskan sebagai berikut :

$$(\varepsilon_1^T)^{ult} = (\sigma_1^t)^{ult} / E_1 \quad (2.8)$$

Keterangan :

$$(\varepsilon_1^T)^{ult} = \text{Ultimate Longitudinal Strain}$$

2.6 Teori Kegagalan

Suatu struktur material dikatakan gagal bila struktur tersebut tidak dapat lagi berfungsi dengan baik. Hal ini sangat mencolok terlihat pada bahan komposit. Pada bahan ini, kerusakan internal mikroskop nyata terlihat. Kerusakan internal mikroskop ini terjadi dalam beberapa bentuk seperti ;

1. Patah pada serat (*fiber breaking*),
2. Retak mikro pada matriks (*matrix microcrack*),
3. Terkelupasnya serat dari matriks (*debonding*),
4. Terpisahannya lamina satu sama lain (*delamination*).

2.7 Komposit Serat Abaca

Banyak penelitian tentang komposit serat Abaca, salah satunya adalah yang dilakukan oleh saudara Gustap Hasudungan Panggabean. Beliau meneliti komposit serat abaca dengan fraksi volume 0,4 dengan arah orientasi 0/90/±45 yang akan digunakan untuk aplikasi lambung kapal. Berikut data hasil penelitiannya :

Tabel 2.5 Data Komposit Abaca

<i>Property</i>	<i>Units</i>	<i>Value</i>
<i>Maximum Stress (σ_f)</i>	MPa	28
<i>Elongation at break (ϵ_f)</i>	%	2
<i>Maximum Load</i>	Kg	319
<i>Young's Modulus</i>	MPa	1494

2.8 Perhitungan Pembebanan Pelat

Defleksi elastis pada sebuah pelat yang dibebani di tengah memiliki persamaan:

$$\delta = \frac{FL^3}{48EI} \quad (2.9)$$

Dimana :

δ = defleksi pelat (mm)

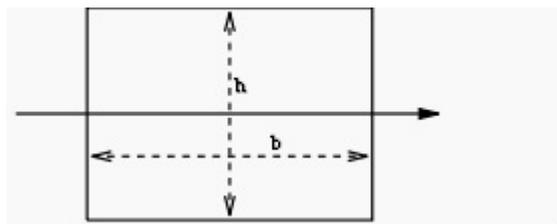
F = gaya yang bekerja di tengah pelat (kg/mm²)

L = panjang pelat (cm)

E = modulus elastisitas (Gpa)

I = momen inersia

Sedangkan untuk menghitung momen inersia dari sebuah pelat dapat menggunakan persamaan :



Gambar 2.11 Profil Pembebanan Pelat

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (2.10)$$

Dimana :

I = momen Inersia

b = lebar pelat

h = tebal pelat



BAB 3 EKSPERIMENTAL

3.1 Pembuatan Komposit

3.1.1 Metode Fabrikasi Komposit

Pembuatan komposit dilakukan dengan metode hand lay-up yang berarti metode pembuatan dilakukan dengan cara melaminasi basah dan manual pada cetakan yang telah dibuat sebelumnya pada tekanan dan temperatur ruang.

3.1.2 Bahan dan Alat yang digunakan

- a. Bahan - bahan yang digunakan
 - Serat pisang abaca
 - Resin epoksi bisphenol A – epichlorohydrin
 - Hardener epoksi polyminoamide
 - Maximum mold release wax



Gambar 3.1 Serat Abaca



Gambar 3.2 Resin Epoksi dan Hardener Epoksi



Gambar 3.3 Maximum Mold Release Wax

b. Alat - alat yang digunakan dalam penelitian :

- Timbangan
- Gunting
- Penggaris
- Gelas ukur dan pengaduk
- Roll
- Kuas
- Sisir
- Gergaji jigsaw
- Kaca
- Kayu triplek
- Klip penjepit, dsb

3.1.3 Fabrikasi Komposit

Langkah – langkah dalam fabrikasi komposit adalah sebagai berikut :

a. Pembuatan anyaman serat

- Potong kayu triplek menjadi 20 potongan yang lebih kecil berukuran 20 cm x 5 cm. Lalu rekatkan potongan – potongan triplek menjadi benda menyerupai bingkai sehingga diperoleh 5 buah bingkai yang berfungsi sebagai tempat anyaman serat.



Gambar 3.4 Bingkai Triplek

- Lakukan pemisahan serat yang akan dianyam dari ikatan serat yang diperoleh dari pengrajin serat abaca dengan cara menyisir. Setelah itu, proses penganyam dapat dilakukan dengan jumlah serat sekitar 20 – 40 helai untuk satu ikat serat.
- Serat dianyam pada orientasi serat 90^0 dengan pertimbangan faktor kemudahan dalam pengaplikasian pembuatan wadah ikan hidup.
- Pada penelitian saat ini, kami membuat dua jenis sampel komposit yaitu sampel anyaman tikar dan sampel anyaman hasil tenunan abaca. Agar memenuhi standar pengujian material, kami membuat sampel anyaman hasil tenunan menjadi dua lapisan yang melapisi serat abaca berbentuk acak / *chopped mats*.



Gambar 3.5 Hasil Anyaman Tikar



Gambar 3.6 Tenunan Abaca

b. Pembuatan komposit

- *Preparation*

Dalam proses ini dilakukan persiapan peralatan dan pembersihan permukaan cetakan kaca yang telah disediakan. Lalu pada cetakan kaca tersebut diberikan wax sebagai *release agent*. Kemudian timbang resin sesuai dengan kebutuhan.

- *Wet lay-up*

Pada proses ini, resin dan hardener dicampur dengan skala 1:1 sesuai berat dan ketebalan yang diinginkan. Lalu timbang serat anyaman yang sudah disesuaikan dengan bingkai triplek tersebut.

- *Bagging*

Setelah itu, larutan resin dioleskan pada serat nyaman di atas cetakan kaca. Untuk meratakan ketebalan dan menghindari udara yang terperangkap di lapisan resin, kami memberi tekanan pada serat anyaman dengan menggunakan cetakan kaca.

- *Curing*

Proses *curing* dilakukan pada temperatur ruang selama lebih kurang 9 – 12 jam. Pada proses ini terjadi proses pengeringan serat dan resin (polimeralisasi).

- *Debagging*

Proses melepaskan komposit yang telah mengeras dari cetakan kaca. Proses ini harus dilakukan dengan hati-hati agar komposit tidak rusak saat dilepas.

- *Finishing*

Permukaan komposit yang telah keras dirapikan dan dihaluskan serta dilakukan preparasi sebelum komposit diuji di laboratorium.



Gambar 3.7 Komposit Anyaman Tenunan



Gambar 3.8 Komposit Anyaman TIKAR

3.2 Metode Penelitian dan Standardisasi Pengujian Komposit

3.2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksploratori yang berarti penelitian eksperimental dengan bertitik tolak dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Sedangkan jenis metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental analisis dengan melakukan penelitian dan pengujian untuk mendapatkan data atau hasil lalu dikumpulkan dan diolah serta menarik kesimpulan dari analisis yang dilakukan.

3.2.2 Pengujian Komposit

Penelitian ini menggunakan standar pengujian material ASTM D-3039 tentang *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. Pengujian dilakukan di laboratorium uji material, departemen teknik metalurgi dan material, Universitas Indonesia.

a. Peralatan uji tarik

- Mesin uji servopulser shimadzu 20 ton
- Jangka sorong digital mitutoyo

b. Sampel uji tarik

Sampel uji yang digunakan berupa pelat hasil cetakan dari komposit yang memiliki ukuran 25 cm x 5 cm x 0.5 cm. Jumlah pelat yang diuji yaitu 10 buah yang terdiri dari 5 buah pelat anyaman hasil tenunan dan 5 buah pelat anyaman tikar.

c. Kondisi pengujian

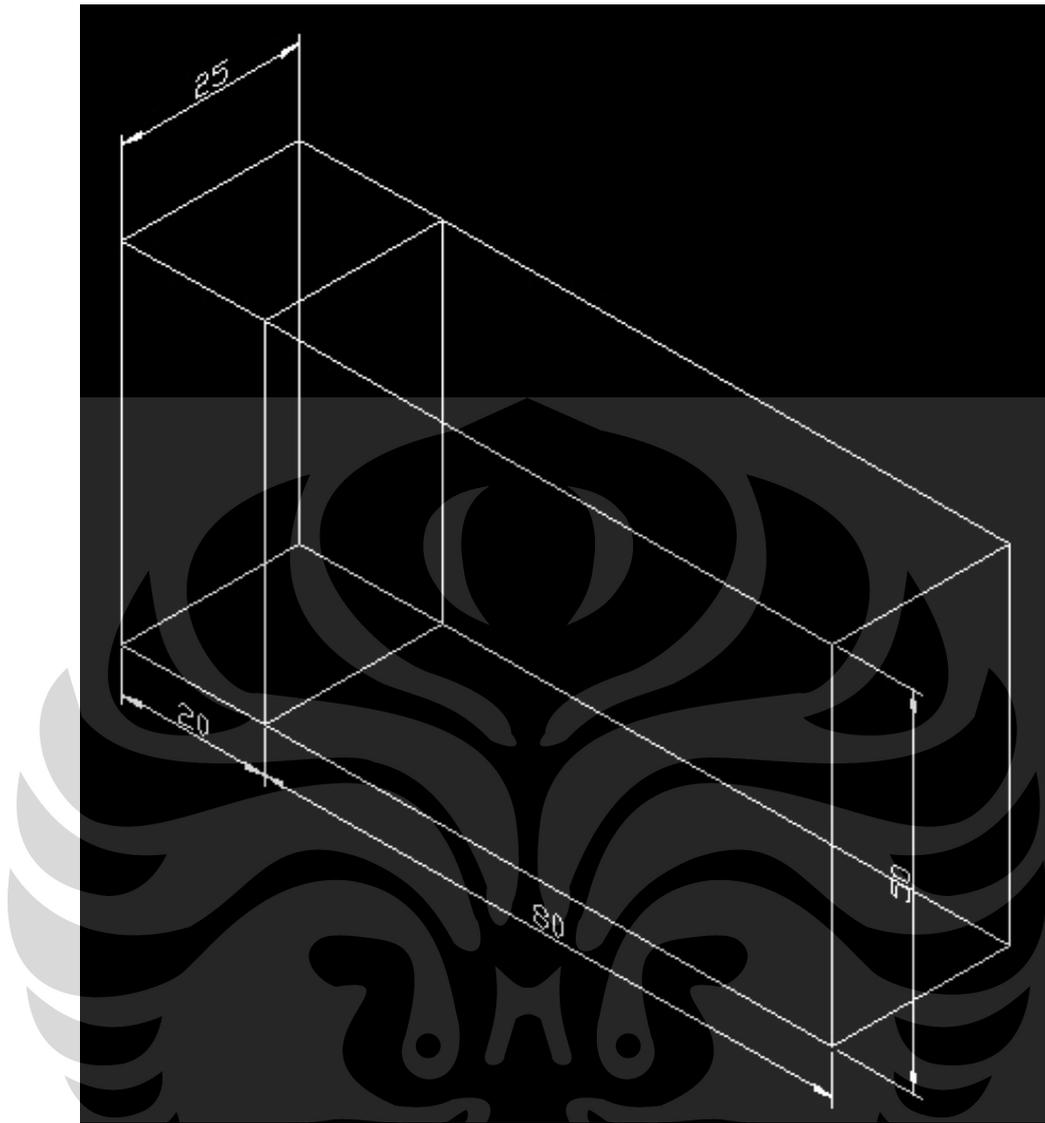
Uji tarik dilakukan pada kondisi standar laboratorium yaitu pada suhu $23 \pm 3^\circ \text{C}$ dengan kelembaban relatif $50 \pm 10 \%$.

d. Prosedur pengujian

- Pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong digital mitutoyo untuk mendapatkan ukuran lebar dan ketebalan sampel uji di beberapa titik sampel.
- Lakukan pengaturan mesin uji.
- Sampel dijepit oleh mesin uji pada dudukan lalu periksa kelurusan sumbunya.
- Periksa dudukan sampel untuk mencegah terjadinya slip sewaktu pengujian dilakukan.
- Lakukan pengaturan pada kertas milimeter yang akan membaca hasil pengujian.
- Tekan tombol on pada mesin uji untuk proses penarikan sampel sampai terjadi kegagalan atau putus.
- Ulangi langkah di atas untuk sampel yang lain.

3.3 Perancangan Wadah

Wadah transportasi ikan hidup dirancang menggunakan bantuan perangkat lunak *Autodesk Autocad*[®]. Dimensi wadah berukuran panjang sebesar 1 m, lebar sebesar 0,25 m, dan tinggi sebesar 0,5 m. Wadah terdiri dari dua ruangan. Pertama, ruangan yang berisi air yang berfungsi sebagai tempat ikan setelah ditangkap. Kedua, ruangan yang berisi peralatan sanitasi dan sirkulasi wadah untuk mempertahankan ikan agar tetap hidup. Ruangan pertama memiliki dimensi sebesar 0,2 m x 0,25 m x 0,5 m. Sedangkan ruangan kedua memiliki dimensi sebesar 0,8 m x 0,25 m x 0,5 m.



Gambar 3.9 Rancangan wadah

BAB 4 HASIL DAN ANALISIS

4.1 Hasil Uji Tarik Komposit

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik material komposit berpenguat serat abaca seperti kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas. Untuk mengetahui karakteristik material, penulis menggunakan beberapa rumus sebagai berikut :

- Kekuatan tarik (*Tensile Strength*) atau tegangan tarik (*Tensile Stress*)

$$F^{tu} = P^{max} / A$$

$$\sigma = P / A$$

dimana, F^{tu} = *Ultimate tensile strength* (MPa)

P^{max} = Beban Maksimum (N)

σ = Tegangan tarik (MPa)

P = Beban (N)

A = Luas sampel uji (mm²)

- Regangan tarik (*Tensile Strain*)

$$\varepsilon = \delta / L_g$$

dimana, ε = Regangan tarik

δ = Perpindahan Extensometer (mm)

L_g = *Extensometer gage length* (mm)

- Modulus Elastisitas (*Tensile Modulus of Elasticity*)

$$E = \sigma / \varepsilon$$

dimana, E = Modulus Elastisitas (GPa)

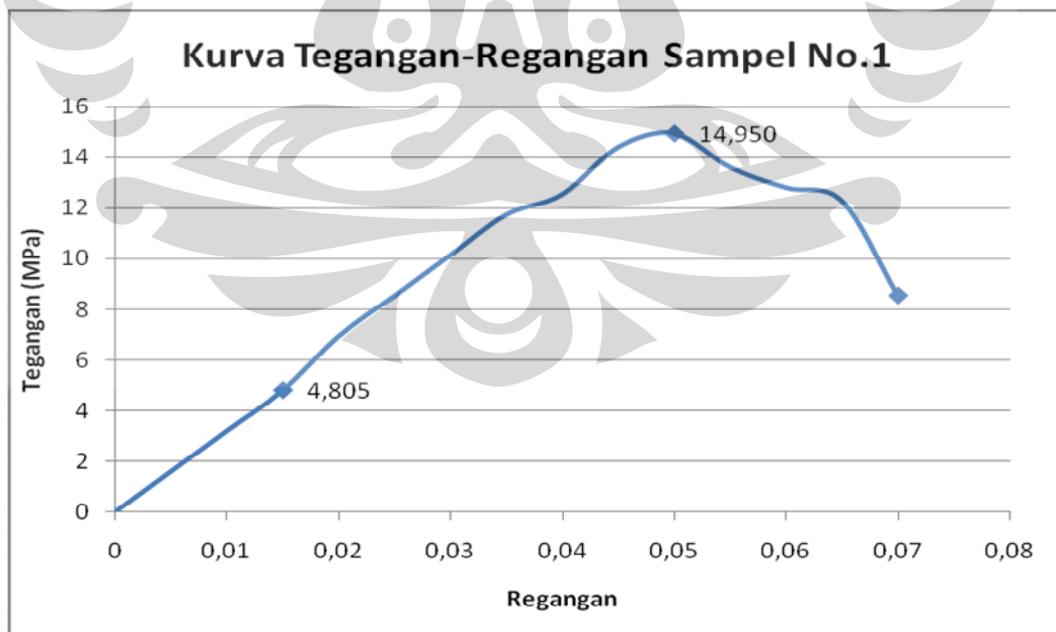
σ = Tegangan tarik (MPa)

ε = Regangan tarik

Hasil pengujian di laboratorium didapat berbagai macam data yang digambarkan dalam berbagai kurva. Dalam penelitian ini, kami hanya mengambil data dari sampel No.1 , No.4, dan No.5. Hal ini dilakukan karena sampel yang lain mengalami kendala seperti slip (bergeser) saat pengujian berlangsung.

Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik Sampel No.1

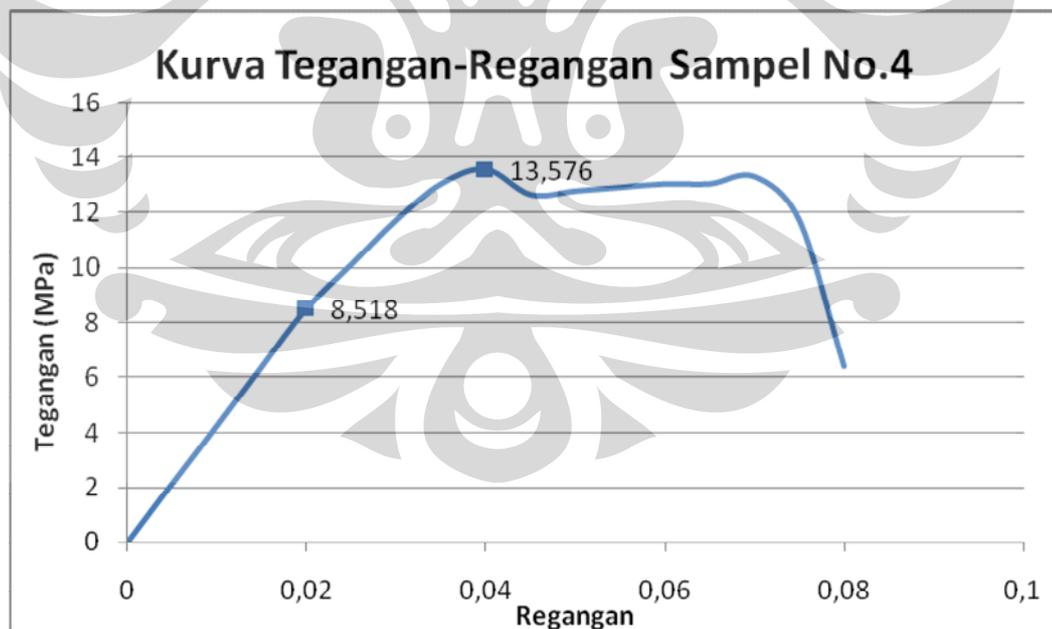
No.	Perpanjangan	Beban (Kg)	Regangan	Tegangan (Mpa)	Ket
0	0	0	0	0	
1	0,25	12	0,005	1,602	
2	0,50	24	0,01	3,204	
3	0,75	36	0,015	4,805	yield strength
4	1,00	52	0,02	6,941	
5	1,25	64	0,025	8,543	
6	1,50	76	0,03	10,145	
7	1,75	88	0,035	11,747	
8	2,00	94	0,04	12,547	
9	2,25	108	0,045	14,416	
10	2,50	112	0,05	14,950	UTS
11	2,75	102	0,055	13,615	
12	3,00	96	0,06	12,814	
13	3,25	92	0,065	12,280	
14	3,50	64	0,07	8,543	



Gambar 4.1 Kurva Tegangan (MPa) – Regangan Sampel No.1

Tabel 4.2 Hasil Uji Tarik Sampel No.4

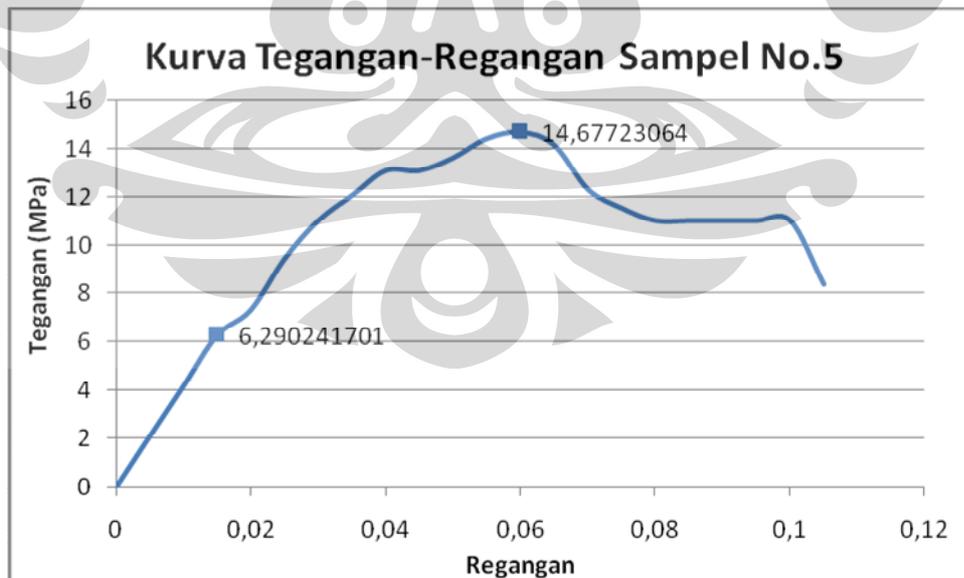
No.	Perpanjangan	Beban (Kg)	Regangan	Tegangan (Mpa)	Ket
0	0	0	0	0	
1	0,25	16	0,005	2,130	
2	0,50	32	0,01	4,259	
3	0,75	48	0,015	6,389	
4	1,00	64	0,02	8,518	yield strength
5	1,25	76	0,025	10,115	
6	1,50	88	0,03	11,712	
7	1,75	98	0,035	13,043	
8	2,00	102	0,04	13,576	UTS
9	2,25	95	0,045	12,644	
10	2,50	96	0,05	12,777	
11	2,75	97	0,055	12,910	
12	3,00	98	0,06	13,043	
13	3,25	98	0,065	13,043	
14	3,50	100	0,07	13,310	
15	3,75	88	0,075	11,712	
16	4,00	48	0,08	6,389	



Gambar 4.2 Kurva Tegangan (MPa) – Regangan Sampel No.4

Tabel 4.3 Hasil Uji Tarik Sampel No.5

No.	Perpanjangan	Beban (Kg)	Regangan	Tegangan (Mpa)	Ket
0	0	0	0	0	
1	0,25	16	0,005	2,096747234	
2	0,50	32	0,01	4,193494467	
3	0,75	48	0,015	6,290241701	yield strength
4	1,00	56	0,02	7,338615318	
5	1,25	72	0,025	9,435362551	
6	1,50	84	0,03	11,00792298	
7	1,75	92	0,035	12,05629659	
8	2,00	100	0,04	13,10467021	
9	2,25	100	0,045	13,10467021	
10	2,50	104	0,05	13,62885702	
11	2,75	110	0,055	14,41513723	
12	3,00	112	0,06	14,67723064	UTS
13	3,25	108	0,065	14,15304383	
14	3,50	94	0,07	12,31839	
15	3,75	88	0,075	11,53210979	
16	4,00	84	0,08	11,00792298	
17	4,25	84	0,085	11,00792298	
18	4,50	84	0,09	11,00792298	
19	4,75	84	0,095	11,00792298	
20	5,00	84	0,1	11,00792298	
21	5,25	64	0,105	8,386988935	



Gambar 4.3 Kurva Tegangan (MPa) – Regangan Sampel No.4

4.2 Analisa Hasil Uji Tarik Komposit

4.2.1 Sampel Anyaman Tenunan

Data hasil uji tarik untuk anyaman tenunan menunjukkan bahwa bentuk kurva yang berbeda - beda. Hal ini terjadi karena beberapa hal diantaranya yaitu ;

- penetrasi resin ke serat yang kurang maksimal sehingga beban yang diterima oleh sampel tidak terdistribusi ke serat,
- banyak terbentuk lubang (void) pada komposit sehingga beban tidak terdistribusi secara sempurna,
- Beberapa sampel mengalami slip (bergeser) saat penarikan komposit.

4.2.2 Sampel Anyaman Tikar

Data hasil uji tarik untuk anyaman tikar menunjukkan bentuk kurva yang berbeda - beda. Hal ini terjadi karena beberapa hal diantaranya yaitu ;

- kurang rapatnya ikatan serat dari anyaman tikar sehingga kemampuan serat untuk menerima beban menjadi berkurang bahkan kurva yang terbentuk dari hasil pengujian hanya merepresentasikan satu ikatan serat yang searah penarikan komposit,
- kualitas serat yang berkurang akibat temperatur dan kelembaban lingkungan,
- jumlah resin epoksi yang terlalu banyak dibanding jumlah hardener epoksi sehingga sifat komposit menjadi lebih *ductile*,
- Beberapa sampel mengalami slip (bergeser) saat penarikan komposit.

4.3 Perhitungan Pembebanan Pelat

Data perhitungan yang digunakan mengacu pada tabel 2.5. Berikut adalah tahap perhitungannya :

diketahui :

dimensi pelat komposit = 80 cm x 25 cm x 50 cm

$\delta = 3 \text{ mm}$ (asumsi untuk 1 lapis komposit)

berat jenis air = 1 g/cm^3 atau 1000 Kg/m^3

dicari :

tebal komposit

dijawab :

$$V = 80 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 100.000 \text{ cm}^3 = 100.000 \text{ cc}$$

(1 liter = 1000 cc)

Jadi, berat air dalam wadah = 100 L x 1 Kg/L = 100 Kg

$$\delta = \frac{FL^3}{48EI} \Leftrightarrow 0,3 \text{ cm} = \frac{(100\text{kg} * 9,8\text{m} / \text{s}^2) * (0,8\text{m})^3}{48 * 14940\text{kg} / \text{cm}^2 * I}$$

$$215136 * I = 501,76$$

$$I = 2,33 \times 10^{-3}$$

$$\Leftrightarrow I = \frac{bh^3}{12}$$

$$2,33 \times 10^{-3} = 80 \text{ cm} * h^3 / 12$$

$$27,98 \times 10^{-3} = 80 \text{ cm} * h^3$$

$$h^3 = 34,98 \times 10^{-3}$$

$$h = \sqrt[3]{34,98 \times 10^{-3}}$$

$$h = 0,327 \text{ cm}$$

$$h = 3,27 \text{ mm}$$

Jadi, tebal komposit minimum yang dapat digunakan sebelum defleksi sebesar 3 mm terjadi yaitu 3,27 mm.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian tarik di laboratorium, kami hanya membahas komposit dari sampel No.1, No.4, dan No.5. Kekuatan tarik rata – rata yang diperoleh sebesar 9 MPa dan tegangan luluh rata – rata yang diperoleh sebesar 6,538 MPa.
3. Dari hasil perhitungan pembebanan pelat, tebal komposit minimum yang dapat digunakan sebelum defleksi sebesar 3 mm terjadi yaitu 3,27 mm.

b. Saran

Dengan memperhatikan hasil penelitian dan hasil studi literatur penelitian komposit serat abaca, kami mengusulkan beberapa saran yang diharapkan dapat dipertimbangkan dalam penelitian dan pengembangan komposit serat abaca berikutnya sebagai berikut :

1. Penggunaan serat alam seperti serat abaca berdampak positif terhadap pemanfaatan bahan alami yang dapat didaur ulang dan ramah lingkungan serta memberikan nilai tambah terhadap produk alami Indonesia bagi kesejahteraan nelayan jika dilaksanakan dalam skala nasional.
2. Penelitian dan pengembangan metode fabrikasi komposit masih perlu dilakukan untuk meningkatkan karakteristik komposit. Metode fabrikasi komposit yang telah ada patut dilakukan seperti *Spray up*, *filament winding*, *compression moulding* dan lain-lain.
3. Penelitian dan pengembangan rancangan wadah dalam hal pembebanan dinamis agar dapat mendekati kondisi yang sebenarnya karena wadah tersebut akan berpindah-pindah tempat. Selain itu, pemberian penegar (*stiffener*) pada konstruksi permukaan bawah wadah agar konstruksi tersebut menjadi lebih kuat.

DAFTAR REFERENSI

Ashby, Michael F & Jones, David R H. *ENGINEERING MATERIALS, An Introduction to their Properties and Application*, editing by R.J. Brook, Pergamon Press, New York, 1980.302.

Gibson, Ronald F. *Principles of Composite Material Mechanics*. New York:McGraw-Hill.1994. 27-29.

Guarte, C. Roberto. “*Utilization of Abaca Fiber in the Automotive Industry: The Case of the PPP Abaca Project in The Phillipines*”, College of Engineering and Agri-Industries Leyte State University Philippines, 2006.

K. Kaw, Autar , *mechanics of Composite material*.New York : CRC Press.1997.

Nugroho, Dendi Wahyu. ”*Komposit dengan serat pisang sebagai material alternatif dalam pembangunan kapal*”,skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok, 2000.

Panggabean, Gustap . “ *Analisis Kekuatan Material Komposit Berpenguat Serat Pisang Abaca Pada Arah Orientasi 450 Untuk Aplikasi Badan Kapal* “.Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok, 2000.

Raditya, Danang . “*Komposit berpenguat serat abaca arah orientasi anyaman sebagai material alternatif lambung kano*”,thesis, Program Pasca Bidang Ilmu Teknik, Fakultas Teknik UI, Depok, 2003.

Rahman, Fathur . “*Analisa Kekuatan Serat Alam Untuk Penyiapan Pembuatan komposit*”,skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok, 2000.

Rompas, Rizald Max.“*Persepsi Politisi Terhadap Bidang Kelautan Sebagai Mainstream Pembangunan Nasional*”, Jakarta:2009.

Shibata Mitsuhiro, “*Biocomposites Made From Short Abaca Fiber and Biodegradable Polyesters*”, *Macromolecular Materials and Engineering*, Vol 288.

Suhana.”*Ekonomi Perikanan Dan Kesejahteraan Nelayan*”. *Sinar Harapan* 9 Juni. 2010.

Urquhart, A.W. *Novel Reinforced Ceramic and metals.” a Review of Lanxide’s Composite Technologies, Mat. Science and Technology*. Vol. 7(1991): 75-82.

