



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) Ditinjau dari Kekuatan *Bending* dan *Impak*

Dhony Catur Pamungkas¹⁾, Sarjito Jokosisworo¹⁾, Ari Wibawa Budi Santosa¹⁾

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

Email: dedekalexis@gmail.com

Abstrak

Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) merupakan tanaman yang tumbuh di lahan basah dan di daerah berlumpur. Hasil utama tanaman mendong adalah berupa batang serta tangkai bunga yang dikenal dengan istilah “mendong”. Mendong merupakan jenis tanaman rumput yang memiliki serat yang cukup kuat. Pemanfaatan serat mendong sebagai material penguat komposit akan mampu meningkatkan nilai tambah dari tanaman mendong. Dari pertimbangan tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan analisa teknis berupa kekuatan tarik dan kekuatan *Impak* dari komposit berpenguat serat tanaman mendong dengan variasi NaOH dan Tanpa NaOH dengan pola sudut 45° dan 90°. Hasil pengujian komposit berpenguat serat tanaman mendong didapatkan nilai uji *bending* tertinggi dimiliki oleh komposit dengan arah sudut 45° (Perlakuan NaOH) dengan nilai rata – rata 750 Newton, rata-rata kekuatan tekuk sebesar 55,32 N/mm² dan rata-rata nilai modulus elastisitas sebesar 2983,40 N/mm², nilai uji *impak* tertinggi pada sudut 45° (Tanpa NaOH) mempunyai energi *impak* rata-rata sebesar 1,38 joule dengan nilai keuletan rata-rata 0,0158 joule/mm². Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan, modulus elastisitas dari kekuatan uji *bending* tertinggi dari komposit berpenguat serat tanaman mendong belum memenuhi ketentuan peraturan dari BKI yang mempunyai nilai modulus elastisitas 6860 N/mm² dan kekuatan *bending* 150 N/mm².

Kata kunci: tanaman mendong, modulus elastisitas, tekuk, *impak*.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kesadaran lingkungan diseluruh dunia telah mendorong desain bahan yang ramah lingkungan. Saat ini, serat sintetis seperti kaca (*glass*), karbon dan aramid banyak digunakan dalam komposit polimer karena kekakuan tinggi dan kekuatannya. Namun, serat-serat sintetis memiliki kelemahan serius dalam hal biodegradabilitas, biaya pengolahan awal yang tinggi, daur ulang, konsumsi energi, abrasi mesin dan bahaya bagi kesehatan. Dampak lingkungan

yang merugikan telah mengubah perhatian dari penggunaan serat sintetis ke serat alami. Pengenalan biofiber seperti serat alami dari sumberdaya terbarukan telah menarik perhatian untuk digunakan sebagai penguat dalam komposit polimer untuk memberikan manfaat terhadap lingkungan sehubungan dengan biodegradabilitas dan pemanfaatan bahan terbarukan.

Salah satu komponen material komposit adalah serat sebagai bahan penguat (*Reinforcement*). Indonesia memiliki potensi serat alam yang

melimpah, potensi serat alam dapat dikelompokkan menurut asal-usulnya yakni tumbuhan, hewan dan tambang, khusus untuk tumbuhan serat alam dapat ditemukan pada tanaman pertanian, perkebunan dan hutan alami. Salah satu potensi serat alam di Indonesia adalah tanaman mendong (*Fimbristylis Globulosa*).

Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*) merupakan tanaman yang tumbuh di lahan basah, di daerah berlumpur, dan memiliki air yang cukup. Hasil utama tanaman mendong adalah berupa batang serta tangkai bunga yang dikenal dengan istilah “mendong”. Mendong merupakan jenis tanaman rumput yang memiliki serat yang cukup kuat. Oleh karena itu, mendong digunakan sebagai bahan baku industri kerajinan yang hasilnya dapat berupa dompet, tas, topi, taplak meja, dan tikar. Berdasarkan kenyataan tersebut, maka serat mendong berpotensi untuk dijadikan material penguat komposit. Pemanfaatan serat mendong sebagai material penguat komposit akan mampu meningkatkan nilai tambah dari tanaman mendong.

Dari data tersebut penulis tertarik untuk memanfaatkan tanaman mendong sebagai serat penguat komposit karena selain bahan yang mudah diperoleh juga dapat mengurangi populasi tanaman mendong yang dianggap sebagai gulma air.

1.1. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan nilai kuat uji bending dan uji impak material komposit berpenguat serat tanaman mendong.
2. Untuk Mengetahui pengaruh variasi arah serat dan Perlakuan NaOH terhadap kekuatan tekan dan lentur dari material komposit berpenguat serat tanaman mendong.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing – masing material pembentuknya berbeda – beda. Dari pencampuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai

sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.

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

1. Matriks, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan *rigiditas* yang lebih rendah.
2. Penguat (*reinforcement*), umumnya berbentuk serat yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih rigid dan lebih kuat.

2.2. Matriks

Material komposit terdiri dari matrik dan filler (pengisi). Matrik diartikan sebagai material pengikat antara serat atau partikel namun tidak terjadi reaksi kimia dengan bahan pengisi. Secara umum matrik berfungsi sebagai pengikat bahan pengisi, sebagai penahan dan pelindung serat dari efek lingkungan dari kerusakan baik kerusakan secara mekanik maupun kerusakan akibat reaksi kimia, serta untuk mentransfer beban dari luar ke bahan pengisi.

Dalam penelitian ini, matrik yang digunakan adalah poliester tak jenuh seri Yucalac 157® BQTN-EX.

2.3. Penguat (*Reinforcement*)

Salah satu bagian utama dari komposit adalah reinforcement (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan serat tanaman mendong sebagai penguat,



Gambar 1 Tanaman Mendong (*Fimbristylis Globulosa*)

serat tanaman mendong terdiri atas selulosa dan non selulosa yang diperoleh melalui penghilangan lapisan luar daun secara mekanik. Lapisan luar daun berupa pelepah yang terdiri atas sel kambium, zat pewarna yaitu klorofil,

xanthophyl dan carotene yang merupakan komponen kompleks dari jenis tanin, serta lignin yang terdapat di bagian tengah daun. Serat yang diperoleh dari daun tanaman mendong muda kekuatannya relatif rendah dan seratnya lebih pendek dibanding serat dari daun yang sudah tua.

2.4. Uji Bending

Pada material yang homogen pengujian batang sederhana dengan dua titik dudukan dan pembebanan pada tengah-tengah batang uji (*three point bending*), maka tegangan maksimum dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

σ = Kekuatan bending (Mpa)

P = Beban (N)

L = Panjang span (mm)

b = lebar batang uji (mm)

d = tebal batang uji (mm)

2.5. Uji Impak

Ketangguhan komposit dapat diketahui dengan menggunakan uji impak (*impact test*). Uji ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu bahan dalam menyerap energi sebelum patah (*toughness*).

Kekuatan *impact* benda uji dihitung dengan menggunakan Persamaan:

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

W = energi terserap benda uji (J)

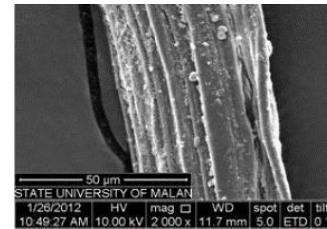
b_i = lebar benda uji impak (mm)

h_i = tebal benda uji impak (mm)

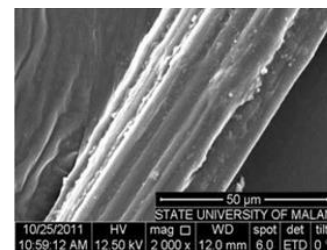
3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu penelitian yang bersifat percobaan (*eksperimental*) atau melakukan pengujian. Percobaan yang dilakukan adalah pembuatan komposit dengan menggunakan serat tanaman mendong sebagai serat penguat, kemudian dilakukan pengujian kekuatan tarik, bending dan impak yang kemudian hasil pengujian akan dibandingkan dengan kekuatan dari serat gelas (*Fiberglass Reinforced Plastic*) berdasarkan peraturan BKI.

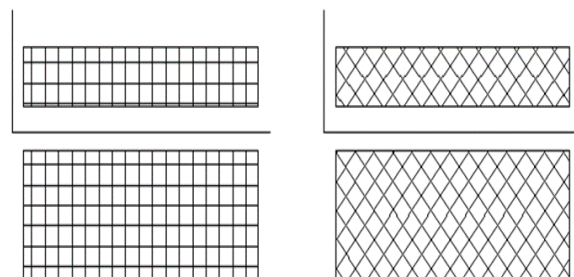
Dalam penelitian ada 4 (empat) macam spesimen berdasarkan variasi dari perlakuan yaitu variasi perlakuan Alkali (NaOH) dan tanpa perlakuan,, serta variasi arah sudut serat mendong yaitu serat bersilangan (45°) dan (90°) tiap perlakuan dari masing – masing spesimen diambil 5 (lima) sample untuk diuji kekuatan bending dan impak.



Gambar 2 Varian Perlakuan NaOH



Gambar 3 Varian Tanpa NaOH



Gambar 4 Varian arah sudut 90° dan 45°

3.1. Bahan-bahan yang dibutuhkan

1. Serat tanaman mendong
2. Resin poliester
 - Yukalac 157 BQNT-EX
 - Kekuatan tarik : 12.07 Mpa
 - Modulus elastisitas : 1.18 Mpa
 - Massa jenis : 1.19 gram/cm³
3. Katalis
4. NaOH
5. *Mold Release*

3.2. Peralatan pendukung

1. Cetakan kaca
2. Timbangan digital
3. Gergaji
4. Kuas cat
5. Gelas Ukur
6. Penjepit kayu
7. Palu
8. Spons
9. Sarung tangan
10. gerinda

3.3. Langkah Pembuatan

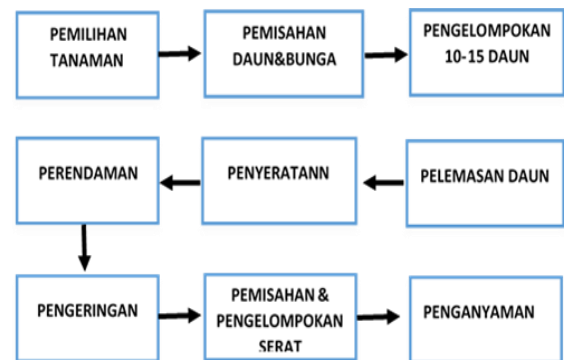
Beberapa langkah dasar dalam pembuatan material komposit dengan proses *hand layup* adalah sebagai berikut:

A. Pengolahan Serat Tanaman Mendong

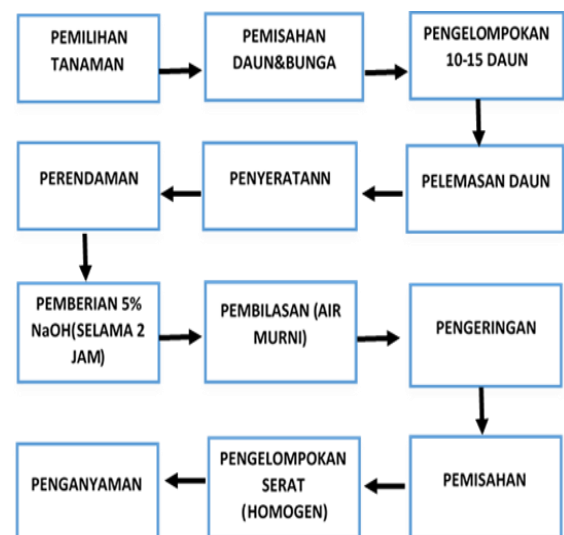
1. Tanaman Mendong yang dipilih adalah tanaman mendong yang sudah berumur \pm 3 bulan dengan tinggi tanaman \pm 1-1,5 m.
2. Pisahkan daun dengan tangkai bunga.
3. Daun yang sudah terkumpul kemudian di ikat antara 10-15 daun.
4. Pukul-pukul daun menggunakan Palu ini dimaksudkan untuk melemaskan batang Mendong.
5. Ambil serat yang terkandung dalam batang mendong dengan cara diserit satu persatu dengan menggunakan jarum.
6. Setelah mendapatkan serat sebanyak mungkin, Rendam serat dalam air selama 6 hari.
7. Setelah selesai proses perendaman kelompokan serat yang terkumpul menjadi 2 bagian, bertujuan yang mana 1 bagian untuk dilakukanya proses pemberian Alkali (NaOH), sedangkan 1 bagian tanpa perlakuan langsung dilakuan proses penjemuran di bawah terik Matahari selama 4-5 jam hingga kering.
8. Khusus yang mendapatkan perlakuan, lakukan perendaman larutan alkali dengan kadar larutan 5% selama 2jam tidak boleh lebih.
9. Setelah itu bilas dengan air murni lalu lakukan penjemuran 4-5 jam.
10. Setelah kering serat yang telah terkumpul kemudian di ikat dengan benang dengan

jumlah antara 8-12 serat yang memiliki diameter 3-4 mm dengan tujuan untuk memiliki diameter dan tingkat keuletan yang homogen.

11. Proses selanjutnya adalah penganyaman secara manual dilakukan menggunakan tangan untuk memperoleh serat Mendong dalam bentuk lembaran. Metode bentuk susunan yang digunakan yaitu *woving roving* dengan susunan anyaman 2-2 Jumlah nya sesuai dengan kebutuhan penelitian.



Gambar 5 Diagram Proses Pengolahan serat (Tanpa NaOH)



Gambar 6 Diagram Proses Pengolahan Serat Mendong (Perlakuan NaOH)

B. Pembuatan Komposit Berpenguat Serat Tanaman Mendong

Proses pembuatan komposit dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan-bahan yang akan di gunakan dalam pengerjaan pembuatan material komposit.
2. Peralatan yang digunakan yang menunjang dalam pengerjaan pembuatan material komposit.
3. Menghitung ketebalan lamina
4. Menghitung fraksi berat dan volume bahan. Setelah diketahui fraksi berat dan volume untuk serat untuk satu cetakan (420 x 380 x 10 mm dan 420 x 380 x 10 mm). Maka lembaran-lembaran serat dapat dibagi sesuai dengan dimensi panjang dan lebar cetakan.
5. Cetakan kaca dilapisi dengan wax secara merata agar lamina kulit mudah dilepas dari cetakan.
6. Kemudian resin yang telah diukur dicampur dengan katalis dengan perbandingan 1 lt resin : 10 ml katalis, hal ini dilakukan supaya proses polimerisasi tidak terlalu cepat sehingga gelembung yang muncul dan terperangkap dalam matriks bisa dikeluarkan dengan cara ditekan-tekan dalam waktu yang cukup lama.
7. Resin yang telah diberi katalis dicampur/diaduk dengan menggunakan alat pengaduk (sendok) pada putaran rendah selama 2 menit, tujuannya supaya proses pencampuran resin dan katalis merata dengan putaran adukan yang konstan. Kemudian diamkan selama ± 4 menit agar gelembung udara dapat terlepas keluar.
8. Metode pembuatan material komposit menggunakan metode woven roving, yaitu serat tanaman mendong yang dia nyam saling tegak lurus membentuk seperti tikar. Pada proses pembuatan lamina, perbandingan volume antara serat tanaman mendong dengan resin yang digunakan adalah sekitar 35 – 40 % serat tanaman mendong dan 55 – 60 % resin polyester.
9. Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan sebanyak 1/2 dari total campuran lamina, lalu diratakan dengan

kuas, tunggu sekitar 15 menit agar resin mengental.

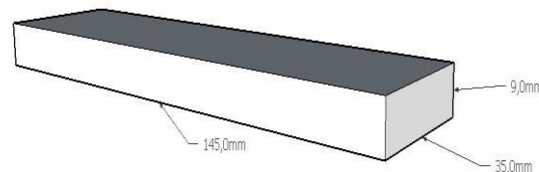
10. Kemudian letakan anyaman serat tanaman mendong di atas cairan resin dalam cetakan.
11. Menuangkan sisa campuran resin dan katalis ke dalam cetakan sebanyak 1/2 dari total campuran lamina, lalu diratakan dengan kuas.
12. Setelah ± 12 jam atau lamina material komposit benar-benar kering, material boleh dikeluarkan dari cetakan.
13. Langkah yang sama juga dilakukan untuk pembuatan spesimen kuat impak.

3.4. Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan untuk mencari nilai kekuatan dari perbedaan arah serat setelah proses uji bending dan uji impak.

1. Parameter tetap

- **Uji Bending**
- Spesimen Komposit Serat Tanaman Mendong
- Standar Pengujian :ASTM D790-02

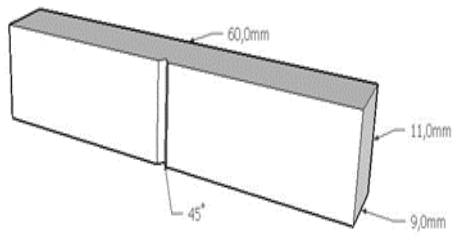


Gambar 7 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Bending

- a. Ukuran Spesimen :

Panjang	: 145 mm
Lebar	: 35 mm
Ketebalan	: 9 mm

- **Uji Impak**
- Spesimen Komposit Serat Tanaman Mendong
- Standar Pengujian :ASTM D256-03



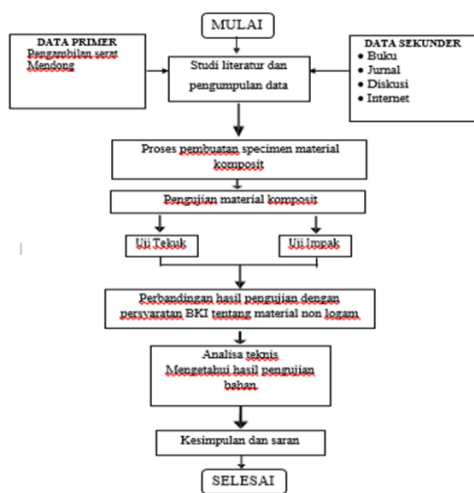
Gambar 8 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Impak

- a. Ukuran Spesimen :
- Panjang : 60 mm
 - Lebar : 11 mm
 - Ketebalan : 9 mm

2. Parameter Perubah
- Menggunakan arah serat bersilangan 90°, dan 45°, baik perlakuan NaOH dan tanpa NaOH

3.5. Flow Chart

Pada penelitian ini, penulis membagi pekerjaan menjadi beberapa tahap seperti yang ditunjukkan pada gambar diagram alir metodologi penelitian berikut.



Gambar 9 Diagram alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Teknik

Dalam pembahasan analisa teknis, data diperoleh dari hasil pengujian material di laboratorium. Pengujian kuat tekuk (bending) dan

uji impak komposit serat tanaman mendong ini dilakukan pada Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Dengan mengacu pada standar ASTM D 790-03 untuk uji bending pada komposit lamina dan ASTM D 256-03 untuk uji impak metode *charpy*.

4.1.1. Pengujian Tekuk/Bending

Pada data hasil pengujian tekuk (*bending test*) diambil dari sample hasil yang menunjukkan besarnya harga gaya beban max saat menekuk. Pengujian tekuk tersebut didapatkan nilai beban maksimal yang dapat diterima oleh material (ρ_{max}) dan kuat tekan (Kg/m^2).

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

Tabel 1 Tabel Hasil Pengujian Bending

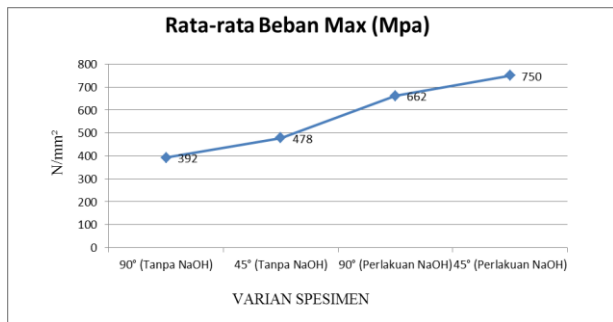
Material	Spesimen	t (mm)	b (mm)	W (mm)	Ls (mm)	ΔL	ρ max (Newton)	Kuat Tekan (Mpa)	MoE (Mpa)
90° (Tanpa NaOH)	1	8,98	33,32	447,82	135	4,2	330	24,87	1988,75
	2	7,58	33,67	322,43	135	4,2	250	26,17	2502,74
	3	7,15	33,24	283,22	135	3,1	110	13,11	1819,84
	4	7,88	31,90	330,14	135	7,4	620	63,38	3310,60
	5	9,02	31,15	422,40	135	5,8	650	51,94	3005,07
45° (Tanpa NaOH)	1	7,83	33,35	340,78	135	4,1	290	28,72	2737,56
	2	8,04	32,77	353,05	135	7,6	610	58,31	2914,10
	3	8,71	32,60	412,19	135	4,0	360	29,48	2544,43
	4	8,00	32,60	347,73	135	8,8	680	66,00	2854,09
	5	8,64	31,07	386,56	135	5,4	450	39,29	2581,77
90° (Perlakuan NaOH)	1	8,39	33,26	390,21	135	3,3	310	26,81	2923,86
	2	8,77	31,59	404,95	135	4,9	500	41,67	2945,55
	3	8,76	32,34	413,62	135	6,3	680	55,49	3034,65
	4	8,88	32,59	428,31	135	8,0	910	71,71	3058,34
	5	9,14	31,79	442,62	135	7,9	910	69,39	2937,54
45° (Perlakuan NaOH)	1	9,21	31,91	451,12	135	6,2	750	56,11	2979,92
	2	9,08	32,08	440,81	135	6,6	820	62,78	3172,53
	3	9,42	32,15	475,48	135	5,5	700	49,69	2897,21
	4	9,05	32,34	441,45	135	7,8	920	70,34	3026,56
	5	9,41	34,00	501,77	135	4,3	560	37,67	2840,78

Keterangan :

- t = Tebal specimen (mm)
- b = Lebar specimen (mm)
- W = Luas penampang specimen (mm^2)
- Ls = Jarak antara dua penumpu (mm)
- ρ = Tegangan lentur maksimal (Newton)
- MoE = Modulus Elastisitas (N/mm^2)

Pada tabel data hasil pengujian tekuk yang terdapat pada Tabel 1 diatas, diambil dari sample hasil yang menunjukkan besarnya harga gaya beban maksimal saat menekuk. Dari tiap

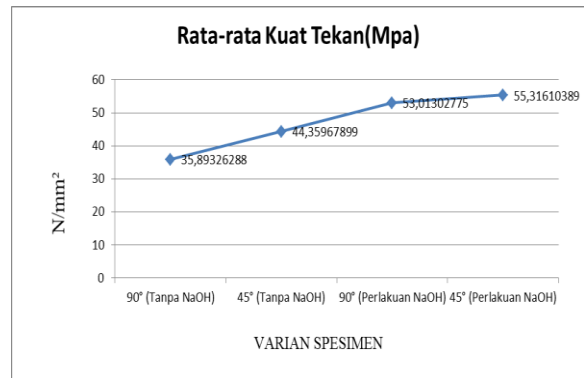
variable pengujian terdapat lima sample spesimen. Dari tiap variasi material komposit tersebut kemudian dicari rata-rata nilai beban maksimal yang dapat diterima oleh material (ρ_{max}) dan kuat lentur (N/mm^2) di tiap variasi material komposit. Standar kuat tekan dan modulus elastisitas menggunakan satuan Newton, menurut BKI Rules for Fiber Reinforced plastic Ship 2016 section 1 C.4.1. Berikut ini:



Gambar 10 Nilai rata-rata ρ_{max} per varian

Dari grafik yang ditunjukkan oleh Tabel 1 dan Gambar 10, dapat diketahui hasilnya yaitu, komposit serat mendong dengan variasi sudut 90°(Tanpa NaOH) mempunyai rata-rata ρ_{max} sebesar 392 Newton dan memiliki nilai tertinggi sebesar 650 Newton, komposit serat mendong dengan variasi sudut 45°(Tanpa NaOH) mempunyai rata-rata ρ_{max} sebesar 478 Newton dan memiliki nilai tertinggi sebesar 680 Newton, komposit serat mendong dengan variasi sudut 90°(Perlakuan NaOH) mempunyai rata-rata ρ_{max} sebesar 662 Newton dan memiliki nilai tertinggi sebesar 910 Newton, komposit serat mendong dengan variasi sudut 45°(Perlakuan NaOH) mempunyai rata-rata ρ_{max} sebesar 750 Newton dan memiliki nilai tertinggi sebesar 920 Newton

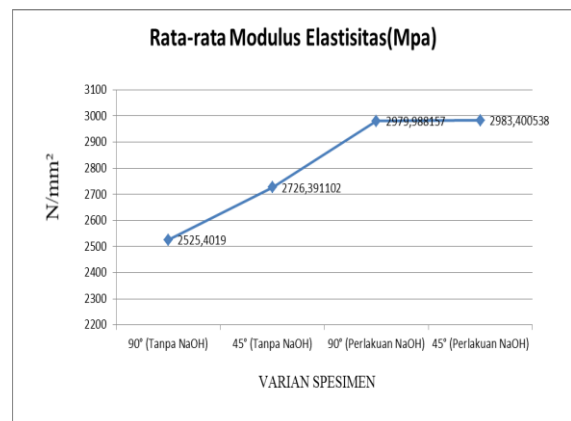
Selain nilai kuat tekan, hal yang dapat dicari setelah diketahui nilai beban maksimal (ρ_{max}) adalah nilai kuat lentur (ρ_{lentur}). Nilai rata-rata kekuatan lentur dapat diketahui oleh tiap-tiap spesimen material komposit sebagai berikut:



Gambar 11 Nilai rata-rata kekuatan lentur per variasi

Dari grafik yang ditunjukkan oleh Tabel 1 dan gambar 11, dapat diketahui hasilnya yaitu, komposit serat mendong dengan variasi sudut 90°(Tanpa NaOH) mempunyai rata-rata kekuatan tekuk sebesar 35,89 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 66,32 N/mm², komposit serat mendong dengan variasi sudut 45°(Tanpa NaOH) mempunyai rata-rata kekuatan tekuk sebesar 44,36 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 69,38 N/mm², komposit serat mendong dengan variasi sudut 90°(Perlakuan NaOH) mempunyai rata-rata kekuatan tekuk sebesar 53,13 N/mm dan memiliki nilai tertinggi sebesar 92,85 N/mm², komposit serat mendong dengan variasi sudut 45°(Tanpa NaOH) mempunyai rata-rata kekuatan tekuk sebesar 55,32 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 93,87 N/mm².

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



Gambar 12 Nilai rata-rata modulus elastisitas per variasi

Dari grafik yang ditunjukkan oleh gambar 12, dapat disimpulkan rata-rata nilai modulus elastisitas yang dapat diketahui hasilnya, komposit serat mendong dengan variasi sudut 90°(Tanpa NaOH) mempunyai rata-rata nilai modulus elastisitas sebesar 2525,40 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 3310,60 N/mm², komposit serat mendong dengan variasi sudut 45°(Tanpa NaOH) mempunyai rata-rata nilai modulus elastisitas sebesar 2726,39 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 2914,10 N/mm², komposit serat mendong dengan variasi sudut 90°(Perlakuan NaOH) mempunyai rata-rata nilai modulus elastisitas sebesar 2979,98 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 3058,33 N/mm², komposit serat mendong dengan variasi sudut 45°(Perlakuan NaOH) mempunyai rata-rata nilai modulus elastisitas sebesar 2983,40 N/mm² dan memiliki nilai tertinggi sebesar 3172,52 N/mm².

4.1.2. Pengujian Impak

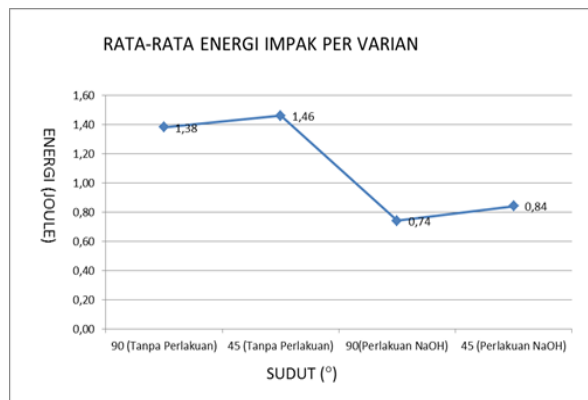
Pada data hasil pengujian benturan (*impact test*) diambil dari sampel hasil pengujian yang hasilnya berupa grafik yang menunjukkan besar gaya patah pada saat beban pukol mematahkan spesimen. Berikut merupakan tabel hasil perhitungan data yang didapat saat pengujian bentur (*impact test*).

Tabel 2 Tabel hasil uji impak *charpy*

Variasi (*)	Kode spesimen	t (mm)	b (mm)	A (mm)	Sudut β (°)	Energi (joule)	Keuletan (J/mm ²)
90 (Tanpa Perlakuan)	1	10,67	8,78	93,68	29,50	0,7	0,007
	2	10,53	8,89	93,61	28,75	1,7	0,018
	3	10,48	8,73	91,49	29,00	1,4	0,015
	4	10,67	8,89	94,86	28,75	1,7	0,018
	5	11,01	8,77	96,56	29,00	1,4	0,014
45 (Tanpa Perlakuan)	1	10,53	8,92	93,93	29,00	1,4	0,015
	2	10,31	8,9	91,76	29,00	1,4	0,015
	3	10,33	8,78	90,7	29,00	1,4	0,015
	4	10,80	8,72	94,18	28,75	1,7	0,018
	5	10,67	8,55	91,23	29,00	1,4	0,015
90(Perlakuan NaOH)	1	10,62	8,65	91,86	29,75	0,3	0,003
	2	10,74	8,95	96,12	29,00	1,4	0,015
	3	10,48	8,79	92,12	29,75	0,3	0,003
	4	10,47	8,89	93,08	29,25	1,0	0,011
	5	10,44	8,96	93,54	29,50	0,7	0,007
45 (Perlakuan NaOH)	1	10,48	9,47	99,25	29,00	1,4	0,014
	2	10,56	9,69	102,33	29,50	0,7	0,007
	3	10,38	9,56	99,23	29,50	0,7	0,007
	4	10,57	9,62	101,68	29,50	0,7	0,007
	5	10,60	9,44	100,06	29,50	0,7	0,007

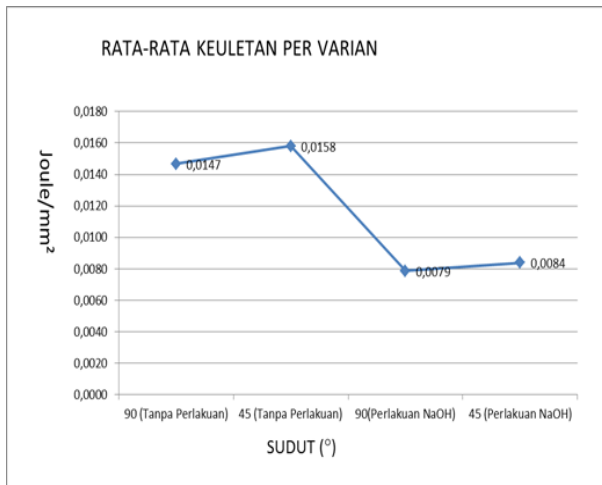
Keterangan:

- t = Tebal specimen (mm)
- b = Lebar specimen (mm)
- A = Luas penampang spesimen (mm)
- Sudut β = sudut setelah *hammer* mematahkan specimen (°)



Gambar 13 Rata-rata energi impak per varian uji impak

Hasil yang didapat dari pengujian impak menunjukkan bahwa rata-rata nilai tenaga patah yang dapat diterima material (Joule) dan rata-rata nilai ketangguhan impak (J/mm²) pada rata-rata spesimen uji adalah, komposit serat mendong dengan variasi sudut 90°(Tanpa NaOH) mempunyai energi impak rata-rata sebesar 1,38 joule dengan nilai tertinggi sebesar 1,7 joule, komposit serat mendong dengan variasi sudut 45°(Tanpa NaOH) mempunyai energi impak rata-rata sebesar 1,46 joule dengan nilai tertinggi sebesar 1,7 joule, komposit serat mendong dengan variasi sudut 90°(Perlakuan NaOH) mempunyai energi impak rata-rata sebesar 0,74 joule dengan nilai tertinggi sebesar 1,4 joule, komposit serat mendong dengan variasi sudut 45°(Perlakuan NaOH) mempunyai energi impak rata-rata sebesar 0,84 joule dengan nilai tertinggi sebesar 1,4 joule.



Gambar 14 Rata-rata nilai keuletan tiap variasi uji impact

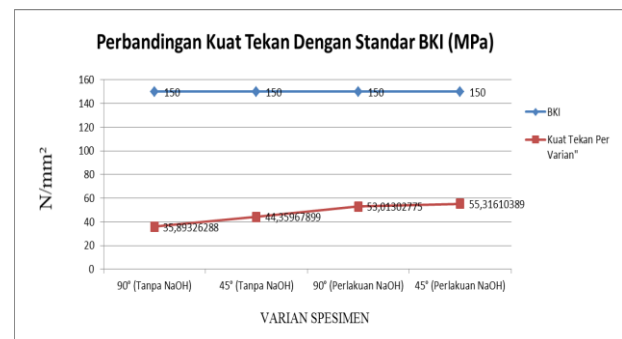
Sedangkan rata-rata nilai keuletan impact (J/mm^2) pada rata-rata varian komposit mendong, seperti yang ditunjukkan pada gambar 10 adalah, komposit serat mendong dengan variasi sudut 90° (Tanpa NaOH) mempunyai keuletan rata-rata sebesar $0,0147 J/mm^2$ dengan nilai tertinggi sebesar $0,0182 J/mm^2$, komposit serat mendong dengan variasi sudut 45° (Tanpa NaOH) mempunyai keuletan rata-rata sebesar $0,0158 J/mm^2$ dengan nilai tertinggi sebesar $0,0181 J/mm^2$, komposit serat mendong dengan variasi sudut 90° (Perlakuan NaOH) mempunyai keuletan rata-rata sebesar $0,0079 J/mm^2$ dengan nilai tertinggi sebesar $0,0146 J/mm^2$, komposit serat mendong dengan variasi sudut 45° (Perlakuan NaOH) mempunyai keuletan rata-rata sebesar $0,0084 J/mm^2$ dengan nilai tertinggi sebesar $0,0141 J/mm^2$

4.1.3. Perbandingan Hasil Uji Terhadap Peraturan BKI

Pada *Rules Of Fiberglass Reinforced Plastic 2016*, Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), section 1.C.4.1 menyatakan bahwa untuk kapal kapal FRP dengan bahan penguat fiberglass yang diisi oleh serat penguat baik itu dengan proses *hand lay up* dan lain sebagainya harus memiliki standar kekuatan kuat tekan sebesar $150 N/mm^2$ dan modulus elastisitas minimal sebesar $6860 N/mm^2$.

Dalam aturan BKI diatas, hanya ditentukan persyaratan material komposit

berdasarkan hasil uji tekuk (*bending test*), sehingga hasil uji impact hanya memberikan info tentang kekuatan material terhadap energi impact. Berdasarkan persyaratan BKI seperti yang telah disebutkan diatas dan membandingkan nilai hasil uji bending dan masing-masing variasi komposit, dapat dilihat pada gambar 4.9 dan gambar 4.10 dibawah bahwa konstruksi material komposit dengan arah serat 45° (Perlakuan NaOH) memiliki hasil tertinggi, baik itu beban maksimal, kuat tekan, dan modulus elastisitas pada uji bending. Disusul hasil tertinggi kedua dengan arah serat 90° (Perlakuan NaOH), arah serat 45° (Tanpa NaOH) dan arah serat 90° (Tanpa NaOH). Hal ini menunjukkan bahwa arah serat dan NaOH ternyata mempengaruhi dalam pengujian tekan. Meskipun demikian tidak ada satu variasi pun yang memenuhi standar BKI

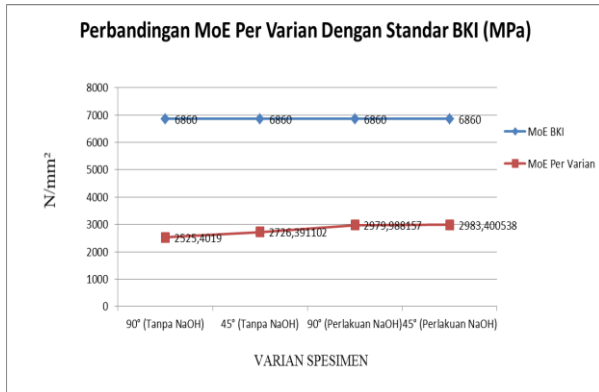


Gambar 15 Perbandingan nilai kuat tekan terhadap BKI

Perbandingan nilai hasil uji kuat tekan dari masing masing variasi komposit dengan persyaratan dari BKI sebesar $150 N/mm^2$ dapat dilihat hasil pada varian komposit pada rata-rata spesimen uji, seperti yang ditunjukkan pada gambar 11 diatas adalah :

- Untuk komposit dengan arah serat 90° (Tanpa NaOH), selisih kuat tekannya $114,106 N/mm^2$ atau $76,07\%$ lebih kecil dari standar BKI
- Untuk komposit dengan arah serat 45° (Tanpa NaOH), selisih kuat tekannya $105,64 N/mm^2$ atau $70,42\%$ lebih kecil standar dari BKI
- Untuk komposit dengan arah serat 90° (Perlakuan NaOH), selisih kuat tekannya $96,98 N/mm^2$ atau $64,66\%$ lebih kecil standar dari BKI

- Untuk komposit dengan arah serat 45°(Perlakuan NaOH), selisih kuat tekannya 94,684 N/mm² atau 63,122 % lebih kecil standar dari BKI



Gambar 16 Perbandingan Rata-rata Modulus Elastisitas terhadap BKI

Perbandingan nilai modulus elastisitas dari masing masing variasi komposit dengan persyaratan dari BKI sebesar 6860 N/mm² dapat dilihat hasil pada varian komposit pada rata-rata spesimen uji, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.10 diatas adalah :

- Untuk komposit dengan arah serat 90°(Tanpa NaOH), selisih kuat tekannya 4334,6 N/mm² atau 63,186 % lebih kecil dari standar BKI
- Untuk komposit dengan arah serat 45°(Tanpa NaOH), selisih kuat tekannya 4133,6 N/mm² atau 60,25 % lebih kecil standar dari BKI
- Untuk komposit dengan arah serat 90°(Perlakuan NaOH), selisih kuat tekannya 3880,01 N/mm² atau 56,
- Untuk komposit dengan arah serat 45°(Perlakuan NaOH), selisih kuat tekannya 3876,6 N/mm² atau 56,51 % lebih kecil standar dari BKI

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan penulis yang berjudul “Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Tanaman Mendong (*Fimbristylis Gobulosa*) Ditinjau dari

Kekuatan Tekuk dan Impak”, maka dapat diambil beberapa kesimpulan pada akhir penulisan sebagai berikut :

1. Hasil nilai rata-rata dari uji bending pada seluruh varian material komposit lamina, dihasilkan urutan nilai dari yang tertinggi hingga terendah, sebagai berikut:

- Varian sudut 45° (Perlakuan NaOH) nilai kuat tekan 55,32 N/mm² dengan nilai MoE 2983,4 N/mm²
- Varian sudut 90° (Perlakuan NaOH) nilai kuat tekan 53,13 N/mm² dengan nilai MoE 2979,98 N/mm²
- Varian sudut 45° (Tanpa NaOH) nilai kuat tekan 44,36 N/mm² dengan nilai MoE 2726,39 N/mm²
- Varian sudut 90° (Tanpa NaOH) nilai kuat tekan 35,89 N/mm² dengan nilai MoE 2525,40 N/mm²

dari hasil nilai rata-rata uji bending tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian yang dilakukan tidak ada yang memenuhi persyaratan minimal BKI yang mana untuk nilai kuat tekan minimal harus di atas 150 N/mm² dan nilai Modulus Elastisitas di atas 6860 N/mm², untuk hasil nilai rata-rata dari uji impak pada seluruh varian material komposit lamina, dihasilkan urutan nilai dari yang tertinggi hingga terendah, sebagai berikut:

- Varian sudut 45° (Tanpa NaOH) nilai energi 1,46 joule dengan keuletan 0,0158 J/mm²
- Varian sudut 90° (Tanpa NaOH) nilai energi 1,38 joule dengan keuletan 0,0147 J/mm²
- Varian sudut 45° (Perlakuan NaOH) nilai energi 0,84 joule dengan keuletan 0,0084 J/mm²
- Varian sudut 90° (Perlakuan NaOH) nilai energi 0,74 joule dengan keuletan 0,0079 J/mm².

2. Perlakuan arah sudut serat dan pemberian NaOH sangat berpengaruh terhadap hasil dari pengujian bending ,untuk pengujian bending semakin kecil sudut arah serat dan pemberian NaOH maka semakin besar kekuatan yang mempengaruhi hasil pengujian ini, namun untuk pengujian impak

dimana pemberian NaOH justru menurunkan hasil nilai energi dan keuletan spesimen, tetapi tidak pada varian arah sudut dimana semakin kecil arah sudut justru semakin besar hasil nilai energi dan keuletan spesimen.

5.2. Saran

Dalam penelitian ini penulis merasa masih banyak kekurangan, untuk peneliti selanjutnya perlu mempertimbangkan hal – hal berikut:

1. Untuk pembuatan serat penguatnya disarankan harus lebih teliti memilih serat Tanaman Mendong karena sulitnya mengeluarkan serat dari dalam Batang Mendong tersebut menyebabkan ukuran serat yang berbeda – beda.
2. Untuk pembuatan spesimen uji ini masih dilakukan secara hand lay up yang sangat bergantung pada kemampuan pekerja dan peralatan yang sederhana. Disarankan untuk pembuatan spesimen uji sebaiknya dilakukan oleh orang yang sudah ahli dibidang komposit dan dengan peralatan yang lebih modern sehingga diperoleh spesimen uji yang benar – benar baik.
3. Pada penelitian ini hanya mengkaji orientasi arah serat dan NaOH saja, sehingga disarankan pada penelitian selanjutnya agar memperhitungkan mengenai presentase fraksi volume serat.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 2004. “Annual Book ASTM Standart”, USA.
2. Biro Klasifikasi Indonesia,1996.”Rules and Regulation for The Classification and Construction of Ships”
3. Ellyawan. 2008. Panduan Untuk Komposit. dipetik maret 2012 dari <http://www.ellyawan.dosen.akprind.ac.id>
4. Gibson, R. F. (1984). Pinsip of Composite Material Mechanics. New York: Mc Graw Hill.
5. Hull, D. (1981). *An Introduction to Composite Material*. New York: Cambridge University Press.
6. K. Van Rijswijk, W.D Brouwer and A. Beukers, 2001 “Application of Natural Fibre Composites In The Development of Rural Societies”, Structures and Materials Laboratory, Faculty of Aerospace Engineering, Delft University of Technology
7. Mujiarto, I. (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Jurnal Traksi*, Vol. 3 No. 2.
8. Sirait, D. H. (2010, September 22). Material Komposit Berbasis Polimer Menggunakan Serat Alami. Dipetik Februari 5, 2012, dari <http://dedyharianto.wordpress.com>
9. Smallman, R. (2000). *Metalurgi Fisik Modrn dan Rekayasa Material* (Edisi keenam ed.). (S. Djaprie, Penerj.) Jakarta: Erlangga
10. Surdia, T. (1995). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
11. Vlack, L. H. (2004). *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. (S. Djaprie, Penerj.) Jakarta: Erlangga.
12. Vlack, L. H. (1985). *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta: Erlangga.
13. Witono, K., Irawan, Y.S., Soenoko, R., dan Suryanto, H., 2013, Pengaruh Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.