

ANALISA KEKUATAN TARIK DAN IMPAK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT KELAPA DAN TEBU DENGAN PERENDAMAN NaOH DAN MENGGUNAKAN RESIN POLYESTER

Mochammad Heru Rahmanto

S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: mochammadrahmanto@mhs.unesa.ac.id

Aisyah Endah Palupi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: aisyahpalupi@unesa.ac.id

Abstrak

Ide penelitian ini berawal dari kondisi di industri maritim yang memproduksi kapal-kapal berbahan non-logam yang dibangun di galangan kapal besar, dimana kapal non-logam tersebut kurang berkembang dengan baik karena cara pembuatannya masih tradisional. Penelitian ini menggunakan bahan serat sabut kelapa dan tebu sebagai serat penguat komposit dengan perendaman NaOH 5%. Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini dapat memberikan bahan alternatif baru untuk produksi kapal. Proses pembuatan spesimen komposit menggunakan metode *hand lay-up* dengan fraksi volume berbeda dengan susunan serat *discontinus*. Volume fraksi volume yang digunakan adalah 40% serat dan 60% resin sebagai perbandingannya. Hasil analisa menunjukkan bahwa perendaman NaOH 5% mempengaruhi kekuatan tarik dan kekuatan *impact* komposit. Kekuatan tarik tertinggi terjadi pada jenis variasi dengan perlakuan NaOH pada fraksi volume serat tebu 30% dan kelapa 10% dengan nilai 11,73 kg/mm², sedangkan kekuatan *impact* tertinggi terjadi pada jenis variasi tanpa perlakuan NaOH pada fraksi volume serat tebu 20% dan kelapa 20% dengan nilai 0,4766 J/mm². Hasil analisa data diperoleh dari pengaruh NaOH pada spesimen uji kekuatan impact mengalami penurunan nilai kekuatan *impact* di semua variasi fraksi volume yang diteliti. Sedangkan pengaruh NaOH pada spesimen tarik mengalami peningkatan kekuatan tarik, kecuali pada spesimen dengan fraksi volume serat kelapa 30% dan tebu 10%. Perlakuan NaOH juga meningkatkan nilai modulus elastisitas seluruh variasi spesimen, kecuali pada spesimen dengan fraksi volume serat kelapa 10% dan tebu 30%.

Kata kunci : komposit, serat kelapa, serat tebu, NaOH, ASTM, uji tarik, uji impact.

Abstract

The idea of this study originated from conditions in the maritime industry produces vessels made of non-metal built in large shipyards, where non-metal vessels are not well developed because of the way they are still traditionally made. This study uses coconut fiber and sugar cane as a composite reinforcing fiber with 5% NaOH immersion. The expected results in this study can provide new alternative materials for ship production. The process of making composite specimens using the method of hand lay-up with different volume fractions with the composition of the discontinuous fibers. The volume fraction volume used is 40% fiber and 60% resin as a comparison. The analysis showed that the 5% NaOH immersion affected the tensile strength and impact strength of composite. The highest tensile strength occurs in the type of variation with NaOH treatment in the volume fraction of sugarcane 30% and coconut 10% with a value of 11.73 kg/mm², while the highest impact strength occurs in the type of variation without NaOH treatment in the 20% volume fraction of sugarcane and coconut 20% with a value of 0.47 J/mm². The results of data analysis obtained from the influence of NaOH on the impact strength test specimens decreased the impact strength values in all variations of the volume fraction studied. While the influence of NaOH on tensile specimens has increased tensile strength, except for specimens with 30% coconut fiber volume and 10% sugar cane. NaOH treatment also increased the modulus of elasticity of all specimen variations, except for specimens with 10% coconut fiber volume fraction and 30% sugar cane.

Keywords: composite, coconut fiber, sugarcane fiber, NaOH, ASTM, tensile test, impact test.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya berupa lautan. Seiring dengan arus globalisasi dan kemajuan teknologi yang berkembang, maka industri maritim dalam negeri dituntut untuk selalu mengikuti perkembangan teknologi dan menciptakan inovasi-inovasi dalam produk barunya supaya dapat bersaing secara global dengan industri maritim luar negeri. Umumnya industri maritim seperti galangan kapal

besar hanya mengembangkan teknologi dalam pembangunan kapal baja (logam), sedangkan kapal dengan bahan non-logam sedikit sekali yang dibangun di galangan kapal besar, sehingga kurang berkembang dengan baik karena masih menggunakan cara tradisional dengan teknologi yang belum diklasifikasikan karena usaha tersebut merupakan warisan turun temurun.

Pemanfaatan kelapa dan tebu sebagai serat penguat komposit kulit kapal memberikan sumbangsih

bagi pemerintah Indonesia dalam melestarikan hutan kayu di Indonesia karena ditemukannya bahan alternatif baru pengganti kayu, sehingga dapat mengurangi penggunaan kayu sebagai bahan baku pembuatan kapal.

Perkembangan penggunaan bahan komposit berbahan alam (*Natural Composite/ Naco*) dalam bidang industri manufaktur saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat dan berusaha menggeser keberadaan bahan sintesis yang sudah biasa dipergunakan sebagai penguat pada bahan komposit seperti *E-Glass*, Kevlar-49, *Carbon/Graphite*, *Silicone Carbide*, *Aluminium Oxide*, dan Boron. Sebagai contoh, PT. Toyota di Jepang telah memanfaatkan bahan komposit berpenguat serat kenaf sebagai komponen panel interior mobil. Selain itu, produsen mobil Daimler-Bens telah memanfaatkan serat abaca sebagai penguat bahan komposit untuk *dashboard*. Penggunaan bahan serat alam ini lebih disukai karena disamping harganya relatif lebih murah juga ramah lingkungan.

Tanaman kelapa merupakan tanaman yang banyak dijumpai di seluruh pelosok Nusantara, sehingga hasil alam berupa kelapa di Indonesia sangat berlimpah. Sampai saat ini pemanfaatan limbah berupa sabut kelapa masih terbatas pada industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga dan belum diolah menjadi produk teknologi. Limbah serat buah kelapa sangat potensial digunakan sebagai penguat bahan baru pada komposit (Amin, M., Samsudin. 2010).

Selain serat kelapa, serat alam yang sangat potensial adalah serat tebu. Ampas tebu merupakan limbah dari proses pengolahan gula yang pemanfaatannya belum optimal. Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling. Sebanyak 60% dari ampas tebu tersebut dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar, bahan baku untuk kertas, bahan baku industri kanvas rem, industri jamur dan lain-lain, sehingga diperkirakan sebanyak 40% dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan (Rahman, M.B.D., Berli P. Kamil. 2011).

Kekuatan komposit juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain, salah satunya adalah perlakuan NaOH pada serat sebagai penguat komposit. perlakuan NaOH (larutan alkali) dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit serat, menurut Maryanti, dkk (2011) komposit yang diperkuat serat tanpa alkalisasi, maka ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh lapisan menyerupai lilin di permukaan serat. Komposit dengan perlakuan NaOH pada serat selama 2 jam yang paling baik. Pada penelitian ini diperoleh data bahwa perlakuan NaOH selama 2 jam memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan komposisi (Wahono, B. 2008).

Jenis resin yang digunakan adalah resin jenis *polyester BQTN 157*. Dibandingkan dengan jenis resin lain, resin *polyester* sebagai komposit memiliki sifat yang lebih baik. Ini dikarenakan resin *polyester* memiliki viskositas yang lebih rendah dibanding resin lain sehingga kemampuannya yang mampu menembus dan memenuhi substrat dengan mudah (Wirawan, dkk. 2017).

Fraksi volume antara serat dengan matrik yang digunakan berpengaruh pada hasil akhir kekuatan material komposit. Menurut Jonathan Oroh, dkk, melakukan penelitian komposit berpenguat serat kelapa dengan fraksi volume berbeda dengan perlakuan alkali (NaOH) selama dua jam menggunakan *polyester BQTN 157* sebagai matriknya (Oroh, Jonathan., dkk. 2013). Hasil pengujian komposit mereka didapat kekuatan tarik dan *Modulus Elastisitas* tertinggi pada fraksi volume 60% resin 40% serat. Hasil penelitian yang telah dilakukan ini, akan diambil oleh penulis sebagai acuan untuk membuat penelitian komposit berpenguat serat kelapa dan tebu sebagai penguat dan *polyester BQTN 157* sebagai resinnya. Penelitian ini juga mevariasikan fraksi volume dengan perbandingan terbaik yaitu 40% serat 60% resin seperti yang dilakukan juga oleh peneliti (Lumintang, R.C.A., dkk. 2011).

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya, maka penelitian ini difokuskan untuk meneliti pengaruh NaOH terhadap kekuatan tarik dan *impact* komposit dari serat tebu dan kelapa yang diharapkan dapat digunakan sebagai bahan alternatif pengganti kayu untuk konstruksi kapal.

Rumusan Masalah

Rumusan penelitian ini adalah :

- Bagaimanakah pengaruh penambahan NaOH pada komposit polyester BQTN 157 berpenguat serat kelapa dan serat tebu terhadap kekuatan impak material?
- Bagaimanakah pengaruh penambahan NaOH pada komposit polyester BQTN 157 berpenguat serat kelapa dan serat tebu terhadap kekuatan tarik material?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- Mengetahui pengaruh penambahan NaOH pada komposit polyester BQTN 157 berpenguat serat kelapa dan serat tebu terhadap kekuatan tarik material.
- Mengetahui pengaruh penambahan NaOH pada komposit polyester BQTN 157 berpenguat serat kelapa dan serat tebu terhadap kekuatan impak material.

Komposit

Komposit adalah penggabungan dua atau lebih material yang berbeda sebagai suatu kombinasi yang menyatu. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai pengisi dan bahan pengikat serat yang disebut *matrik*. Didalam komposit unsur utamanya serat, sedangkan bahan pengikatnya polimer yang mudah dibentuk. Penggunaan serat yang utama adalah menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat mekanik lainnya. Sebagai bahan pengisi, serat digunakan untuk menahan gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik berfungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Komposit memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (*modulus Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

1. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih rigid serta lebih kuat, yang digunakan adalah serat alam.
2. Matrik, umumnya lebih ulet tetapi mempunyai kekuatan rigiditas yang lebih rendah.

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya yaitu:

- *Fibrous Composites* (komposit serat) merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat atau fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers (poly aramide)*, dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.
- *Laminated Composites* (komposit laminat) merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.
- *Particulate Composites* (komposit partikel) merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Sehingga komposit dapat disimpulkan sebagai dua macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang

lebih berguna. Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu:

- *Matriks* berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal. Matriks yang umum digunakan *carbon*, *glass*, *kevlar*, dll.
- *Filler* (pengisi), berfungsi sebagai Penguat dari matriks. *Filler* yang umum digunakan *carbon*, *glass*, *aramid*, *kevlar*.

Pengaruh Alkali (NaOH) Pada Serat

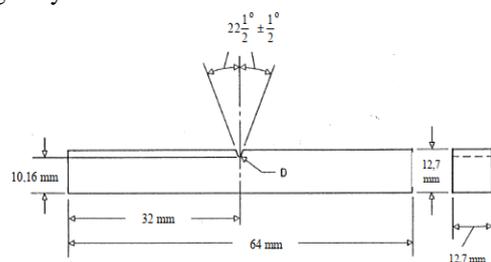
Perlakuan NaOH adalah perlakuan pada serat yang berguna untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat yang memiliki sifat alami serat kelapa yaitu suka terhadap air atau dapat juga disebut *Hydrophilic*. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami serat (*hydrophilic*) dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal. (Bismarck dkk).

Perendaman NaOH dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit serat, karena menurut Maryanti, dkk (2011) komposit yang diperkuat serat tanpa alkalisasi, maka ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh lapisan menyerupai lilin di permukaan serat.

Perendaman NaOH yang terlalu singkat belum sepenuhnya dapat menghilangkan lapisan lilin pada serat, sehingga ikatan serat dan matrik belum optimal. Tetapi apabila dilakukan perendaman alkali terlalu lama maka terjadi penurunan nilai tarik. Hal ini disebabkan hemiselulosa, lignin, dan pektin hilang sama sekali maka kekuatan serat alam akan menurun karena kumpulan *microfibril* penyusun serat yang disatukan oleh lignin dan pektin akan terpisah, sehingga serat kelapa hanya berupa serat-serat halus yang terpisah satu sama lain.

Uji Impak

Uji impact merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk menguji ketangguhan menggunakan pembebanan yang cepat. Uji impact bisa diartikan sebagai suatu tes yang mengukur kemampuan suatu bahan dalam menerima beban tumbuk yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen dengan ayunan.

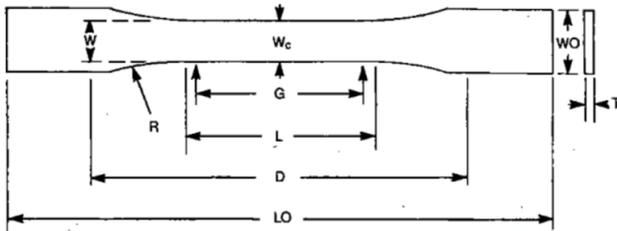


Gambar 1 Spesimen Uji Impact

Standart yang digunakan dalam pengujian impact yaitu ASTM D5942-96 dan menggunakan metode *charpy*.

Uji Tarik

Pengujian tarik merupakan jenis pengujian merusak. Pengujian ini untuk mengetahui modulus elastis, kekuatan tarik, tegangan tarik, dan tegangan transisi dari suatu material. Pengujian tarik dalam penelitian ini menggunakan standart ASTM D638.



Gambar 2 Spesimen Uji Tarik

Length overall (LO)	= 200 mm
Width overall (WO)	= 20 mm
Length of narrow section (L)	= 57 mm
Width of narrow section (W)	= 12 mm
Radius of fillet (R)	= 76 mm
Thickness (T)	= 8 mm
Gauge length (G)	= 50 mm
Distance between grips (D)	= 115 mm

METODE

Jenis Penelitian

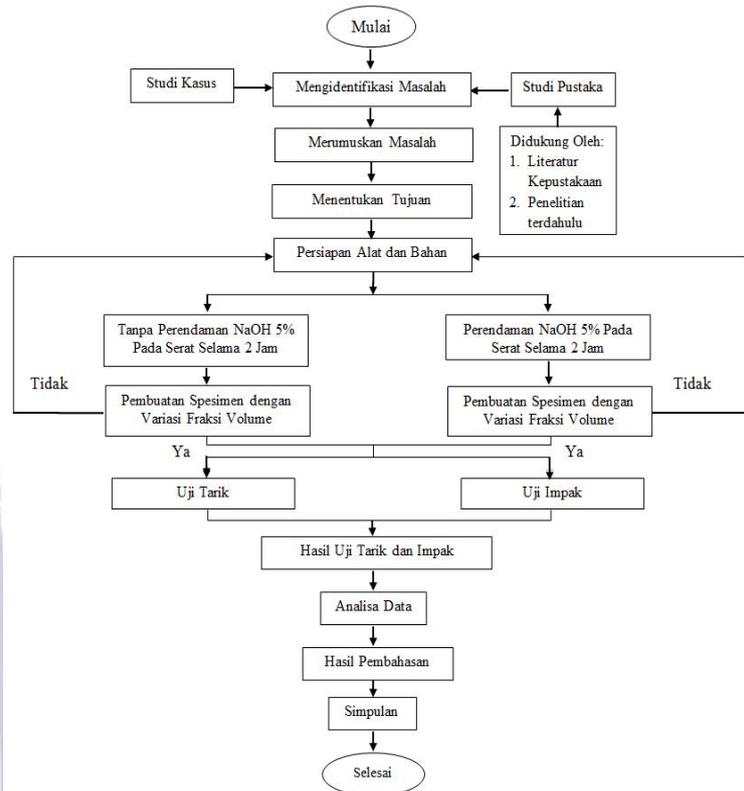
Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan impact dan kekuatan tarik pada material komposit *polyester* berpenguat serat kelapa dan tebu dengan susunan serat *discontinus*. Bahan komposit ini banyak diaplikasikan pada industri manufaktur dan otomotif, seperti pada pembuatan *body* mobil.

Waktu dan Tempat Penelitian

Dimulai dengan studi literatur, proposal, pengambilan data, hingga penulisan laporan sejak bulan Desember 2018 hingga Juni 2019. Penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu laboratorium Fabrikasi Jurusan Teknik Mesin Surabaya Universitas Negeri Surabaya sebagai pembuatan spesimen material komposit dilakukan dan Universitas Brawijaya untuk pengujian spesimen uji impact dan uji tarik dilakukan.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian adalah langkah-langkah pengumpulan data yang dilakukan dari awal hingga proses penelitian berlangsung.



Gambar 3 Diagram alir proses penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya sebagai upaya memberi jawaban atau permasalahan yang diteliti.

Teknik Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif asosiatif. Penelitian deskriptif asosiatif merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui hubungan dua variabel atau lebih. Dalam penelitian ini maka akan dapat dibangun suatu teori yang dapat berfungsi untuk menjelaskan, meramalkan dan mengontrol suatu gejala (Sugiono, 2014:55). Data yang diperoleh, akan digambarkan secara grafis dalam bentuk diagram batang maupun grafik dan dihitung untuk mengetahui seberapa besar tingkat pengaruh dari setiap variabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Tarik

Dari hasil pengujian tarik didapatkan sifat-sifat mekanik yaitu kekuatan tarik dan modulus elastisitas. Telah dilakukan pengujian tarik terhadap spesimen sebanyak 3 kali di setiap variasi fraksi volume yang telah ditentukan. Dalam pengujian tarik terdapat tabel data yang membandingkan kekuatan antara perlakuan NaOH yang berwarna biru dan tanpa perlakuan NaOH yang berwarna kuning. Data yang dihasilkan dari pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Uji Tarik

Uji Tarik									
No.	Fraksi Volume			Perlakuan NaOH 5%	Spesimen	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	x̄	Modulus Elastisitas (kg/mm ²)	x̄
	Tebu	Kelapa	Resin						
1	30%	10%	60%	Tidak	1	10,88	10,88	725,66	662,62
					2	10,93		643,35	
					3	10,83		618,85	
				Ya	1	11,77	11,73	405,88	414,46
					2	11,56		405,70	
					3	11,87		431,81	
2	20%	20%	60%	Tidak	1	10,15	10,25	812,48	812,88
					2	10,36		942,18	
					3	10,26		684	
				Ya	1	10,83	10,95	722	730,34
					2	11,09		739,93	
					3	10,93		729,10	
3	10%	30%	60%	Tidak	1	10,83	10,91	866,40	944,21
					2	11,04		883,20	
					3	10,83		1083	
				Ya	1	10,62	10,61	1062,50	1060,73
					2	10,67		1067,70	
					3	10,52		1052	

Untuk memperoleh data kekuatan tarik dan modulus elastisitas, maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk masing-masing variasi fraksi volume serat menggunakan cara perhitungan sebagai contoh pada spesimen 1 fraksi volume serat kelapa 10% dan serat tebu 30% dengan direndam serat pada NaOH 5%. Perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Kekuatan Tarik} : \sigma = \frac{P_{max}}{A_0}$$

$$\sigma = \frac{1130N}{96mm} = 117,70N/mm^2$$

$$= 11,77kg/mm^2$$

$$\text{Regangan} : e = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

$$: e = \frac{205,8 - 200}{200} \times 100\% = 2,9\% = 0,029$$

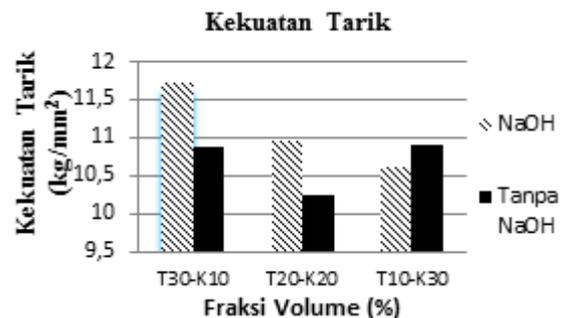
$$\text{Modulus Elastisitas} : E = \frac{\sigma}{e}$$

$$E = \frac{117,70 N/mm^2}{0,029} = 4058,8N/mm^2$$

$$= 405,88kg/mm^2$$

Dari hasil uji tarik pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa hasil variasi masing-masing spesimen uji memiliki hasil yang berbeda. Pada Tabel 1 kekuatan tarik tertinggi didapatkan pada variasi fraksi volume spesimen uji nomer 1 dengan perlakuan NaOH rata-rata kekuatan tarik sebesar 11,73kg/mm². Sedangkan kekuatan tarik terendah yaitu pada fraksi volume spesimen nomer 2 tanpa perlakuan NaOH dengan rata-rata kekuatan tarik 10,25kg/mm².

Untuk modulus elastisitas pada Tabel 1 diketahui modulus elastisitas tertinggi didapatkan pada fraksi volume spesimen nomer 3 dengan perlakuan NaOH rata-rata sebesar 1060,73kg/mm², sedangkan terendah didapatkan pada fraksi volume spesimen nomer 1 tanpa perlakuan NaOH dengan rata-rata sebesar 441,46kg/mm². Sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata perbandingan kekuatan tarik pada Tabel 1 spesimen dengan perlakuan NaOH memberi peningkatan kekuatan tarik lebih baik pada fraksi volume spesimen nomer 1 dan 2, kecuali pada fraksi volume spesimen nomer 3 yang nilai kekuatan tarik lebih rendah dari spesimen yang tanpa diberi perlakuan NaOH pada serat penguatnya. Sedangkan nilai modulus elastisitas pada Tabel 1 spesimen tanpa perlakuan NaOH mempunyai nilai yang lebih baik pada fraksi volume spesimen nomer 1 dan 2, kecuali pada fraksi volume spesimen nomer 3 yang nilai kekuatan modulus elastisitas lebih rendah dari spesimen yang diberi perlakuan NaOH pada serat penguatnya.

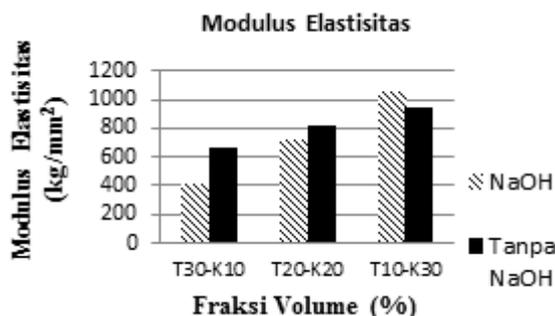


Gambar 4 Perbandingan Kekuatan Tarik

Berdasarkan Gambar 4, nilai dari setiap fraksi volume antara spesimen tanpa perlakuan NaOH dan dengan perlakuan NaOH memiliki nilai yang berbeda. Hasil uji tarik memperlihatkan bahwa terdapat keunggulan nilai kekuatan tarik pada spesimen yang mendapatkan perlakuan NaOH kecuali pada fraksi volume T10-K30 dimana volume kelapa lebih dominan yang memiliki nilai yang lebih rendah dari spesimen tanpa perlakuan NaOH untuk fraksi volume yang sama. Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa tebu dengan perlakuan NaOH memiliki nilai kekuatan tarik terbaik pada fraksi volume T30-K10 sebesar 11,73kg/mm², dimana jumlah serat tebu lebih signifikan dari kelapa. Sedangkan serat kelapa yang diberi perlakuan NaOH memiliki penurunan kekuatan tarik dari serat kelapa yang tanpa diberi perlakuan, nilai tersebut dapat dilihat pada fraksi volume T10-K30 dengan selisih 0,3kg/mm² lebih baik tanpa perlakuan NaOH. Jadi perbedaan antara variasi fraksi volume dan perlakuan NaOH pada serat yang berbeda sangat berpengaruh terhadap besarnya kekuatan tarik dari spesimen uji.

Nilai kekuatan tarik yang berbeda dipengaruhi dari jenis fraksi volume dan perlakuan NaOH. Semakin baik kemampuan serat dan matrik untuk saling mengikat tentu kekuatan komposit akan meningkat. Kemampuan mengikat antar serat dan matrik ini dipengaruhi oleh panjang dan lama perendaman serat ke dalam NaOH. Semakin panjang serat semakin baik kemampuan

komposit, dan semakin merata penyebaran serat maka semakin baik juga kemampuan komposit. Selain itu, perlakuan NaOH pada serat selama 2 jam yang paling baik karena dapat menghilangkan lapisan lignin dan pengotor lainnya yang mengakibatkan ikatan *interface* antara serat dan resin semakin kuat, sehingga dapat meningkatkan kekuatan tarik spesimen komposit.



Gambar 5 Perbandingan Modulus Elastisitas

Suatu bahan yang memiliki kekakuan tinggi bila mendapat beban (dalam batas elastisnya) akan mengalami deformasi elastic tetapi hanya sedikit saja. Kekakuan bahan biasanya ditunjukkan oleh modulus elastisitas. Semakin besar modulus elastisitas komposit maka semakin kaku bahan komposit tersebut. Pada Gambar 5 diperoleh nilai modulus elastisitas tertinggi sebesar 1060,73kg/mm² pada spesimen T10-K30 dan terendah sebesar 414,46kg/mm² pada spesimen T30-K10.

Berdasarkan Gambar 5 memiliki penurunan nilai modulus elastisitas pada spesimen yang mendapatkan perlakuan NaOH, kecuali pada spesimen T10-K30. Jadi perlakuan NaOH dapat menaikkan kekuatan tarik serat tebu, tetapi dapat menurunkan nilai modulus elastisitas yang dapat dilihat pada variasi fraksi volume tebu 30% dan kelapa 10% dimana volume tebu lebih dominan. Sedangkan serat kelapa yang mendapatkan perlakuan NaOH memiliki peningkatan nilai modulus elastisitas daripada tanpa perlakuan NaOH yang dapat dilihat pada variasi fraksi volume T10-K30 dimana volume serat kelapa lebih dominan. Untuk variasi T20-K20 juga mengalami penurunan nilai modulus elastisitas pada spesimen yang mendapatkan perlakuan NaOH dengan selisih sebesar 82,54kg/mm². Perlakuan NaOH yang terlalu lama dapat mengakibatkan serat semakin rapuh karena semakin banyak lignin dan pengotor lainnya yang hilang pada serat, sehingga kemampuan untuk menahan beban menurun. Jadi perlakuan NaOH 5% selama 2 jam kepada serat tebu mengakibatkan penurunan nilai modulus elastisitas secara drastis, tetapi dapat menaikkan nilai kekuatan tarik serat tebu. Sebaliknya perlakuan NaOH kepada serat kelapa dapat menaikkan modulus elastisitas, tetapi dapat menurunkan kekuatan tarik. Jadi perbedaan antara variasi fraksi volume dan perlakuan NaOH pada serat yang berbeda sangat berpengaruh terhadap besarnya kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari spesimen uji.

Menurut penelitian Bismarck, mengatakan bahwa perlakuan NaOH pada serat dapat berguna untuk

menghilangkan kotoran atau lignin pada serat yang memiliki sifat alami serat kelapa yaitu suka terhadap air atau dapat juga disebut *Hydrophilic*. Pengaruh perlakuan NaOH terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami serat (*hydrophilic*) dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal. Jadi perlakuan NaOH sangat berpengaruh terhadap serat kelapa yang membuat serat kelapa memiliki kemampuan lebih mengikat antara serat dan matrik menjadi semakin baik, sehingga nilai modulus elastisitas serat lebih tinggi.

Uji Impak

Telah dilakukan pengujian impact terhadap spesimen sebanyak 3 kali di setiap variasi fraksi volume yang telah ditentukan. Dalam pengujian impact terdapat tabel data yang membandingkan kekuatan antara perlakuan NaOH dan tanpa perlakuan NaOH. Data yang dihasilkan dari pengujian impact dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji Impact

Uji Impact										
No.	Fraksi Volume			Perlakuan NaOH 5%	Spesimen	Energi (Joule)	\bar{x}	Kekuatan Impact (J/mm ²)	\bar{x}	
	Tebu	Kelapa	Resin							
1	30%	10%	60%	Tidak	1	61,47	65,50	0,38	0,41	
					2	74,92		0,46		
					3	60,12		0,37		
				Ya	1	49,49		47,31		0,3
					2	46,87				0,29
					3	45,57				0,28
2	20%	20%	60%	Tidak	1	73,58	78,66		0,45	0,47
					2	86,83			0,53	
					3	75,58			0,45	
				Ya	1	58,78		56,58	0,36	
					2	61,47			0,38	
					3	49,49			0,3	
3	10%	30%	60%	Tidak	1	82,9	74,89		0,51	0,46
					2	74,92			0,46	
					3	66,85			0,41	
				Ya	1	72,24		69,54	0,44	
					2	68,2			0,42	
					3	68,2			0,42	

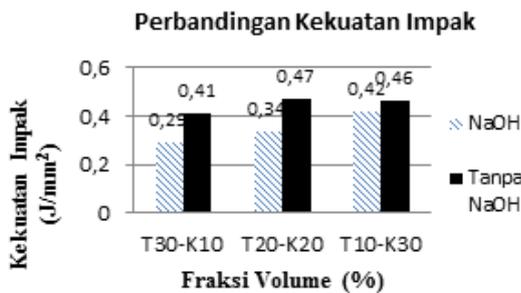
Untuk memperoleh data kekuatan impact, maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk masing-masing variasi fraksi volume serat menggunakan cara perhitungan sebagai contoh pada spesimen 1 fraksi volume serat kelapa 10% dan serat tebu 30% dengan direndam serat pada NaOH 5%. Perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Energi Serap} &= 49,49 \text{ J} \\ \text{Kekuatan Impact} &= E_t / A_n \\ &= \frac{49,49}{161,29} = 0,30 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

Pada Tabel 2 dapat diperoleh hasil pengujian impact bahwa masing-masing variasi memiliki hasil yang berbeda. Kekuatan impact tertinggi terdapat pada jenis fraksi volume spesimen nomor 2 tanpa perlakuan NaOH dengan nilai rata-rata sebesar 0,4766J/mm², sedangkan kekuatan impact terendah diperoleh pada fraksi volume spesimen nomor 1 dengan perlakuan NaOH rata-rata sebesar 0,29J/mm². Untuk fraksi volume serat tebu 10%

dan kelapa 30% mendapatkan rata-rata sebesar $0,46\text{J/mm}^2$. Sehingga didapatkan data bahwa perlakuan NaOH mengakibatkan penurunan pada semua hasil spesimen uji impak. Jadi dapat disimpulkan perlakuan NaOH membuat kemampuan serat penguat komposit untuk menahan beban kejut menurun dan menjadikan getas, sehingga menurunnya harga impak spesimen seperti pada spesimen nomor 1 sampai 3 yang diberi perlakuan NaOH pada serat penguatnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Nilai kekuatan Impak komposit dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. selanjutnya data tersebut diolah dan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Perbandingan Kekuatan Impak

Berdasarkan Gambar 6 hasil pengujian impak yang diperoleh dari spesimen yang seratnya diberi perlakuan NaOH dan tanpa perlakuan NaOH memperlihatkan bahwa terdapat penurunan nilai kekuatan impak yang cukup signifikan antara spesimen yang seratnya diberi perlakuan NaOH dari spesimen tanpa perlakuan NaOH. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai impak matrik komposit antara lain: diameter serat, panjang serat fraksi volume, distribusi serat penguat, dan perlakuan terhadap serat sebagai penguat.

Pada Gambar 6 diketahui bahwa pengaruh fraksi volume pada spesimen serat T20-K20 tanpa perlakuan NaOH mempunyai nilai ketangguhan optimum sebesar $0,4766\text{J/mm}^2$. Pada nilai impak ini, disimpulkan bahwa komposisi serat T20-K20 tanpa diberi perlakuan NaOH mampu menyerap energi beban kejut yang lebih tinggi jika dibandingkan spesimen yang diberi perlakuan NaOH. Dengan melihat Gambar 6 dijelaskan bahwa perlakuan NaOH dan variasi fraksi volume juga mempengaruhi sifat kekuatan impak komposit, dimana dengan perbandingan serat yang tinggi sifat kekuatan impak juga tinggi. Perendaman serat ke dalam NaOH ternyata juga mempengaruhi sifat mekanis sehingga dari gambar diatas dapat diambil komposisi optimum untuk fraksi volume terbaik adalah tanpa perlakuan NaOH.

Penyebab menurunnya harga impak pada spesimen yang diberi perlakuan NaOH pada seratnya di Gambar 6, dikarenakan perlakuan NaOH yang terlalu lama dapat mengakibatkan serat semakin rapuh karena semakin banyak lignin dan pengotor lainnya yang hilang pada serat, sehingga kemampuan untuk menahan beban kejut menurun dan membuat serat menjadi getas dan menurunnya nilai harga impak seperti terlihat pada

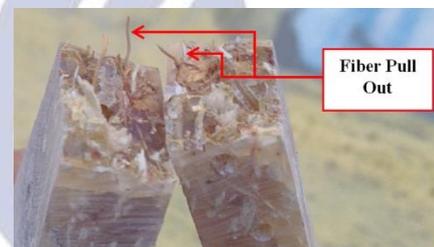
Gambar 6. Sehingga dari beberapa permasalahan dan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, didapatkan data pada penelitian ini bahwa fraksi volume dan perlakuan NaOH pada serat penguatnya berpengaruh pada kekuatan impak spesimen uji.

Mekanisme Kegagalan Uji Tarik

Untuk mengamati mekanisme patahan pada setiap spesimen setelah dilakukan pengujian tarik maka dilakukan pengamatan visual (makro).



Gambar 7 Patahan Tarik K10-T30 (NaOH)



Gambar 8 Patahan Tarik K20-T20 (NaOH)

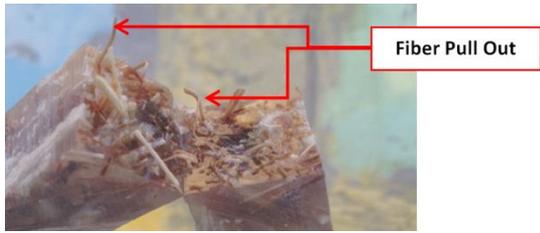


Gambar 9 Patahan Tarik K30-T10 (NaOH)

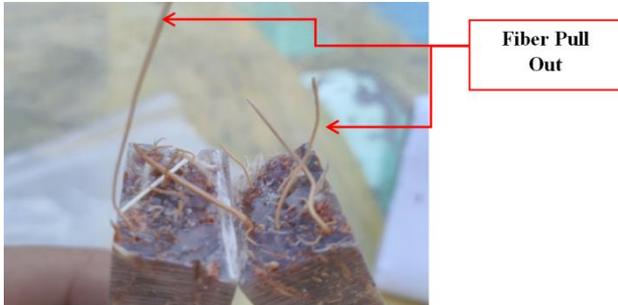
Pada Gambar 7, 8, dan 9 terlihat ada mekanisme *fiber pull out*. Ini menandakan bahwa beban terdistribusi sampai ke serat yang menyebabkan serat tertarik keluar. Sehingga membuat komposit menjadi semakin tangguh dalam menyerap beban seperti terlihat pada Gambar 7, 8, dan 9.



Gambar 10 Patahan Tarik K10-T30 (Tanpa NaOH)



Gambar 11 Patahan Tarik K20-T20 (Tanpa NaOH)

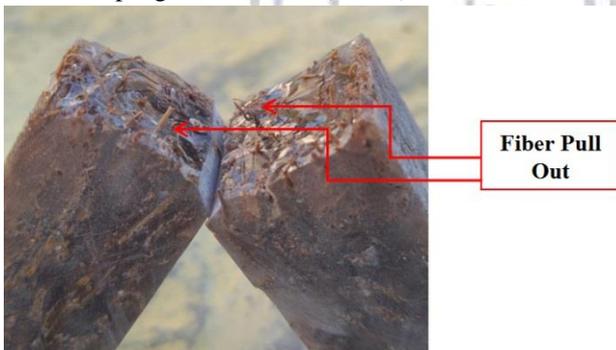


Gambar 12 Patahan Tarik K30-T10 (Tanpa NaOH)

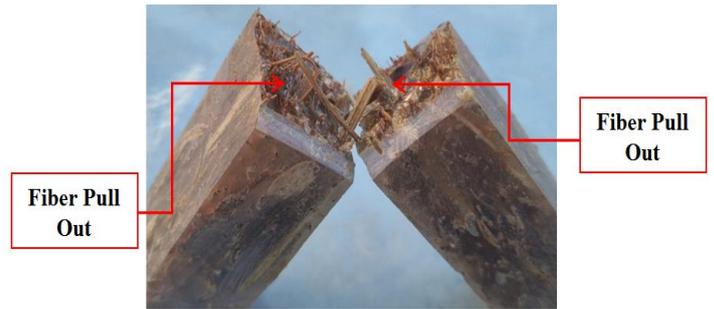
Pada Gambar 10, 11, 12 terdapat mekanisme *fiber pull out* ini terjadi karena ikatan antara serat dan matrik melemah apabila beban yang diberikan terus bertambah. Pada saat matrik mengalami kegagalan, serat masih dapat menanggung beban, sehingga proses terjadinya patahan tidak berlangsung secara bersamaan. Ini menandakan bahwa serat komposit semakin ulet dan beban terdistribusi sampai ke serat sehingga yang menyebabkan serat tertarik keluar, sehingga membuat komposit menjadi semakin tangguh dalam menyerap beban. *Fiber pull out* pada spesimen disebabkan karena ketidakmampuan matrik menahan beban yang diterimanya sehingga menyebabkan serat terlepas kemudian patah karena gaya searah yang diterimanya.

Mekanisme Kegagalan Uji Impak

Untuk mengamati mekanisme patahan pada setiap spesimen setelah dilakukan pengujian impact maka dilakukan pengamatan visual (makro).



Gambar 13 Patahan Impak K10-K30 (NaOH)

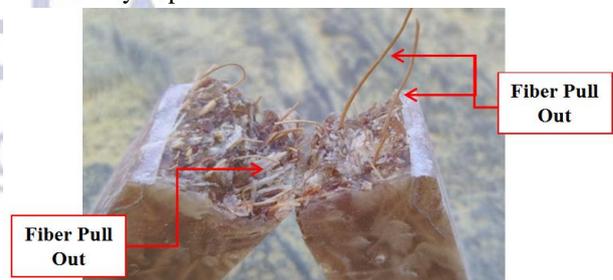


Gambar 14 Patahan Impak K20-K20 (NaOH)



Gambar 15 Patahan Impak K30-K10 (NaOH)

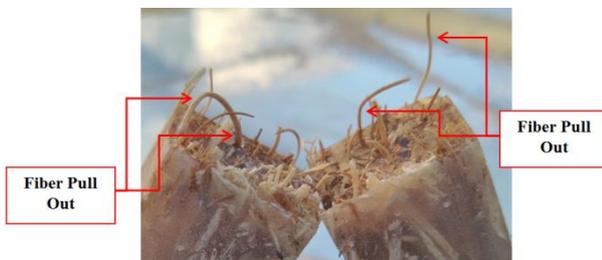
Berdasarkan Gambar 13, 14, 15 dimana pola patahan yang terjadi pada spesimen uji impact komposit yang diperkuat serat kelapa dan serat tebu dengan perlakuan NaOH 5% adalah *fiber pull out*. Kedua serat penguat tersebut memperlambat retak yang terjadi akibat beban impact sehingga kerusakan yang terjadi menyebabkan serat keluar dan putus. Hal ini menandakan bahwa komposit ini ulet. Sifat ulet tersebut ditandai dengan adanya pelepasan ikatan antara matrik dan serat yang diteruskan dengan adanya pemunculan ujung serat yang patah pada permukaan patah (*fiber pull out*). Ini menandakan bahwa beban terdistribusi sampai ke serat sehingga yang menyebabkan serat tertarik keluar. Sehingga membuat komposit menjadi semakin tangguh dalam menyerap beban.



Gambar 16 Patahan Impak K10-K30 (Tanpa NaOH)



Gambar 17 Patahan Impak K20-K20 (Tanpa NaOH)



Gambar 18 Patahan Impak K30-K10 (Tanpa NaOH)

pada Gambar 16, 17, 18 dimana pola patahan yang terjadi pada spesimen uji impak komposit yang diperkuat serat kelapa dan serat tebu tanpa perlakuan NaOH 5% dimana kedua serat penguat tersebut memperlambat retak yang terjadi akibat beban impak sehingga kerusakan yang terjadi menyebabkan serat keluar dan putus. Hal ini menandakan bahwa komposit ini ulet. Sifat ulet tersebut ditandai dengan adanya pelepasan ikatan antara matrik dan serat yang diteruskan dengan adanya pemunculan ujung serat yang patah pada permukaan patah (*fiber pull out*). Ini menandakan bahwa beban terdistribusi sampai ke serat sehingga yang menyebabkan serat tertarik.

Validasi Hasil Pengujian Terhadap Kekuatan Ijin Menurut Aturan BKI.

Pada *Rules And Regulation For The Classification And Construction Of Ship*, Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) khusus dispesifikasikan untuk kapal-kapal FRP dengan bahan penguat fiberglass yang diisi oleh serat penguat baik itu jenis mat dan Roving harus memiliki standart kekuatan tarik sebesar 10 kg/mm^2 dan modulus elastisitas sebesar 700 kg/mm^2 .

Hasil penelitian menunjukkan komposit yang memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar $11,73 \text{ kg/mm}^2$ tetapi memiliki nilai modulus elastisitas dibawah standart minimal BKI yaitu sebesar 414 kg/mm^2 . Sehingga diambil spesimen terbaik yaitu pada variasi fraksi volume serat kelapa 20% dan tebu 20% dengan perlakuan NaOH 5% selama 2 jam yang memiliki kekuatan tarik yaitu sebesar $10,95 \text{ kg/mm}^2$ dengan nilai modulus elastisitas yaitu sebesar $730,34 \text{ kg/mm}^2$. Dengan nilai tersebut menunjukkan bahwa komposit berpenguat serat kelapa dan serat tebu dengan matrik poliester dapat

digunakan sebagai material pengganti kayu untuk konstruksi kapal kayu.

PENUTUP SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Terdapat pengaruh perendaman NaOH 5% selama 5 % pada seratnya terhadap terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat kelapa dan serat tebu dengan matrik poliester. Dimana jenis fraksi volume K10-T30, K20-T20, dan K10-T30 dengan dilakukan perendaman NaOH 5% pada serat penguatnya masing-masing memiliki nilai sebesar $11,73 \text{ kg/mm}^2$, $10,95 \text{ kg/mm}^2$, dan $10,60 \text{ kg/mm}^2$. Sedangkan kekuatan tarik komposit berpenguat serat kelapa dan serat tebu dengan matrik poliester. Dimana jenis fraksi volume K10-T30, K20-T20, dan K10-T30 tanpa dilakukan perendaman NaOH 5% pada serat penguatnya masing-masing memiliki nilai sebesar $10,88 \text{ kg/mm}^2$, $10,25 \text{ kg/mm}^2$, dan $10,90 \text{ kg/mm}^2$. Nilai tertinggi pada jenis K10-T30 dengan dilakukan perendaman NaOH 5% pada serat penguatnya sebesar $11,73 \text{ kg/mm}^2$ dan terendah pada jenis K20-T20 tanpa dilakukan perendaman NaOH 5% pada serat penguatnya sebesar $10,25 \text{ kg/mm}^2$.
- Terdapat pengaruh perendaman NaOH 5% selama 5 % pada seratnya terhadap terhadap kekuatan impak komposit berpenguat serat kelapa dan serat tebu dengan matrik poliester. Dimana jenis fraksi volume K10-T30, K20-T20, dan K10-T30 dengan dilakukan perendaman NaOH 5% pada serat penguatnya masing-masing memiliki nilai sebesar $0,29 \text{ J/mm}^2$, $0,34 \text{ J/mm}^2$, dan $0,42 \text{ J/mm}^2$. Sedangkan kekuatan tarik komposit berpenguat serat kelapa dan serat tebu dengan matrik poliester. Dimana jenis fraksi volume K10-T30, K20-T20, dan K10-T30 tanpa dilakukan perendaman NaOH 5% pada serat penguatnya masing-masing memiliki nilai sebesar $0,40 \text{ J/mm}^2$, $0,47 \text{ J/mm}^2$, dan $0,46 \text{ J/mm}^2$. Nilai tertinggi pada jenis K20-T30 tanpa dilakukan perendaman NaOH 5% pada serat penguatnya sebesar $0,47 \text{ J/mm}^2$ dan terendah pada jenis K20-T20 dengan dilakukan perendaman NaOH 5% pada serat penguatnya sebesar $0,29 \text{ J/mm}^2$.

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya, berikut saran yang perlu diperhatikan:

- Pada proses pembuatan benda uji adalah dengan cara *hand lay-out* ntuk mendapatkan ketebalan yang seragam sebaiknya pembuatan benda uji dilakukan sangat teliti dan memperhatikan tempat untuk

meletakkan cetakan. Tempat yang aman untuk meletakkan cetakan adalah harus di permukaan yang rata.

- Dalam pembuatan komposit dengan metode *hand-lay out* ini tidak luput dengan adanya *void* dan *crack* pada saat pembuatan radius saat pembentukan spesimen uji, oleh sebab itu waktu pembuatan radius dengan menggunakan mesin diperlukan ekstra hati-hati agar spesimen uji tidak patah.
- Dalam penelitian ini hanya menggunakan uji tarik dan impak, untuk penelitian selanjutnya bisa juga diteruskan dengan uji bending, untuk mengetahui karakteristik kekuatannya yang lebih mendetail.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyono, Aloysius Lilik. 1996. *Pengaruh Suhu Curing Terhadap Komposit Polimer*. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma.
- Amin, M., Samsudin. 2010. *Pemanfaatan Limbah Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuat Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua*. Semarang. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- ASTM D3039. 1990. *Standard Test Method for Tensile Properties of Fibre Resin Composite*. ASTM Standard and Literature References for Composite Material, 2^{ed}. Philadelphia, PA. American Society for Testing and Materials.
- ASTM D638. 1990. *Standart test method for tensile properties of plastics*. Philadelphia, PA. American Society for Testing and Material.
- Biro Klasifikasi Indonesia. 1996. *Rules and Regulation for The Classification and Construction of Ships*. Jakarta.
- Bismarck. 2002. *Influence of alkali treatment on surface properties of fibers*. New York. Mc Graw hill.
- Calliester, William D. 2007. *Materials Science and Engineering An Introduction*. New York. John Wiley and Sons, Inc.
- Gibson, R. F. 1994. *Principles of Composite Material Mechanics*. Singapore. Mc Graw Hill Inc.
- Jacobs. Kilduff. T. F. 1975. *Engineering Materials Technology Structure, Processing Properties and Selection*. Prentice Hall International. Inc.
- Jones. Robert M. _____. *Mechanics of Composite Material*. New York. Mc Graw Hill.
- Lumintang, R.C.A., dkk. 2011. *Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serbuk Batang Dan Serat Sabut Kelapa*. Malang. Universitas Brawijaya Malang.
- Manuputty, M., Pieter Th Berhitsu. 2010. *Pemanfaatan Material Bambu Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Pengganti Material Kayu Untuk Armada Kapal Rakyat Yang Beroperasi Di Daerah Maluku*. Maluku. Teknologi.
- Maryanti Budha., A. As'ad Sonief., Slamet Wahyudi. 2011. *Pengaruh alkalisasi komposit serat kelapa-poliester terhadap kekuatan tarik*. ____.
- Oroh, Jonathan., dkk. 2013. *Analisis Sifat Mekanik Material Dari Serat Serabut Kelapa*. Manado. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Rahman, M.B.D., Berli P. Kamil. 2011. *Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester*. Yogyakarta. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Rianto, Yanu. 2011. *Pengaruh Komposisi Campuran Filler Terhadap Kekuatan Bending Komposit Ampas Tebu - Serbuk Kayu Dalam Matrik Polyester*. Surakarta. Universitas Sebelas Maret.
- Sari, Nasmi Herlina. Zainuri, Achmad dan Wahyu, Fitratul. 2011. "Pengaruh Panjang serat dan fraksi volume serat pelepah kelapa terhadap ketangguhan impact komposit polyester". *Jurnal Penelitian*. Vol. 1, No. 2.
- Savetlana, Shirley. 2012. "Sifat-Sifat Komposit Serat TKKS-Poliester". *Jurnal Penelitian*. Vol. 3, No.1.
- Savitha, K. 2017. "Material and Characterization of New Cellulosic Fibers from *Muntingia Calabura Stem*". *Jurnal Penelitian*.
- Schey, J.A., 1999. *Introduction to Manufacturing Processes*. Boston: Mcgraw-Hill Science.
- Schwart. M.M. _____. *Composite Materials, Processing, Facbrication and Applications*. New Jersey. Pretince Hall PTR.
- Shackelford, J. F. _____. *Introduction to Materials Science For Engineers*. Prentice Hall International, Inc.
- Smallman, R.E. 1995. *Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.
- Sugyono. 2016. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung. CV Alfabeta.
- Taurista, dkk. 2006. "Komposit Laminat Bambu Serat Woven Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Fiber Glass Pada Kulit Kapal". Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wahono, B. 2008. *Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Karakteristik Komposit Serat Buah Kelapa Sawit*. Bandung. Balai Besar Bahan dan Barang Teknik Bandung.
- Wirawan, Willy Artha dan Budi, Sofyan Arief dan Widodo, Teguh Dwi. 2017. "Pengaruh Jenis Matrik Terhadap Sifat Tarik pada *Natural Fiber Komposit*". *Jurnal Penelitian*. Vol. 3 – ISSN 2476-9983.