

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISM

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Elsa Shifa Auliya  
NIM : 1810311063  
Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyampaikan bahwa judul skripsi **PEMBUATAN DAN UJI KARAKTERISASI KOMPOSIT SERAT DAUN NANAS DENGAN RESIN EPOKSI SEBAGAI MATERIAL UNTUK KONSTRUKSI KAPAL** benar dan bebas plagiarism dengan skor 24%. Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 11 Juli 2022:

Yang menyatakan,



Elsa Shifa Auliya

Pembimbing I



Ir. Sugeng Prayitno, MT

Pembimbing II



Budhi Martana, ST, MM

# PEMBUATAN DAN UJI KARAKTERISASI KOMPOSIT SERAT DAUN NANAS DENGAN RESIN EPOKSI SEBAGAI MATERIAL UNTUK KONSTRUKSI KAPAL

*by* Elsa Shifa Auliya

---

**Submission date:** 12-Jul-2022 12:39PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1869535296

**File name:** Turnitin\_Skripsi\_ElsaShifaAuliya.docx (3.47M)

**Word count:** 7636

**Character count:** 46115



**PEMBUATAN DAN UJI KARAKTERISASI KOMPOSIT  
SERAT DAUN NANAS DENGAN RESIN EPOKSI SEBAGAI  
MATERIAL UNTUK KONSTRUKSI KAPAL**

**SKRIPSI**

**ELSA SHIFA AULIYA**

**1810311063**

15

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN**

**JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**

**2022**

## PEMBUATAN DAN UJI KARAKTERISASI KOMPOSIT SERAT DAUN NANAS DENGAN RESIN EPOKSI SEBAGAI MATERIAL UNTUK KONSTRUKSI KAPAL

### Abstrak

Pada penulisan tugas akhir ini, dilakukan penelitian untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan dampak material komposit serat alami daun nanas dengan resin epoksi, dengan perlakuan alkalisasi dan variasi ukuran serat. Diharapkan material komposit ini dapat menggantikan penggunaan serat sintetis. Proses yang dilakukan yaitu melakukan alkalisasi serat daun nanas dengan larutan NaOH 5% selama 2 jam. Uji tarik dan uji dampak dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D-638-01 dan D-5942-96. Dari hasil pengujian sampel dilakukan analisa kekuatan tarik yang kemudian dibandingkan dengan nilai kekuatan yang disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) sebagai tolak ukur standar uji. Hasil dari pengujian serat daun nanas dengan orientasi serat panjang memiliki kekuatan tarik lebih besar yaitu  $48.01 \text{ N/mm}^2$  dengan komposisi serat 35% dan resin 65%, sedangkan untuk orientasi serat pendek yaitu  $18.17 \text{ N/mm}^2$ . Untuk kekuatan tarik yang diizinkan oleh BKI adalah  $98 \text{ N/mm}^2$ . Hasil pengujian dampak, orientasi serat panjang memiliki nilai ketangguhan lebih besar yaitu  $40.4 \times 10^{-2} \text{ J/mm}^2$  sedangkan orientasi serat pendek yang memiliki nilai ketangguhan masih lebih rendah dari orientasi serat panjang yaitu  $4.1 \times 10^{-2} \text{ J/mm}^2$ .

**Kata kunci** : komposit, daun nanas, ukuran serat, kekuatan tarik, ketangguhan dampak

**MANUFACTURING AND TESTING THE CHARACTERIZATION OF  
PINEAPPLE LEAF FIBER COMPOSITE WITH EPOXY RESIN AS  
MATERIAL FOR SHIP CONSTRUCTION**

***Abstract***

*In writing this final project, a research was conducted to determine the value of tensile strength and impact of natural fiber composite materials of pineapple leaves with epoxy resin, with alkalization treatment and variations in fiber size. It is hoped that this composite material can replace the use of synthetic fibers. The process carried out is to alkalize pineapple leaf fiber with 5% NaOH solution for 2 hours. Tensile and impact tests were performed using ASTM D-638-01 and D-5942-96 standards. From the results of the sample test, a tensile strength analysis was carried out which was then compared with the strength value required by the Indonesian Classification Bureau (BKI) as a benchmark for test standards. The results of the pineapple leaf fiber test with long fiber orientation have a greater tensile strength of 48.01 N/mm<sup>2</sup> with a fiber composition of 35% and 65% resin, while for short fiber orientation it is 18.17 N/mm<sup>2</sup>. The tensile strength permitted by BKI is 98 N/mm<sup>2</sup>. The results of the impact test show that the long fiber orientation has a greater toughness value, namely  $40.4 \times 10^{-2}$  J/mm<sup>2</sup>, while the short fiber orientation has a toughness value that is still lower than the long fiber orientation, which is  $4.1 \times 10^{-2}$  J/mm<sup>2</sup>.*

***Keywords: composite, pineapple leaf, tensile strength and impact toughness***

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia industri menyebabkan meningkatnya permintaan material komposit. Penggunaan komposit tidak terbatas terbukti dengan penggunaannya tidak hanya pada industri otomotif tetapi juga pada industri dirgantara, perkapalan dan transportasi lainnya, misalnya pada industri yang membutuhkan material dengan densitas rendah, tahan korosi, kuat, memiliki ketahanan haus serta ekonomis. Komposit didefinisikan sebagai bahan heterogen yang tercampur dari susunan penguat dan susunan pengikat untuk menghasilkan material dengan sifat mekanik baru (Sari, 2018). Komposit terdiri dari dua bagian yaitu, matrik dan *filler*. Dimana, matrik dipergunakan sebagai pengikat atau pelindung dari komposit. Sedangkan *Filler* dipergunakan menjadi pengisi yang berfungsi untuk penguat dari komposit.

Saat ini dampak lingkungan dari serat sintesis cukup merugikan, namun dalam dunia material komposit peneliti telah banyak mengalami perkembangan yang pesat, dengan dibuktikannya serat yang digunakan saat ini tidak hanya serat sintesis tetapi juga terdapat serat alami. Perubahan penggunaan serat sintesis dikarenakan memiliki beberapa kelemahan yaitu, biaya pengolahan awal yang cukup mahal; sulit didaur ulang; penggunaan energi; pengikisan mesin dan resiko terhadap kesehatan (Witono, K., Irawan, Y, S., 2013). Keunggulan komposit serat alami bilamana dibandingkan dengan serat sintetis, komposit serat alami mampu terurai secara alami, terdapat dalam jumlah banyak serta lebih ramah lingkungan, dan harga lebih ekonomis dibandingkan serat sintetis (Munandar et al., 2013). Serat alam juga memiliki kelemahan antara lain ukuran serat yang seragam atau tidak rata, dan umur serat sangat mempengaruhi kekuatannya. (Munandar et al., 2013). Perkembangan industri komposit di Indonesia dalam pencarian material komposit alternatif didukung untuk meningkatkan permintaan dan penggunaan komposit. Komposit yang dibuat menggunakan serat dibagi menjadi dua komponen: komposit serat panjang dan komposit serat pendek. Dari keduanya, serat panjang memiliki kekuatan lebih dari serat pendek. Serat panjang bekerja lebih baik daripada serat pendek, tetapi lebih mudah menggunakan serat pendek

daripada serat panjang. (Sriwita & -, 2014). Oleh karena itu, untuk mengikat suatu serat diperlukan matriks sebagai pengikat, pelindung, dan penguat serat.

Material yang dapat dimanfaatkan sebagai substrat dalam pembuatan komposit adalah resin epoksi. Resin epoksi dipergunakan bukan hanya sebagai matrik tetapi resin epoksi dapat dipergunakan sebagai pelindung penguat dari kerusakan efek fisika seperti tarianan, pukulan, tekanan dan lain sebagainya. Karena resin epoksi merupakan polimer termoset yang banyak digunakan sebagai aditif dalam produksi komposit. Kelebihan dari resin epoksi ini adalah tahan panas dan lembab, sifat mekanik yang baik, tahanan terhadap bahan kimia, insulator dan kemudahan pengaplikasi (Karo & Handayani, 2007). Namun demikian, resin epoksi dianggap tidak tahan terhadap air, mudah retak, tidak ulet, getas, dan mudah patah (Salam, 2007).

Penelitian tentang Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak. Objek penelitian ini adalah serat alam (ijuk), dipilih karena berlimpahnya sumber daya alam tersebut. Matriks resin diproduksi menggunakan metode pengecoran dengan resin epoksi dan katalis sesuai dengan ASTM D 638 M-84. Hasil penelitian yang dilakukan didapatkan nilai kekuatan tarik komposit tertinggi dengan tata letak acak sebesar 3,38 kgf/mm<sup>2</sup> dan perpanjangan sebesar 0,38 mm, Bentuk patahan menunjukkan bahwa hasil pengujian tarik mengalami patahan getas, karena ujung patahan terdapat patahan 900 dan kasar. Keadaan ini membuktikan bahwa model tata letak serat penguat juga berdampak besar terhadap bahan komposit. (Muhamad Muhajir, Muhammad Alfian Mizar & Jurusan Pendidikan Teknik Mesin-FT, 2016)

Hasil pengujian tegangan komposit tebu satu arah/poliester dengan standar ASTM D-638 menunjukkan bahwa peningkatan jenis volume menghasilkan penurunan nilai kekuatan tarik dan beban tarik, tetapi meningkatkan nilai modulus elastisitas. Kekuatan tarik tertinggi pada  $V_f = 0\%$  sebesar 32,19 MPa dan terendah pada  $V_f = 40\%$  sebesar 18,58 MPa. Regangan tarik mengalami penurunan dengan nilai tertinggi pada  $V_f = 0\%$  sebesar 9,11% dan terendah pada  $V_f = 40\%$  sebesar 4,31%. Modulus elastisitas mengalami peningkatan dengan harga terendah pada  $V_f = 0\%$  yaitu 356,60 MPa dan tertinggi pada  $V_f = 40\%$  sebesar 485,60 MPa. Hasil observasi kerusakan menunjukkan adanya patah tunggal pada jenis volumen 0%, 10%, 20% dan 40%, sedangkan pada jenis volume 30% terjadinya banyak patah. (M. BUDI NUR RAHMAN, 2015)

Penelitian tentang pengujian impak serat alami daun nanas yang dilakukan dengan variasi arah serat dengan menggunakan standar ASTM D-5942-96. Dimana hasil pengujian menghasilkan harga *impak* rata – rata komposit serat daun nanas yang menggunakan arah sudut bersilangan  $0^\circ$  sebesar 0.0229 joule/mm<sup>2</sup> , arah sudut bersilangan  $11.25^\circ$  sebesar 0.0375 joule/mm<sup>2</sup>, arah sudut bersilangan  $22.50^\circ$  sebesar 0.0333 joule/mm<sup>2</sup> dan arah sudut bersilangan sebesar 0.0375. Kondisi ini memperlihatkan bahwa komposit serat daun nanas yang menggunakan arah sudut bersilangan  $11.25^\circ$  dan  $45^\circ$  memiliki nilai impak yang sama besar. Hal ini memperlihatkan bahwa modifikasi arah serat tidak terlalu berdampak terhadap uji impak lantaran didapatkan nilai yang tidak terlalu berbeda pada tiap hasilnya. (Hadi et al., 2016)

Untuk proses pembuatan serat alami daun nanas, dilakukannya perendaman daun nanas menggunakan larutan NaOH untuk menambahkan kekuatan tarik dan modulus elastisitasnya mencapai batas tertentu. Namun, semakin lama dilakukan perendaman pada larutan akan merendahkan nilai kekuatan tarik. Kapal merupakan alat transportasi dengan risiko kerusakan yang tinggi, karena transportasi kapal selalu menerima perlakuan/kejadian yang tidak terduga dari alam. Pengujian tarik sendiri berguna untuk mengukur ketahanan dari suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan. Sedangkan untuk uji dampak berguna untuk mengukur ketangguhan benturan dari suatu material untuk dapat menahan energi yang diterima.

Berdasarkan uraian diatas diharapkan penggunaan serat alami dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif penguat komposit merupakan langkah bijak, untuk mengingat penggunaan bahan yang *renewable* sehingga ramah lingkungan. Oleh sebab itu dalam tugas akhir ini peneliti tertarik untuk membuat judul penelitian Pembuatan Dan Uji Karakterisasi Komposit Serat Daun Nanas Dengan Resin Epoksi Sebagai Material Untuk Konstruksi Kapal.

## 1.2. Rumusan masalah

1. Bagaimana kekuatan komposit berpenguat serat daun nanas apabila memperoleh beban tarik untuk pembentukan konstruksi kapal sesuai kriteria kekuatan mekanis yang disyaratkan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia)?
2. Bagaimana pengaruh variasi arah serat terhadap kekuatan tarik dan dampak dari material komposit berpenguat serat daun nanas?

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan nilai optimal dari kekuatan komposit berpenguat serat daun nanas jika mendapatkan beban tarik untuk pembuatan konstruksi kapal
2. Untuk mendapatkan nilai optimal dari variasi ukuran serat terhadap kekuatan tarik dan dampak dari material komposit berpenguat serat daun nanas.

#### 1.4. Ruang Lingkup

Mencegah mengembangkannya permasalahan yang dibahas, dan tercapainya sasaran yang tepat dan terarah, maka penulis membatasi permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Pembuatan spesimen berdasarkan ASTM D-638- 01 untuk uji Tarik
2. Pembuatan spesimen berdasarkan ASTM D-5942-96 untuk uji dampak
3. Percobaan yang dilakukan uji Tarik dan uji dampak
4. Variable penelitian ini berdasarkan variasi ukuran serat dengan ukuran serat panjang pada uji tarik 165 mm dan ukuran serat pendek 55 mm. Sedangkan, untuk ukuran serat panjang pada uji dampak 6.4 mm dan ukuran serat pendek 2.1 mm.
5. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan fraksi volume serat 35%
6. Matriks yang digunakan dalam penelitian ialah matriks resin epoksi
7. Perendaman daun nanas dengan larutan NaOH hanya dilakukan dalam waktu 2 jam

#### 1.5. Sistematik Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan materi dalam penulisan tugas akhir, maka tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematik penulisan, dimana :

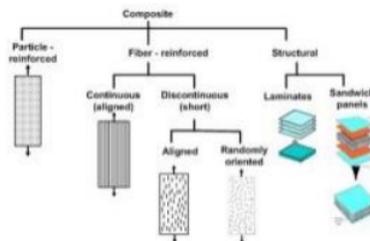
1. Bab I (Pendahuluan) yang berisikan Latar Belakang; Tujuan; Ruang Lingkup/Batasan Masalah; dan Sistematik penulisan.
2. Bab II (Tinjauan Pustaka) pembahasan tentang landasan teori atau dasar-dasar teori dalam penulisan tugas akhir.
3. Bab III (Metode Penelitian) berisikan tentang metode penelitian dari proses pembuatan komposit dengan serat alami daun nanas yang diikat oleh resin epoksi.
4. Bab IV (Pembahasan dan hasil penelitian) pembahasan mengenai hasil uji Tarik dan uji Dampak untuk menentukan sifat mekanik dari komposit serat alami daun nanas dan membahas hasil pengujian Tarik dan dampak.
5. Bab V (Simpulan) berisikan pembahasan mengenai hasil dalam proses penelitian yang sudah berlangsung.

**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1. Komposit**

Istilah komposit berawal dari kata *“to compose”* yang berarti mencampur atau mengkombinasi. Didalam dunia perindustrian komposit dapat diartikan material yang terdiri dari dua bahan atau lebih yang berbeda sifat untuk digabungkan atau dicampur sehingga memproduksi material baru dengan kekuatan sifat mekanik yang lebih baik. Jadi secara ringkas komposit dapat diartikan dengan penggabungan dua material yang berbeda dimana karakter mekanik dari masing-masing material pembentuknya berlainan. Matriks dapat dideskripsikan sebagai unsur dari campuran komposit yang bermanfaat sebagai pengikat serat yang satu serta yang lainnya. Sedangkan penguatan adalah suatu komponen yang ditempatkan dalam suatu matriks, bertindak sebagai pemeroleh atau penopang beban utama yang diterima oleh komposit dan penguat mempunyai sifat yang lebih solid dari matriks dan berguna sebagai pengikat antar matriks.

Keuntungan bahan komposit dibandingkan bahan logam adalah rasio densitas yang lebih baik dalam hal sifat anti-korosi. Oleh karena itu, karena keterbatasan sumber daya produksi logam, banyak dikembangkannya material alternatif dapat menjadi pengganti logam. Komposit yang paling banyak dikembangkan adalah PMC (Polymer Matrix Composites) (Brent & Brigham, n.d.).



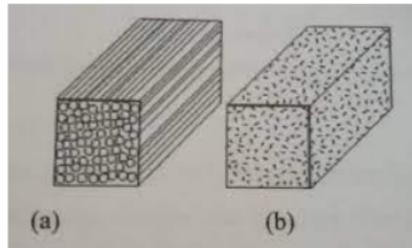
Gambar 2. 1 Klasifikasi Komposit

**2.1.1. Penguat**

Berlandaskan bentuk penguatnya material komposit diperinci menjadi :

a. Komposit serat (*fibricus composite*), yakni komposit yang terbentuk dari bahan dasar yang diproduksi secara fabrikasi dan serat, misalnya resin sebagai bahan perekat + serat. Serat dalam komposit berguna sebagai penyangga kekuatan komposit, sehingga dapat mempengaruhi tinggi dan rendahnya kekuatan komposit.

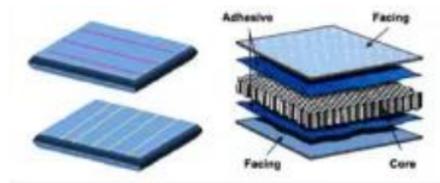
b. komposit bergantung dari serat yang digunakan. Contoh serupa adalah FRP (Fiber Reinforce Plastic) plastik diperkuat dengan serat. Fiber yang dimanfaatkan dalam Fibre composite harus mempunyai syarat, yaitu diameter yang lebih kecil dari diameter bulk (matrik) tetapi harus lebih kuat dari bulk, dan harus mempunyai tensile strength yang tinggi (Gibson, 1994).



9 Gambar 2. 2 Fiber Composites: (a) Unidirection Fiber Composite,

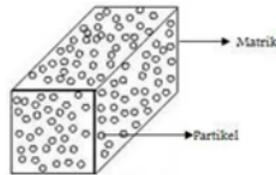
(b)Random Fiber Composite

a. Komposit lamina <sup>8</sup> (*laminated composite*), adalah komposit yang terbentuk dari lembaran dan bahan penguat, contohnya *polywood*, *laminated glass* kerap digunakan sebagai bahan bangunan dan kelengkapannya. Metode pelapisan dilakukan dengan memadukan bagian terbaik dari masing-masing lapisan untuk mendapatkan bahan yang diinginkan (Rasindarita, 2013).



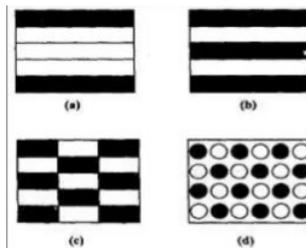
Gambar 2. 3 Komposit Berpenguat Lapisan

b. Partikel komposit (*particulate composite*), yakni komposit yang terdiri dari bahan penguat dan partikel berupa butiran (batu dan pasir) yang diperkuat menggunakan semen yang sering dijumpai seperti beton. Partikel ini dimasukkan kedalam penguat atau matrik untuk memperoleh sifat mekanik yang baik. Komposit partikel mempunyai kelebihan seperti menambah kekuatan, menambah ketahanan temperatur, dan kuat menahan oksidasi (Tamara, 2011).



Gambar 2. 4 Komposit Berpenguat Partikel

c. *Hybrid composite* yaitu suatu model komposit yang penguatnya terdiri atas lebih dari satu jenis penguat kedalam satu matriks. Tahap pencampuran dilakukan dalam ukuran kecil (serat) ataupun ukuran besar (layer). Tujuan dari hibridisasi adalah untuk membentuk suatu material baru yang mengandung kualitas dari penyusunnya (Putri, 2016).



Gambar 2. 4 Hybrid composite

(a) Sandwich, (b) Interplay, (c) Intraply, (d) Intimately Mixed

### 2.1.2. Matriks

Matriks atau biasa dikenal dengan resin adalah suatu bahan yang dapat diperkuat oleh serat, resin berbentuk cair dengan viskositas yang rendah. Resin dapat berubah bentuk selepas terjadinya proses polymerisasi. Resin berperan sebagai pengikat antar serat yang satu dengan serat yang lainnya sehingga dapat memperoleh ikatan material komposit yang kuat, dengan

kata lain material yang memiliki kekuatan pengikat yang tinggi (Gibson, 1994).

## 2.2. Polimer Matrix Composite ( PMC )

Pada pemanfaatan resin termoplastik, pengguna perlu merubah resin termoplastik dari bentuk padat menjadi bentuk cair dengan melakukan proses pemanasan sampai mencapai temperatur leleh, setelah itu fiber dicampurkan hingga terdispersi secara merata. Resin termoplastik jika dipanaskan ulang sampai temperatur yang sesuai, resin ini akan meleleh dan dapat mengeras jika didinginkan. Contoh produk dari resin jenis ini adalah nilon, polipropilen, dan ABS.

Sedangkan resin termoset merupakan resin dengan bentuk cair, resin ini dapat mengeras jika ditambahkan aktivator atau katalisator. Proses pencampuran yang dilakukan pada resin termoset relatif lebih mudah, resin dicampurkan dengan fiber dengan presentase yang diinginkan lalu diaduk setelah itu ditambahkan hardener atau katalisator. Untuk beberapa jenis resin proses pengerasan dapat dilakukan pada suhu ruang contohnya resin epoksi. Berlainan dengan resin termoplastik, resin termoset sekali mengeras tidak dapat berubah bentuk apabila dilakukan pemanasan. Jenis resin yang umum dimanfaatkan pada industri material komposit ialah, Epoksi, Vinyl Ester, dan Polyester (Bramantyo, 2008).

## 2.3. Resin Epoksi

Resin epoksi merupakan salah satu jenis polimer yang berasal dari kelompok termoset dan merupakan bahan perekat sintetik yang banyak digunakan untuk berbagai kebutuhan salah satunya untuk bidang otomotif. Resin termoset merupakan polimer cair yang diubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimiawi, sehingga menyusun formasi rantai tiga dimensi. Resin epoksi memiliki sifat ketahanan korosi yang lebih baik dari pada polyester, namun epoksi tidak tahan terhadap asam. Teknik pembuatannya dapat dilakukan pada temperatur kamar dengan memperhatikan zat – zat kimia yang dimanfaatkan sebagai pengontrol polimerisasi (Hartomo, A.J., Rusdiarsono, A., Hardianto, 1992).

Resin epoksi amat baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan matriks pada pembuatan komposit karena memiliki kelebihan sebagai zat perekat dibandingkan

dengan polimer – polimer lain. Keunggulan tersebut diantaranya adalah keaktifan permukaan tinggi, daya pembahasaan baik, kekuatan kohesif tinggi, tidak mudah mengkerut, dan mudah diubah sifatnya dengan memilih resin hardener yang tepat. Kelebihan dari resin epoksi yaitu, kekuatannya tidak berubah dalam waktu yang lama, tahan minyak, gemuk, cuaca panas ataupun dingin. Namun, dari segi waktu pengerasan resin epoksi membutuhkan waktu yang lebih lama karena proses pengerasan yang lambat (Oktavillia, 2020).

Dalam penelitian ini resin epoksi yang digunakan sama seperti data penelitian sebelumnya resin epoksi yang digunakan yaitu, DGEBA (80%) atau sering dikenal dengan merek Eposchonyang diperoleh dari PT Jutsu Kimiaraya, Surabaya. Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi matriks resin epoksi :

Tabel 2. 1 Spesifikasi Matriks Resin Epoksi (Liemawan, 2014)

<i>Properties</i>	<i>Value</i>
<i>Tensile Strength (MPa)</i>	0.01
<i>Elongation (%)</i>	12.78
<i>Modulus Young (GPa)</i>	0.0001
<i>Adhesive Strength (MPa)</i>	7.83
<i>Tmin (C°)</i>	351.33
<i>Tmax(C°)</i>	361.50
<i>Residu (wt%)</i>	6.16

## 2.4. Serat Alami

Serat alam (*Natural Fibre*) adalah modifikasi serat yang diperoleh langsung dari alam untuk dapat dimanfaatkan sebagai objek baku industri tekstil atau lainnya. Berdasarkan asalnya, serat alam dapat dikategorikan menjadi beberapa kelompok yaitu, serat yang bersumber dari binatang (*animal fibre*), bahan tambang (*mineral fibre*) dan tumbuhan (*vegetable fibre*) (Kirby, 1963).

Serat alam yang bersumber dari binatang antara lain adalah wool, sutera, *cashmere*, ilama, dan *camel hair*. Serat alam yang bersumber dari tambang antara lain adalah serat asbes. Sedangkan serat yang berasal dari tumbuhan dapat dikelompokkan lagi sesuai dengan serat bersumber. Kelompok serat yang

Serat alam yang bersumber dari binatang antara lain adalah wool, sutera, *cashmere*, ilama, dan *camel hair*. Serat alam yang bersumber dari tambang antara lain adalah serat asbes. Sedangkan serat yang berasal dari tumbuhan dapat dikelompokkan lagi sesuai dengan serat bersumber. Kelompok serat yang bersumber dari biji (*seed fibres*) contohnya serat *cotton* dan kapuk. Serat yang berasal dari batang (*bast fibres*) contohnya serat jute, *flax*, *hemp*, dan rami. Serat yang diambil dari daun (*leaf fibres*) contohnya *abaca*, *henequen*, sisal, daun nanas, dan lidah mertua. Secara kimiawi, unsur utama yang terkandung dalam serat tumbuhan adalah selulosa, namun meskipun demikian terdapat unsur – unsur lain yang terkandung didalamnya seperti *hemicellulose*, lignin, *pectin*, *ash*, *waxes* dan zat – zat lainnya yang memiliki jumlah bervariasi.

Komposit serat alam memiliki peluang perkembangan yang baik di Indonesia. Karena serat alam merupakan bahan yang mudah ditemukan di Indonesia. Pembangunan teknologi komposit berpenguat serat alam selaras dengan kebijakan pemerintah untuk memanfaatkan sumber daya yang ramah terhadap lingkungan.

## 2.5. Serat Daun Nanas

Salah satu jenis serat alam yang berkapasitas untuk dimanfaatkan sebagai penguat material komposit yaitu serat daun nanas (*Ananascomosus L.Merr*). Tanaman nanas termasuk tanaman family *Bromeliaceae*, umumnya tergolong jenis tanaman yang berasal dari Brazilia yang dibawa ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599. Temperature yang baik untuk budidaya tanaman nanas adalah 23°C - 32°C (Hidayat, 2008).

Dalam klasifikasi atau taksonomi tumbuhan, kerabat tumbuhan nanas cukup banyak, terutama nanas liar yang biasanya dijadikan tumbuhan hias, misalnya *A.braceteatus* (Lindl) Schultes, *A.Fritzmuelleri*. Adapun klasifikasi tanaman nanas secara menyeluruh adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Klasifikasi tanaman nanas

<i>Kingdom</i>	<i>Plantae</i>	(tumbuh – tumbuhan )
Divisi	<i>Spermatophyta</i>	(tumbuhan berbiji)
Kelas	<i>Angiospermae</i>	(berbiji tertutup)
Ordo	<i>Farinosae</i>	( <i>Bromeliales</i> )
<i>Family</i>	<i>Bromiliaceae</i>	
<i>Genus</i>	<i>Ananas</i>	
<i>Species</i>	<i>Ananas Comosus</i>	

(Melia Akrinisa, SP .MP.,. Muhammad Arpah. M.Si, 2019).

Potensi penggunaan daun nanas ditinjau dari produksi yang merupakan tiga buah terpenting dari daerah tropis. Indonesia termasuk produsen nanas terbesar ke-3 di Negara ASEAN tetapi ditinjau dari perannya dalam ekspor dunia, Indonesia masih berada pada urutan ke-16 (Ir. Efi Respati, 2016). Tumbuhan nanas saat ini masih buahnya saja yang dapat dimanfaatkan, berbeda dengan daunnya akan dikembalikan lagi keladang untuk digunakan sebagai pupuk. Tanaman nanas dapat menghasilkan 70 – 80 lembar daun dengan kandungan air 85%. Setelah panen tanaman nanas, bagian yang menyumbang limbah terbesar yaitu daun dengan presentase 90%, lalu tunas batang 9%, dan batang 1%

(Hidayat, 2008). Dengan demikian, untuk meningkatkan nilai jual tumbuhan nanas dan pemanfaatan limbah dari tanaman nanas dibutuhkannya inovasi pemanfaatan tumbuhan nanas untuk dijadikan serat sebagai material komposit ataupun sebagai kerajinan tangan.

6  
Tabel 2. 1 Sifat Mekanik Serat (Xander, 2012)

<i>Fibre</i>	<i>Density</i> ( $g/cm^3$ )	<i>Elongation</i> (%)	<i>Tensile</i> <i>Strength</i> (MPa)	<i>Young</i> <i>Modulus</i> (GPa)
<i>Cotton</i>	1.5 – 1.6	7.0 – 8.0	287 – 597	5.5 – 12.6
<i>Sisale</i>	1.5	2.0 – 2.5	511 – 635	9.4 – 22.0
<i>Ramie</i>	-	3.6 – 3.8	400 – 938	61.4 – 128
<i>Nanas</i>	<b>1.072</b>	<b>2.7 – 3.3</b>	<b>356 – 432</b>	<b>16.2 – 38.4</b>
<i>Sansevieria</i> <i>trifasciata</i>	0.94	2.1 – 3.6	334 – 1121	-

Serat daun nanas yang berasal dari daun nanas yang masih muda umumnya tidak panjang dan kurang kuat. Sedangkan serat yang dihasilkan dari tanaman nanas yang teralu tua dan hidup di alam terbuka dengan intensitas matahari cukup tinggi, akan menyebabkan serat yang pendek kasar dan rapuh atau getas. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan serat yang kuat, halus, dan lembut perlu dilakukannya pemilahan daun nanas yang lavak digunakan dengan perlakuan perlindungan dari sinar matahari yang tidak berlebih. Bahan serat nanas umumnya kaku dan transparan, persis seperti bahan organdi, namun serat nanas berkilau, lembut, halus, dan ringan (Ningrum, 2017)



Gambar 2. 5 Serat Daun Nanas

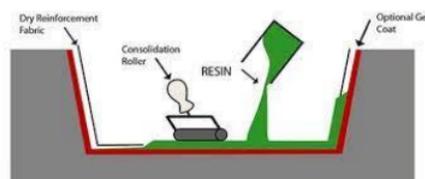
## 2.6. Proses Manufaktur <sup>5</sup> Komposit

Proses pembuatan komposit berdasarkan prosesnya dibedakan menjadi dua jenis yaitu, teknik pembentukan terbuka (*open mold process*) dan teknik pembentukan tertutup (*closed mold process*). Sedangkan dalam penelitian ini akan dilakukan teknik cetakan terbuka (*open mold process*). Pada teknik pembentukan terbuka (*open mold process*) terdapat 5 jenis teknik antara lain adalah :

### 2.6.1. *Hand Lay - Up*

*Hand Lay - Up* cara pencetakan sederhana dalam pembuatan komposit sehingga metode yang paling sering digunakan. Proses cara metode ini adalah dengan cara manual yang tidak terlalu memerlukan prosedur yang rumit dan banyak alat seperti metode lainnya. Inti dari penggunaan metode *Hand Lay - Up* ini adalah metode pembuatan komposit dengan cara memberi pelapisan matriks terhadap serat yang sebelumnya telah ditata atau disusun dalam cetakan menggunakan tangan. Pelapisan matriks dilakukan dengan cara menuangkan matriks kedalam cetakan, lalu meratakan matriks tersebut menggunakan rol atau kuas dengan cara terus menerus hingga matriks dapat menyebar secara merata melapis serat yang membentuk sesuai cetakan, sehingga ketika mengeras serat tidak mengalami deformasi lagi dan akan membentuk sesuai cetakan. Dalam metode *Hand Lay - Up* terdapat dua metode proses penuangan resin antara lain :

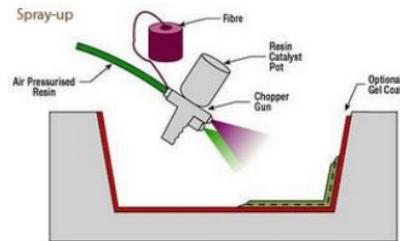
- a. *Manual Resin Application*, merupakan proses pengaplikasian pengikat terhadap penguat menggunakan cara sederhana dengan menggunakan tangan.
- b. *Mechanical Resin Application*, merupakan teknik pengaplikasian pengikat terhadap penguat dengan memanfaatkan bantuan mesin yang berlangsung secara terus menerus.



Gambar 2.6 Proses Hand Lay – Up (Gibson, 1994)

### 2.6.2. Spray Up

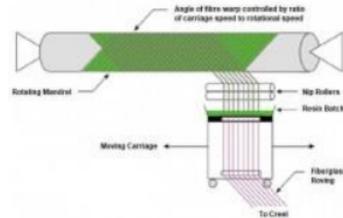
*Spray - Up* metode pencetakan terbuka yang dapat menghasilkan bagian-bagian lebih bertautan dan lebih ekonomis dari metode *Hand Lay - Up*. Teknik *Spray -Up* dilakukan dengan aturan penyemprotan serat (*fibres*) yang telah melewati tempat pemotongan (*chopper*). Selagi itu, resin yang telah dicampur dengan katalis juga disemprotkan secara bersamaan. Wadah atau tempat pencetakan *Spray-Up* telah disiapkan sebelumnya. Setelah itu proses selanjutnya adalah dengan membiarkannya mengeras pada kondisi atmosfer standar. Teknologi ini menghasilkan struktur kekuatan yang rendah, yang biasanya tidak termasuk pada produk akhir. pengaplikasian penggunaan dari proses *Spray - Up* adalah panel-panel, bodi karavan, bak mandi, sampan (Setyanto, 2012).



1  
Gambar 2.7 Proses Spray - Up

### 2.6.3. Filament Winding

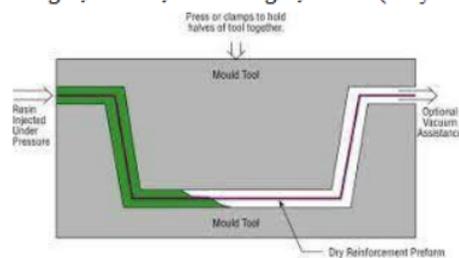
*Filament winding* adalah proses dimana serat tipe *roving* atau *single stand* di lewatkan kedalam wadah atau cetakan yang telah terisi oleh resin, kemudian serat tersebut akan diputar sekeliling mandrel yang sedang bergerak dua arah yaitu, arah radial dan arah tangensial. Proses ini di lakukan berulang, sehingga dengan cara ini di dapatkan lapisan serat sesuai dengan yang diinginkan. Proses *filament winding* umumnya digunakan untuk komponen belah berlubang, berbentuk bulat atau oval (Saputra Dwi, Ardiana, M, Fahrur Rozy, Agus Triono, 2017).



1  
Gambar 2. 8 Proses Filament Winding

#### 2.6.4. Pressure Bag

Pressure bag memiliki kesamaan dengan metode vacuum bag, namun metode ini tidak memakai pompa vakum melainkan menggunakan udara atau uap bertekanan yang disuplai dari wadah elastis. Wadah elastis ini yang akan berkontak pada komposit yang akan dilakukan pemrosesan. Biasanya tekanan yang di berikan pada proses ini adalah sebesar 30 sampai 50 psi sehingga kantong akan mengalami sentuhan langsung kepada pengikat yang dituangkan kedalam cetakan dan pengikat akan menyebar memenuhi cetakan dan mengikat serat yang telah ditata sesuai bentuk dari cetakan. Aplikasi dari metoda *Pressure bag* ini adalah pembuatan tangki, wadah, turbin angin, vessel (Setyanto, 2012).



Gambar 2. 9 Proses Pressure Bag

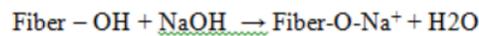
#### 2.6.5. Vacuum Bag

Metode *vacuum bag* adalah penyempurnaan dari metode *hand lay-up*, penggunaan dari proses vacuum bag ini untuk menghilangkan udara yang terperangkap didalam resin. Pada proses alat yang digunakan adalah pompa vakum untuk menghisap udara yang ada dalam wadah atau cetakan. Dengan dilakukannya pemvakuman udara dalam wadah maka udara yang ada diluar

penutup plastik akan menekan kearah dalam. Hal Ini dapat meminimalisir udara yang terperangkap dalam sampel komposit. Dibandingkan dengan metode *hand lay-up*, metode vakum memberikan konsentrasi penguatan yang lebih tinggi, adhesi *interlayer* yang lebih baik, dan kontrol yang lebih baik dari resin. Penerapan metoda vacuum bag ini adalah pembuatan kapal pesiar, komponen mobil balap, perahu, dan lain-lain (Setyanto, 2012).

### 2.7. Alkalisasi (NaOH)

Alkalisasi adalah cara perubaha serat alam untuk meningkatkan kompatibilitas serat -matriks untuk menciptakan serat berkualitas tinggi. Alkalisasi serat adalah teknik perendaman serat berbasis alkali. Reaksi berikut menjelaskan proses yang terbentuk selama perlakuan alkali terhadap serat:



Teknik alkalisasi dapat menyisihkan komponen penyusun serat yang minim kegunaannya dalam menentukan kekuatan antar muka yakni hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, wetability kekuatan serat dan matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat. Selain itu, pengurangan hemiselulosa, lignin atau pektin, akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik. Preparasi alkalisasi melingkupi pembuatan larutan NaOH yakni dengan mengukur perbandingan fraksi volume (Maryanti et al., 2011).

### 2.8. Fraksi Volume

Kandungan serat dalam komposit, merupakan bagian terpenting khususnya pada komposit berpenguat serat. Untuk mendapatkan komposit dengan kekuatan tinggi, distribusi serat matriks harus merata selama proses pencampuran untuk mengurangi pembentukan rongga (*Void*). Dalam pembuatan bahan komposit, komponen volumetrik (fraksi volume) dan berat bahan campuran dapat dihitung untuk memudahkan penentuan proporsi bahan yang dibutuhkan untuk produksi komposit. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah massa jenis matriks, massa jenis serat, volume komposit dan berat serat. Parameter yang diketahui dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Berthelot, 1999).

Rumus menghitung fraksi volume serat, sebagai berikut :

$$V_f = \frac{vf}{vc} \dots \dots \dots \text{Persamaan(2.1)}$$

Rumus menghitung fraksi volume matriks, sebagai berikut :

$$V_m = \frac{vm}{vc} \dots \dots \dots \text{Persamaan(2.2)}$$

Rumus menghitung fraksi volume komposit, sebagai berikut :

$$V_m = 1 - V_f \dots \dots \dots \text{Persamaan(2.3)}$$

Rumus menghitung massa serat, sebagai berikut :

$$m_f = vf - pf \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.4)}$$

Rumus menghitung massa matriks, sebagai berikut :

$$m_m = vm - pm \dots \dots \dots \text{Persamaan(2.5)}$$

Keterangan:

$V_f$  = fraksi volume serat (%)

$vf$  = volume serat ( $\text{cm}^3$ )

$vm$  = volume matrik ( $\text{cm}^3$ )

$V_m$  = fraksi volume matrik (%)

$vc$  = volume komposit ( $\text{cm}^3$ )

$mf$  = massa serat (g)

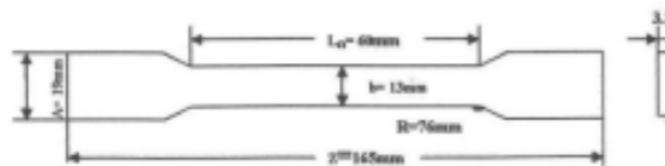
$pf$  = massa jenis serat ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$mm$  = massa matrik (g)

## 2.9. Uji Tarik

Sifat mekanik suatu material berkaitan dengan kekuatan, kekerasan, keuletan, dan kekakuan. Dalam penelitian ini salah satu pengujian yang akan

dilakukan adalah pengujian tarik dan pengujian impak. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari suatu material komposit. Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan alat "*Universal Testing Machine*" atau sering disebut dengan UTM produk dari Jepang. Hasil pengujian dengan alat ini dikatakan lebih akurat karena dapat menghasilkan grafik tegangan - regangan. Spesimen pengujian tarik dapat dibentuk berdasarkan standar acuan uji tarik yaitu, ASTM D 638-01 yang ditunjukkan pada gambar berikut (Subakti & Kumiawan, 2017):



Gambar 2. 10 Dimensi benda uji tarik (ASTMD638, 2016)

Keterangan :

- $L_0$  : Panjang Awal (mm)  
 $b$  : Lebar (mm)  
 $Z$  : Panjang total spesimen (mm)  
 $d$  : Tebal (mm)  
 $A$  : Lebar spesimen (mm)

Langkah – langkah pengujian tarik :

1. Mesin uji tarik harus menunjukkan indikator nol;
2. Memasang batang uji tarik pada alat dengan cara dijepit tepat pada jig spesimen uji tersebut;
3. Menginput program di komputer untuk menjalankan alat uji tarik tersebut;
4. Mengeprint hasil uji tarik yang telah keluar pada program.

Kekuatan tarik dapat dihitung dengan persamaan (Beliu et al., 2016) :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \left( \frac{N}{mm^2} \right) \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.6)}$$

Regangan komposit dapat dihitung dengan persamaan :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \cdot 100\% \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.7)}$$

17 Berdasarkan kurva hasil pengujian maka modulus elastisitas E (GPa) dapat dihitung dengan persamaan :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.8)}$$

Keterangan :

- $\sigma$  : Tegangan (*Stress*) (MPa)  
 $F$  : Gaya (N)  
 $A_0$  : Luas penampang (mm<sup>2</sup>)  
 $\varepsilon$  : Regangan (*Strain*)



**METODE PENELITIAN****3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Kegiatan penelitian dilaksanakan awal bulan Oktober 2021 dengan diawali dengan pemilihan daun nanas. Pembuatan spesimen dilakukan di Laboratorium Fisika Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, dan untuk karakterisasi sampel dilakukan di PT Detech Profesional Indonesia.

**3.2. Alat dan Bahan****3.2.1. Alat**

Pada penelitian ini menggunakan Neraca Digital; Cetakan; Gelas Beker; Gelas Ukur; Pipet Tetes; Pengaduk; Penggaris; Pemberat; Jangka Sorong; *Universal Testing Machine* (UTM).

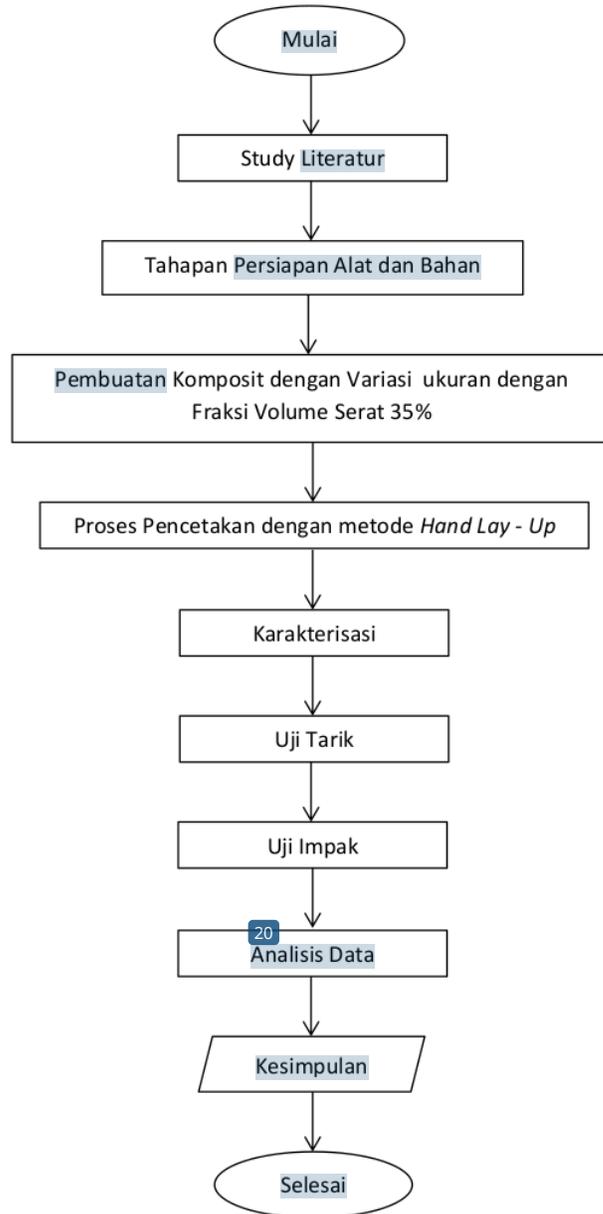
**3.2.2. Bahan**

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah Resin Epoksi dan Hardener; Larutan NaOH; Aquades; Serat Daun Nanas; *Mirror Glaze*.

**3.3. Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian tentang Pembuatan Dan Uji Karakterisasi Komposit Serat Daun Nanas Dengan Resin Epoksi Sebagai Material Untuk Konstruksi Kapal ini dilakukan dalam dua tahap pelaksanaan yaitu, pembuatan spesimen dan tahap pengujian spesimen. Tahapan pembuatan spesimen meliputi proses perlakuan alkalisasi pada serat, pengeringan serat, pencetakan spesimen komposit sesuai fraksi volume dan pengeringan sampel. Sedangkan tahapan pengujian sampel meliputi pengujian Tarik, dan uji impak.

## 1. <sup>8</sup> Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

Langkah pertama dalam penelitian ini ialah persiapan alat dan bahan. Alat dan bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan yakni serat daun nanas, resin epoksi, hardener, Nivea, dan NaOH. Sedangkan untuk alat yang digunakan yaitu, neraca digital, cetakan, gelas ukur, jangka sorong, pipet tetes, dan pengaduk. Sebagian alat yang digunakan didapatkan di Laboratorium Fisika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Alat timbangan digunakan untuk menimbang serat dan resin epoksi, gelas ukur dimanfaatkan untuk menakar resin epoksi sesuai takaran perhitungan, pipet tetes digunakan untuk mengambil hardener dan dicampurkan ke dalam resin epoksi, jangka sorong di pergunakan untuk mengukur panjang, lebar dan tebal, pemberat untuk menekankan cetakan, pengaduk untuk mengadukan resin epoksi dengan hardener agar proses pencampuran dapat merata.

#### 3.4.1. Perlakuan Serat Daun Nanas

Serat yang telah dipisahkan dari daging daun nanas dicuci dan dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari. Serat diukur sesuai panjang dan pendek yang akan digunakan dalam sampel untuk pengujian tarik panjang serat yang dibutuhkan 165mm. Tahapan selanjutan serat menerima perlakuan alkali menggunakan teknik perendaman serat kering kedalam larutan NaOH dengan konsentrasi 5% selama 2 jam. Tujuan perlakuan proses perendaman alkalilisi bertujuan untuk merubah sifat permukaan serat secara kimiawi sehingga dapat memperbaiki ikatan resin dan serat. Setelah melalui proses perendaman, serat direndam dalam air aquades untuk menghilangkan sisa sisa larutan NaOH. Serat ditiriskan kemudian dikeringkan dengan suhu kamar. Setelah kering serat sudah siap digunakan untuk pembuatan komposit.

#### 3.4.2. Proses Pencetakan Spesimen

Sampel yang di cetak berjumlah 10 buah sampel untuk uji Tarik dan uji Impak dengan sampel tanpa serat dan variasi ukuran dengan fraksi volume 35%. Spesimen komposit dibuat dengan menggunakan metode cetakan terbuka. Pada pembuatan komposit, kadar resin epoksi dan hardener yang digunakan adalah 1:1.

Pada proses pencetakan yang dilakukan terlebih dahulu adalah mempersiapkan cetakan. Ukuran dan bentuk cetakan untuk pengujian tarik menggunakan ASTM D638-01 dan untuk pengujian impak menggunakan ASTM D 5942-96. Perhitungan kebutuhan serat, matriks, dan hardener untuk variasi ukuran serat dari fraksi volume serat 35%. Persiapan cetakan, cetakan diolesidengan menggunakan nivea, bertujuan untuk mempermudah proses pengambilan sampel. Proses pencetakan komposit dimulai dengan memasukan matriks kedalam cetakan lalu menyusun serat kedalam cetakan yang sudah berisi matriks lalu memasukan matriks resin epoksi dengan campuran hardener untuk menutup bagian atasnya. Proses ini dilakukan secara berurutan mulai dari ukuran serat pendek dan panjang. Semua bahan yang sudah dimasukan kedalam cetakan, selanjutnya diberikan cetakan ditutup oleh kaca dan diberi pemberat untuk mengurangi udara yang masuk kedalam cetakan. Dengan tidak adanya udara yang terperangkap didalam cetakan maka akan menghasilkan komposit yang lebih baik.

Komposit yang sudah dicetak tersebut didiamkan dan dilepaskan dari cetakan setelah komposit mengeras berbentuk padatan. Untuk proses pengeringan spesimen dibutuhkan waktu selama 24 jam dalam suhu kamar. Setelah sampel komposit selesai dibuat, selanjutnya dilakukan pengecekan fraksi volume pada masing – masing sampel yang telah siap untuk masuk tahap pengujian. Verifikasi sampel dilakukan dengan memantau berat untuk menentukan fraksi volume akhir.

### 3.5. Karakterisasi Spesimen

Proses pengujian<sup>2</sup> dilakukan untuk mengetahui sifat komposit resin epoksi yang diperkuat dengan serat daun nanas.<sup>3</sup> Jenis pengujian yang dilakukan adalah uji tarik (*tensile strength*) dan uji impak.

### 3.5.1. Uji Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik dilakukan oleh PT Detech Profesional Indonesia. Uji tarik digunakan untuk menguji kekuatan material komposit dengan memberikan beban aksial. Proses pengujian dengan cara ujung-ujung sampel dikaitkan pada alat uji dan beban penarik dipasang pada satuan beban kgf. Sampel diambil dengan kecepatan tertentu sampai putus. Besar beban penarik maksimum ( $F_{max}$ ) dan perubahan panjang sampel saat putus dicatat. Dari data yang telah diperoleh kemudian dimasukkan dalam Persamaan (2.6) dan Persamaan (2.7) sehingga dapat diperoleh besarnya tegangan ( $\sigma$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *Torse Universal Testing Machine*. Nilai kuat tarik diperoleh dari perbandingan antara gaya ( $F$ ) dan luas bidang tarik ( $A$ ) Persamaan (2.6). Sedangkan elongasi ( $\epsilon$ ) diperoleh dari perbandingan antara panjang mula-mula  $l_0$  (m) dengan pertambahan panjang  $\Delta L$  (m) Persamaan (2.7).

21

### 3.5.2. Uji Impak

Uji impak dilakukan oleh PT Detech Profesional Indonesia dengan menggunakan mesin UTM. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan suatu bahan untuk menyerap energi sebelum patah (*toughness*). Kekuatan impak benda uji dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9).

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses pembuatan spesimen komposit serat daun nanas menggunakan perbandingan variasi ukuran serat dengan fraksi volume serat dan resin yang telah ditentukan. Spesimen dilakukan pengujian tarik dan impak. Berikut proses pembuatan dan pembahasan hasil dari pengujian.

#### **4.1 Proses Pembuatan Produk**

Pemilahan daun nanas yang akan diambil seratnya untuk digunakan. Setelah pemilahan daun nanas, dilakukan proses membersihkan daging daun menggunakan sendok dan pemisahan serat dari daging daun.



Gambar 4. 1 Daun nanas



Gambar 4. 2 Pengerokan daging daun



Gambar 4. 3 Pemisahan serat dari daging daun

Setelah proses pengambilan serat dari daun, dilakukannya pencucian daun menggunakan air untuk membersihkan sisa-sisa daging daun. Setelah pencucian serat dijemur dibawah sinar matahari. Sebelum dilakukan perendaman serat di larutan NaOH, serat ditimbang menggunakan neraca digital dan diukur panjang serat yang akan digunakan dengan komposisi yang telah ditentukan. Perendaman serat dengan larutan NaOH dilakukan selama 2 jam, lalu serat dibilas menggunakan air dan ditiriskan.



Gambar 4. 4 Penimbangan Serat



Gambar 4. 5 Perendaman Serat dilarutan NaOH



Gambar 4. 6 Penirisan Serat

Ditimbang epoksi dengan neraca digital sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan, dicampurkan epoksi dengan hardener dengan perbandingan 1:1. Setelah itu resin epoksi dan hardener diaduk sampai tercampur rata. Siapkan cetakan yang telah diolesi dengan nivea, nivea ini berguna untuk proses pemisahan sampel dari cetakan.



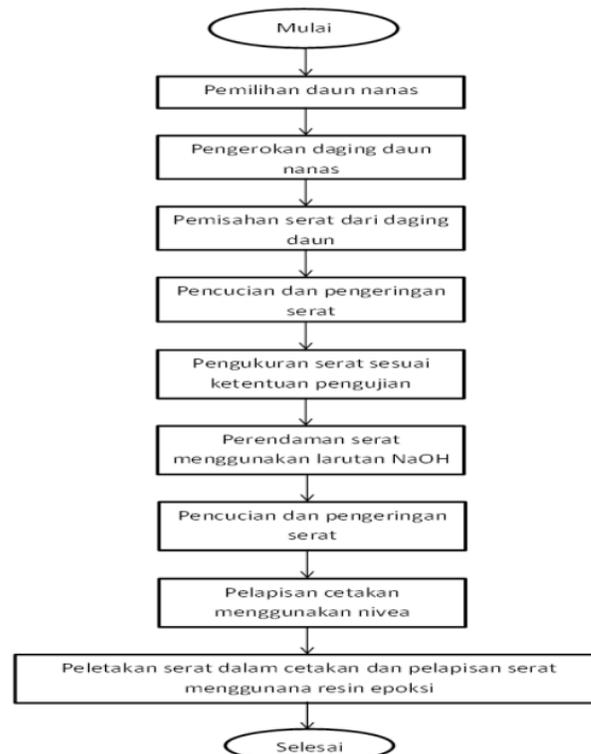
Gambar 4. 7 Cetakan yang diolesi dengan nivea

Proses pencetakan dilakukan dengan menggunakan metode hand lay up, metode pembuatan komposit dengan cara memberi pelapisan matriks terhadap serat yang sebelumnya telah ditata atau disusun dalam cetakan menggunakan tangan. Proses pencetakan dilakukan dengan membuat sampel orientasi serat panjang dan orientasi serat pendek untuk menghasilkan sampel uji tarik dan uji dampak yang siap untuk diuji.



Gambar 4. 8 Proses pencetakan Hand lay up

#### 4.1.1. <sup>4</sup> Diagram alir proses pembuatan



Gambar 4.9 Diagram Alir Proses Pembuatan

## 1 4.2 Data Uji Tarik

### 4.2.1 Perhitungan fraksi dan volume serat

Perhitungan fraksi dan volume digunakan untuk mendapatkan massa serat yang dibutuhkan. Perhitungan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume cetakan (Vctk)} &= 13.5 \text{ cm}^3 \\
 \text{Volume Serat (Vf)} &= 35\% \cdot \text{Vctk} \\
 &= 35\% \cdot 13.5 \text{ cm}^3 \\
 &= 4.7 \text{ cm}^3 \\
 \text{Massa Serat (Mf)} &= \rho_f \cdot \text{Vf} \\
 &= 0.95 \text{ gram/cm}^3 \cdot 4.7 \text{ cm}^3 \\
 &= 4.45 \text{ gram} \\
 \text{Volume Resin (Vm)} &= 65\% \cdot \text{Vctk} \\
 &= 65\% \cdot 13.5 \text{ cm}^3 \\
 &= 8.7 \text{ ml} \\
 \text{Massa Resin (Mm)} &= \rho_m \cdot \text{Vm} \\
 &= 1.20 \text{ gram/cm}^3 \cdot 8.7 \text{ ml} \\
 &= 10.44 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

### 18 1.2.2. Hasil pengukuran spesimen uji Tarik

Berikut tabel hasil pengukuran spesimen uji Tarik :

18 Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Spesimen Serat Panjang dan Pendek

Spesimen	Lebar (mm)		Tebal (mm)		Panjang (mm)	
	Panjang	Pendek	Panjang	Pendek	Panjang	Pendek
1	11.83	12.94	6.71	6.17	160	160.3
2	12.66	12.72	6.41	6.19	160.2	160.2
3	12.64	12.91	5.19	5.81	160.2	160.2
4	12.85	12.95	6.28	6.12	160.1	160.3
Polos	12.87	12.88	4.42	5.04	159.8	159.8



27  
Gambar 4. 10 Spesimen Uji Tarik Serat Panjang



13  
Gambar 4. 11 Spesimen Uji Tarik Serat Pendek



Gambar 4. 12 Pengujian Tarik



Gambar 4. 13 Spesimen Setelah Uji Tarik Serat Panjang



3 Gambar 4. 14 Spesimen Setelah Uji Tarik Serat Pendek

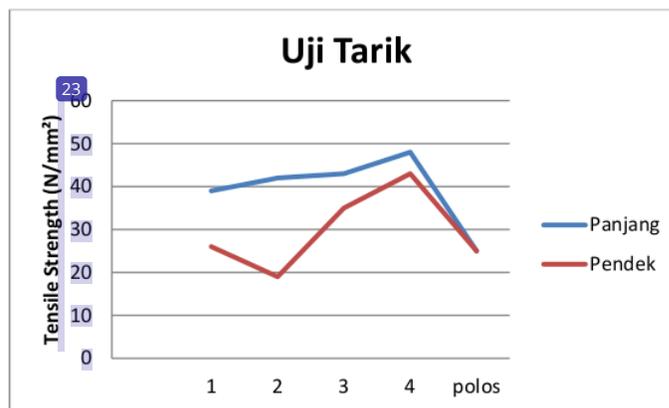
### 1.2.3. Pengujian uji Tarik

Setelah dilakukan uji tarik dengan memasang beban 500 kN dan hasil yang dicatat oleh mesin UTM digunakan untuk menganalisa kekuatan tarik dari material yang dibuat. Hasil uji tarik perlu dilakukannya konversi satuan dari (kN) menjadi ( $N/mm^2$ ). Hal ini diperlukan karena untuk digunakan dalam perhitungan pengujian material berikutnya menggunakan satuan  $N/mm^2$  menjadi satuan MPa.

Tabel 4. 2 Perhitungan Tegangan Tarik

Spesimen	Thickness (mm)		Width (mm)		Area (mm <sup>2</sup> )		Gauge Length (mm)		Elongation (%)		Reduction Of Area (%)		Yield Strength (N/mm <sup>2</sup> )		Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> )	
	Panjang	Pendek	Panjang	Pendek	Panjang	Pendek	Panjang	Pendek	Panjang	Pendek	Panjang	Pendek	Panjang	Pendek	Panjang	Pendek
1	6.71	6.17	11.83	12.94	79.38	79.84	50	50	0.1062	0.0687	2.32	2.63	24.32	10.67	38.88	25.90
2	6.41	6.19	12.66	12.72	81.15	78.74	50	50	0.1187	0.0812	2.34	3.18	29.13	9.47	42.24	18.71
3	5.19	5.81	12.64	12.91	65.60	75.01	50	50	0.1062	0.0375	2.70	4.77	27.68	30.97	42.59	35.11
4	6.28	6.12	12.85	12.95	80.7	79.25	50	50	0.0437	0.0562	2.36	2.39	28.74	19.86	48.01	42.57
Polos	4.42	5.04	12.87	12.88	56.89	64.72	50	50	0.0312	0.0187	3.02	1.56	12.33	14.89	24.81	29.92

#### 1.2.4. Grafik uji tarik



Gambar 4. 15 Grafik Pengujian Tarik

Pada gambar grafik 4.5 dapat dilihat masing-masing nilai kekuatan tarik dari spesimen uji. Dari pengolahan data dapat dilihat bahwa spesimen dengan orientasi serat panjang memiliki kekuatan tarik lebih besar dari pada orientasi serat pendek yaitu 48.01 N/mm<sup>2</sup> dengan komposisi serat 35% dan resin 65%. Sedangkan kekuatan tarik komposit terendah terdapat pada orientasi serat pendek yaitu 18.17 N/mm<sup>2</sup>.

Dalam pengujian kekuatan tarik terdapat 8 kali percobaan dengan spesimen komposit 4 ukuran serat panjang dan 4 ukuran serat pendek yang menggunakan standar ASTM D 638-01. Berdasarkan hasil spesimen yang digunakan banyak ditemui terbentuknya rongga (*Void*) pada komposit. *Void* yang terdapat pada komposit terjadi karena adanya udara yang terjebak saat proses pembuatan, seperti proses pengadukan yang kurang baik, proses pencetakan, bahkan pada saat preparasi spesimen. *Void* juga dapat mempengaruhi ikatan antara serat dan matriks, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang membuat matriks tidak dapat mengisi ruang kosong pada cetakan. Jadi nilai yang tidak signifikan ini disebabkan dari hasil spesimen yang dibuat terdapat rongga udara di antara serat dan matriks, akibatnya menghasilkan serat yang tidak homogen pada setiap spesimennya.

24

### 4.3 Pengujian Uji Impak

#### 4.3.1 Perhitungan fraksi dan volume serat

Perhitungan fraksi dan volume digunakan untuk mendapatkan massa serat yang dibutuhkan. Perhitungan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume cetakan (Vctk)} &= 11 \text{ cm}^3 \\
 \text{Volume Serat (Vf)} &= 35\% \cdot \text{Vctk} \\
 &= 35\% \cdot 11 \text{ cm}^3 \\
 &= 4.02 \text{ cm}^3 \\
 \text{Massa Serat (Mf)} &= \rho_f \cdot \text{Vf} \\
 &= 0.95 \text{ gram/cm}^3 \cdot 4.02 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Resin (Vm)} &= 3.81 \text{ gram} \\
 &= 65\% \cdot V_{\text{ctk}} \\
 &= 65\% \cdot 11 \text{ cm}^3 \\
 &= 7.15 \text{ ml} \\
 \text{Massa Resin (Mm)} &= \rho_m \cdot V_m \\
 &= 1.20 \text{ gram/cm}^3 \cdot 7.15 \text{ ml} \\
 &= 8.58 \text{ gram} \\
 \text{Kekuatan Impak (Is)} &= E_s/A
 \end{aligned}$$

#### 4.3.2 Pengukuran spesimen uji Impak

Berikut tabel hasil pengukuran spesimen uji Impak :

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Spesimen Uji Impak

Ukuran Spesimen (mm)	Suhu Uji (°C)	Orientasi Spesimen
12.7 x 12.7 x 64	24°C	-



3  
Gambar 4. 16 Spesimen Uji Impak Serat Panjang



Gambar 4. 17 Pengujian Impak



3  
Gambar 4. 18 Spesimen Uji Impak Serat Pendek



Gambar 4. 19 Spesimen Setelah Uji Impak Serat Panjang



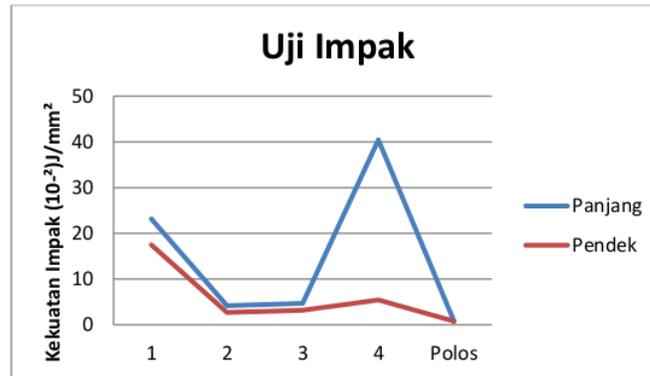
Gambar 4. 20 Spesimen Setelah Uji Impak Serat Pendek

#### 4.3.3. Tabel <sup>7</sup> hasil perhitungan uji impact

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Spesimen Uji Impact

Spesimen	Energi Serap Serat Panjang (J)	Energi Serap Serat Pendek (J)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kekuatan Impact (10 <sup>-3</sup> J/mm <sup>2</sup> )	
				Panjang	Pendek
1	37.29	28.17	161.29	23.119	17.465
2	6.75	4.36	161.29	4.185	2.703
3	7.56	5.15	161.29	4.687	3.193
4	65.22	8.78	161.29	40.436	5.443
polos	1.25	1.25	161.29	0.775	0.775
Rata-rata	23.61	9.54	161.29	14.6404	5.9158

#### 4.3.4. Grafik uji impact



Gambar 4. 21 Grafik Kekuatan Impak

Pada gambar grafik 4.8 dapat dilihat nilai ketangguhan/kekuatan dari spesimen dengan komposisi 35% serat dan 65% resin. Spesimen dengan ukuran serat panjang memiliki nilai ketangguhan/kekuatan lebih besar  $40,4 \times 10^{-2} \text{J/mm}^2$  dibandingkan dengan spesimen dengan ukuran serat pendek  $4,1 \times 10^{-2} \text{J/mm}^2$ . Sedangkan untuk spesimen tanpa serat memiliki nilai ketangguhan/kekuatan yang sama. Pada komposit, serat berfungsi sebagai penopang kekuatan/ketangguhan. Spesimen dengan ukuran serat panjang memiliki nilai ketangguhan/kekuatan lebih besar karena pada spesimen yang menggunakan serat panjang dapat menahan beban pukulan lebih besar serta spesimen dengan serat panjang memiliki rongga udara (*void*) lebih sedikit dari pada spesimen yang menggunakan serat pendek. Rongga udara (*void*) yang terdapat pada sampel terbentuk karena adanya udara yang terjebak saat proses pembuatan, seperti proses pengadukan yang kurang optimal, proses pencetakan, bahkan pada saat preparasi sampel. *Void* dapat mempengaruhi ikatan antara serat dan matriks, yaitu adanya celah pada setiap serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang membuat matriks tidak dapat mengisi ruang kosong pada cetakan. Jadi nilai yang tidak signifikan ini disebabkan dari hasil sampel yang dibuat, terdapat rongga udara di antara serat dan matriks, akibatnya menghasilkan sampel komposit yang tidak homogen pada setiap sampelnya.

#### 4.4 Perbandingan Nilai Hasil Pengujian Tarik Dengan Standar BKI

Nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas untuk kulit kapal yang disyaratkan/diizinkan dalam standar BKI dengan menggunakan *fiberglass*, adalah:

$$\text{Kekuatan Tarik} = 98 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Modulus elastisitas} = 6.86 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 4. 5 Perbandingan Kekuatan Tarik dengan Standar BKI

NO	Serat	Resin	Ukuran Serat	Tegangan ( $\sigma$ ) N/mm <sup>2</sup>	Rata-rata ( $\sigma$ )	BKI (N/mm <sup>2</sup> )
1	35%	65%	Panjang	38,88	42,93	98 N/mm <sup>2</sup>
2				42,24		
3				42,59		
4				48,01		
Polos				24,81		
1			Pendek	25,90	30,57	
2				18,71		
3				35,11		
4				42,57		
Polos				29,92		

Pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa komposit serat daun nanas belum memenuhi nilai standar tegangan tarik yang disyaratkan oleh BKI. Komposit ini dibuat hanya 1 lapisan dan hanya menggunakan 1 variasi fraksi yaitu 35% serat dan 65% resin dengan metode pembuatan *hand lay up*, sedangkan dalam syarat BKI tidak dicantumkan jumlah layer yang diperlukan dan fraksi yang digunakan untuk bahan berpenguat *fiberglass*. Sehingga dari hasil yang didapatkan, komposit dengan serat daun nanas belum dapat menggantikan penggunaan *fiberglass* pada kulit kapal.

5 Tabel 4. 6 Perbandingan Modulus Elastisitas dengan Standar BKI

NO	Serat	Resin	Ukuran Serat	Modulus Elastisitas (E) N/mm <sup>2</sup>	Rata-rata (E)	BKI (N/mm <sup>2</sup> )
1	35%	65%	Panjang	366,184	555,476	6.86 x 10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
2				355,877		
3				401,048		
4				1098,794		
Polos				795,506		
1			Pendek	377,120	575,403	
2				230,539		
3				936,408		
4				757,546		
Polos				1600,486		

Pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas komposit serat daun nanas belum memenuhi nilai standar yang disyaratkan oleh BKI. Komposit ini dibuat hanya 1 lapisan dengan metode *hand lay up*, sedangkan dalam syarat BKI tidak dicantukan jumlah layer yang diperlukan. Sehingga dari hasil yang didapatkan, komposit dengan serat daun nanas belum dapat menggantikan penggunaan *fiberglass* pada kulit kapal.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Material komposit berpenguat serat daun nanas memiliki kekuatan tarik berdasarkan data yang didapat dengan orientasi serat panjang memiliki kekuatan tarik lebih besar yaitu  $48.01 \text{ N/mm}^2$  dengan komposisi serat 35% dan resin 65%, sedangkan untuk orientasi serat pendek yaitu  $18.17 \text{ N/mm}^2$ . Untuk kekuatan tarik yang diizinkan oleh BKI adalah  $98 \text{ N/mm}^2$ . Berdasarkan hasil pengujian terhadap material komposit menunjukkan bahwa komposit serat daun nanas belum memenuhi nilai yang disyaratkan oleh BKI untuk material alternatif kulit kapal.

Hasil pengujian impact, orientasi serat panjang memiliki nilai ketangguhan lebih besar yaitu  $40,4 \times 10^{-2} \text{ J/mm}^2$  daripada orientasi serat pendek yang memiliki nilai ketangguhan masih lebih rendah dari orientasi serat panjang yaitu  $4,1 \times 10^{-2} \text{ J/mm}^2$ .

#### 5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya pembuatan komposit dengan serat daun nanas dapat dibuat dengan jumlah layer lebih dari 1 dengan metode pembuatan yang dapat meminimalisir pembentukan void, sehingga akan terpenuhinya nilai standar tegangan tarik sesuai syarat BKI. Pada penelitian selanjutnya perhatikan dan pastikan serat daun nanas yang akan digunakan telah bersih.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. (1996). Standard Test Methods for Determining Charpy Impact Strength of Plastics I. In *Annual Book of Standards* (p. Section 8, D 5942-96).
- ASTMD638. (2016). ASTM D638-14, Standard Practice for Preparation of Metallographic Specimens. *ASTM International*, 82(C), 1–15.  
<https://doi.org/10.1520/D0638-14.1>
- Belieu, H. N., Pelle, Y. M., & Jarson, J. U. (2016). Analisa Kekuatan Tarik dan Bending pada Komposit Widuri - Polyester. *Lontar*, 03(02), 11–20.
- Berthelot, J. . (1999). Composite Materials, Mechanical Behaviour and Structural Analysis. In *Springer-Verlag*.
- Bramantyo, A. (2008). PENGARUH KONSENTRASI SERAT RAMI TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT POLIESTER. *Teknik Metalurgi*.
- Brent, B. a, & Brigham, S. (n.d.). *Controlling Polyester Curing — a Simplified View*. 1–12.
- Gibson, R. F. (1994). *Principles Of Composite Material Mechanics*. Mc Graw Hill.
- Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. (2016). Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), 323–331.
- Hartomo, A.J., Rusdiarsono, A., Hardianto, D. (1992). Memahami Polimer dan Perekat. *Andi Offset*.
- Hidayat, P. (2008). Teknologi Pemanfaatan Serat Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. *Teknologi Industri*, 13, 31–35.
- Ir. Efi Respati, Ms. (2016). *Komoditas Pertanian Sub Sektor Hortikultura*. Pusat

Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian 2016.

Karo, A. K., & Handayani, A. (2007). *APLIKASI RESIN EPOKSI SEBAGAI MATRIKS PADA PEMBUATAN KOMPOSIT MAGNETOSTRIKTIF TERFENOL-D* Prosedur Pembuatan Komposit Terfenol-D-. 115–119.

Kirby. (1963). *Vegetable Fibre*. Leonard Hill.

Liemawan, F. K. (2014). Pengaruh Penambahan Cobalt Terhadap Sifat Mekanik dan Termal Epoxy Sebagai Bahan Adhesive Baja ASTM A 36. In Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November.

M. BUDI NUR RAHMAN, B. P. K. (2015). *Rahman , M . B . N . , & Kamiel , B . P . ( 2015 ) . Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester. 14(2), 133–138.*

Maryanti, B., Sonief, A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Rekayasa Mesin, 2(2)*, 123–129.

Melia Akrinisa, SP .MP., Muhammad Arpah. M.Si, J. A. (2019). Keragaman Morfologi Tanaman Nanas( Ananas Comosus (L) Merr) Di Kabupaten Indragiri Hilir. *Jurnal Agro Indragiri, 4(1)*, 34–38.  
<https://doi.org/10.32520/jai.v4i1.1052>

Muhamad Muhajir, Muhammad Alfian Mizar, D. A. S., & Jurusan Pendidikan Teknik Mesin-FT, U. N. M. (2016). Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak. *Jurnal Teknik Mesin, 24(2)*, 1–8.

Munandar, I., Savetlana, S., & Sugiyanto, S. (2013). Kekuatan Tarik Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr). *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA, 1(3)*, 97942.

Ningrum, L. P. (2017). *Potensi Serat Daun Nanas Sebagai alternatif Bahan Komposit Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Lambung Kapal. 66.*

- Oktavillia, D. D. Y. (2020). *Pengaruh Alkalisasi Terhadap kekuatan Tarik dan Impak pada Komposit Epoxy Berpenguat Serat Nanas.*
- Putri, N. A. L. (2016). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Sisal- Epoxy Dan Struktur Serat Terhadap Effect of Volume Fraction Sisal Fiber- Epoxy and Fiber Structure on Tensile Properties of Composite. *Skripsi Teknik Mesin ITS*, 1–80.
- Rasindarita, M. (2013). “Pengaruh Penambahan Prosentase Fraksi Volume Hollow Glass Microsphere Komposit Hibrida Lamina Dengan Penguat Serat Anyaman Terhadap Karakteristik Tarik dan Bending.” *Institut Teknologi Sepuluh November.*
- Salam, S. (2007). Studi Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Matriks Resin Epoxy yang Diperkuat dengan Serbuk Titania (TiO<sub>2</sub>). In *Skripsi.*
- Saputra Dwi, Ardiana. M, Fahrur Rozy. Agus Triono, I. S. (2017). *KEKUATAN TARIK PADA PIPA KOMPOSIT FILAMENT WINDING. 10*(April).
- Sari, N. H. (2018). *Material Teknik* (1st ed.). Deepublish.
- Setyanto, R. H. (2012). Review : Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya. *Performa, 11*(1), 9–18.
- Sriwita, D., & -, A. (2014). Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau Dari Fraksi Massa Dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Unand, 3*(1), 30–36.  
<https://doi.org/10.25077/jfu.3.1>.
- Subakti, Y., & Kurniawan, H. Z. (2017). *Pengaruh Media , Temperatur dan Waktu Perlakuan Annealing Pada Spesimen Standar ASTM D638 Type IV Menggunakan Filamen ST PLA. 2*(1), 7–14.
- Tamara, S. R. (2011). “Studi Eksperimental Pengaruh Jumlah Lapisan Stainless Steel & Posisinya Terhadap Karakteristik Tarik Bending Komposit Serat Kaca Hibrida.” *Institut Teknologi Sepuluh November.*

Witono, K., Irawan, Y, S., D. (2013). Pengaruh Alkalisasi (NaOH) Terhadap Morfologi Dan Kekuatan Tarik Serat Mendong. *Rekayasa Mesin*.

Xander, S. (2012). Kaji Pengembangan Serat Daun Pandan Di Kabupaten Magelang Sebagai Bahan Komposit Interior Mobil. *Teknik Mesin Univertas Tidar*.

LAMPIRAN



Daun nanas



Pengerokan daun nanas



Pengambilan serat



Serat



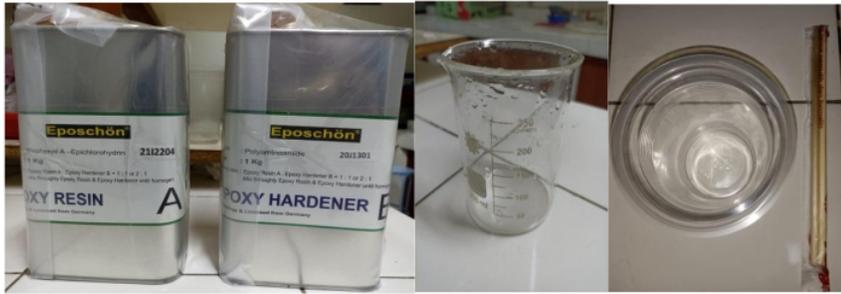
Baskom



Cetakan uji Impak



Cetakan uji tarik



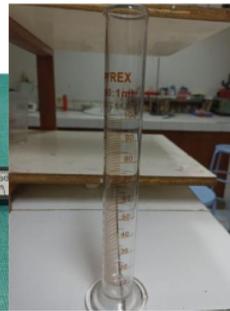
Resin & Hardener

Gelas Beker

Gelas & Sumpit



Jangka sorong



Gelas Ukur



Kater

Latex

NaOH



Neraca digital



Kaca arlogi, Spatula & Batang pengaduk



Penimbangan Serat uji impak



Penimbangan Serat uji tarik



Perendaman serat



Penirisan serat



Pengujian impak



Pengujian tarik

# PEMBUATAN DAN UJI KARAKTERISASI KOMPOSIT SERAT DAUN NANAS DENGAN RESIN EPOKSI SEBAGAI MATERIAL UNTUK KONSTRUKSI KAPAL

## ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	5%
2	<a href="https://repository.unair.ac.id">repository.unair.ac.id</a> Internet Source	3%
3	<a href="https://repository.usd.ac.id">repository.usd.ac.id</a> Internet Source	1%
4	<a href="https://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	1%
5	<a href="https://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	1%
6	<a href="https://repository.unhas.ac.id">repository.unhas.ac.id</a> Internet Source	1%
7	<a href="https://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	1%
8	<a href="https://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	1%

9	<a href="https://repository.unimus.ac.id">repository.unimus.ac.id</a> Internet Source	1 %
10	<a href="https://nanopdf.com">nanopdf.com</a> Internet Source	1 %
11	<a href="https://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Internet Source	1 %
12	<a href="https://isankoclak.blogspot.com">isankoclak.blogspot.com</a> Internet Source	1 %
13	Submitted to Universitas Muria Kudus Student Paper	1 %
14	<a href="https://eprints.ums.ac.id">eprints.ums.ac.id</a> Internet Source	1 %
15	<a href="https://repository.upnvj.ac.id">repository.upnvj.ac.id</a> Internet Source	1 %
16	<a href="https://digilib.unimed.ac.id">digilib.unimed.ac.id</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="https://media.neliti.com">media.neliti.com</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="https://publikasi.mercubuana.ac.id">publikasi.mercubuana.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="https://eprints.unram.ac.id">eprints.unram.ac.id</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="https://repository.polman-babel.ac.id">repository.polman-babel.ac.id</a> Internet Source	<1 %

21	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
22	id.123dok.com Internet Source	<1 %
23	mafiadoc.com Internet Source	<1 %
24	digilib.uns.ac.id Internet Source	<1 %
25	doczz.biz.tr Internet Source	<1 %
26	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
27	ejournal.uika-bogor.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes  On

Exclude matches  Off

Exclude bibliography  On

Jakarta, 13 Juli 2022  
Bagian Ruang Baca Fakultas Teknik

  
.....  
FIRMAN