

PENGARUH VARIASI ARAH SUSUNAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA

Muhammad Arsyad, Muhammad Arsyad Suyuti¹, Muh. Farid Hidayat, Armila Sahi Pajarrai²

Abstrak: Serat sabut kelapa merupakan salah satu material serat alami atau biokomposit yang bersifat organik yang memiliki banyak kegunaan dan sangat mudah didapatkan di Indonesia. Penggunaan material serat sabut kelapa masih dalam kategori limbah yang belum banyak dimanfaatkan oleh skala industri sehingga perlu adanya pemanfaatan fiber berpenguat serat alami. Pemanfaatan serat alami tersebut dilakukan dengan pembuatan komposit melalui pencampuran antara resin polyester Yukalac® 157 BQTN-EX, serat sabut kelapa, dan katalis MEKPO (methyl ethyl keton peroxide). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh arah penyusunan serat terhadap sifat mekanik (kuat tarik, dan kuat lentur) komposit serat sabut kelapa, dan mengetahui kemungkinan serat sabut kelapa sebagai bahan pengisi komposit digunakan untuk pembuatan material kapal. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit jenis lamina dengan melihat variasi arah serat sabut kelapa sejajar 0°, 0°, sejajar 0°, 45°, sejajar 0°, 90°, dan komposit tanpa serat. Setelah pembuatan komposit kemudian diuji tarik sesuai standar ASTM D 638-02, dan diuji lentur sesuai standar ASTM D 790-03 sebanyak tiga kali pengujian setiap variasi arah serat. Hasil analisa data diolah secara statistik menggunakan metode deskriptif, dimana semua data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Adapun hasil perhitungannya yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata tegangan uji tarik komposit serat sabut kelapa yang optimal ialah arah sejajar 0°, 0° sebesar 14,34 N/mm², dan untuk tegangan lentur komposit serat sabut kelapa yang optimal ialah arah sejajar 0°, 45° sebesar 23,34 N/mm². Dari hasil perhitungan tersebut, nilai kekuatan sesuai standar Badan Klasifikasi Indonesia masih jauh dari nilai yang didapatkan.

Kata Kunci: komposit, serat, kelapa, sifat mekanik.

I. PENDAHULUAN

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda (Matthews, 1993). Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Bahan baku yang digunakan sebagai material pembentuk disebut serat (*fiber*).

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

² Alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Serat adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Secara umum, serat dapat digolongkan menjadi dua kelompok yaitu serat alam, dan serat buatan. Serat alam seperti serat binatang, tumbuh-tumbuhan dan mineral sedangkan serat buatan seperti polimer alam, polimer sintetik dan lainnya. Serat buatan atau yang biasa disebut sintesis yaitu serat yang molekulnya disusun secara sengaja oleh manusia dan melalui proses kimia. Serat sintesis merupakan bahan yang banyak digunakan sebagai bahan alternatif, salah satu material komposit yang diaplikasikan yaitu *fiber reinforced plastic* (FRP) yang sangat banyak digunakan dalam dunia perkapalan terutama sebagai bahan pembuat kapal-kapal kecil.

Beberapa kelebihan FRP banyak digunakan sebagai material kapal, yaitu: (1) ringan dan kuat, (2) memiliki ketahanan terhadap keretakan, kelelahan dan korosi yang sangat rendah (3) fleksibel dalam perencanaan, (4) mudah dibentuk sesuai dengan bentuk badan kapal. Meskipun FRP berpotensi sebagai bahan baku utama untuk pembuatan konstruksi kapal, akan tetapi serat yang digunakan dalam proses pembuatan FRP untuk saat ini terbuat dari bahan sintesis yang memiliki sifat sukar untuk didaur ulang dan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. FRP tidak bisa terurai dan akan mencemari lingkungan karena bersifat anorganik. Salah satu cara yang dilakukan untuk memusnahkannya yaitu melalui pembakaran, namun dalam proses pembakaran akan meningkatkan polusi udara, yang pada akhirnya akan menambah pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, dewasa ini serat yang menjadi obyek penelitian sebagai penguat komposit ialah serat alam. Komposit yang berpenguat serat alam dapat dimusnahkan dengan cara cukup membenamkannya didasar laut, sehingga binatang laut bisa menempel ke dinding komposit tersebut dan akhirnya mampu didaur ulang oleh makhluk hidup laut. Selain itu dengan penggunaan serat alam sebagai bahan komposit untuk kapal-kapal kecil, ini berarti dapat mengurangi penebangan kayu yang biasanya dibutuhkan untuk pemenuhan produksi kapal kayu. Di Indonesia, umumnya kapal-kapal kecil ataupun nelayan biasanya menggunakan kapal kayu sehingga mengakibatkan sering terjadi penebangan liar dan kemudian dijual ke produsen kapal kayu. Hal ini berdampak pada perusakan lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan komposit yang akan digunakan sebagai material kapal merupakan salah satu yang ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian di atas, masalah yang akan diselesaikan dalam kegiatan penelitian ini yaitu: (1) Bagaimana pengaruh arah penyusunan serat terhadap sifat mekanik (kuat tarik, dan kuat lentur) komposit serat sabut kelapa, dan (2) Bagaimana peluang serat sabut kelapa sebagai bahan pengisi komposit digunakan untuk material kapal. Sedangkan tujuan yang hendak dicapai ialah untuk (1) mengetahui pengaruh arah penyusunan serat terhadap sifat mekanik (kuat tarik, dan kuat lentur) komposit serat sabut kelapa, dan (2) mengetahui peluang serat sabut kelapa sebagai bahan pengisi komposit digunakan untuk pembuatan material kapal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya (1) memberikan

sumbangan terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang teknologi non logam khususnya komposit serat sabut kelapa (2) diperolehnya material baru sebagai bahan utama pembuatan material kapal, (3) membantu masyarakat dalam menangani limbah sabut kelapa, (4) membantu pemerintah mewujudkan program *go green*.

Untuk menghindari semakin merosotnya kualitas lingkungan akibat penggunaan material berbahan dasar minyak bumi, sekarang ini banyak dikembangkan komposit berpenguat serat alam. Beberapa jenis serat alami yang banyak digunakan dan diteliti pengembangannya seperti rami, hemp, jute, sisal, bambu, pisang, kelapa, dan lain-lain. Pemanfaatan komposit berpenguat serat alam diyakini akan mengalami kenaikan signifikan sehubungan dengan tuntutan pelestarian lingkungan yang semakin tinggi. Hal ini juga didukung oleh kebijakan pemerintah kearah penggunaan barang-barang yang berasal dari sumber daya terbarukan dan *biodegradable* (Febrianto Amri Ristadi, 2011). Penggunaan material serat alami atau biokomposit yang bersifat organik memiliki berbagai keuntungan. Hal inilah yang mendorong semakin optimisnya penggunaan fiber berpenguat serat alami, diantaranya menurut Misriadi (2010) ialah: (1) bobot ringan, (2) mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik, (3) biaya produksi murah, (4) merupakan bahan organik yang dapat terurai, (5) tahan korosi, (6) tersedia oleh alam secara berlimpah. Perbandingan antara serat alam dan serat gelas dapat dilihat pada Tabel 1.

Serat dalam komposit berfungsi sebagai bagian yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan komposit sangat tergantung pada kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material (Jonathan Oroh, 2013). Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung *lignoselulosa* yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan baku komposit. Kulit atau sabut kelapa yang terdiri dari serat-serat yang terdapat diantara kulit dalam yang keras (batok), tersusun kira-kira 35 % dari berat total buah kelapa. Untuk varitas kelapa yang berbeda tentunya persentase di atas akan berbeda pula (Jonathan Oroh, 2013). Dengan demikian rata-rata produksi buah kelapa per tahun ialah sebesar 5,6 juta ton, berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya.

Tabel 1. Perbandingan antara serat alami dan serat gelas

	Serat alami	Serat gelas
Massa jenis	Rendah	2x serat alami
Biaya	Rendah	Rendah, lebih tinggi dari SA
Terbarukan	Ya	Tidak
Kemampuan didaur ulang	Ya	Tidak
Konsumsi Energi	Rendah	Tinggi

Distribusi	Luas	Luas
Menetralkan CO2	Ya	Tidak
Menyebabkan abrasi	Tidak	Ya
Resiko Kesehatan	Tidak	Ya
Limbah	Biodegradable	Tidak Biodegradable

Sumber: Febrianto Amri Ristadi, 2011

Material komposit dalam definisi modern, adalah material yang dibuat dengan cara mengkombinasikan beberapa material sehingga terbentuk material yang memiliki fasa yang berbeda secara sengaja, tidak secara alami, serta tidak saling melarutkan dan memiliki mekanisme antarmuka (*interface*). Hal inilah yang menyebabkan sebagian besar dari paduan logam dan material keramik tidak termasuk dalam definisi ini, karena beragam fasa yang dimilikinya terbentuk secara alami (Amar Bramantyo, 2008). Dengan adanya perbedaan sifat material penyusun dimana antar material harus terjadi ikatan yang kuat maka *wetting agent* perlu ditambahkan. Penyusun komposit terdiri dari matrik (penyusun dengan fraksi volume terbesar), fiber sebagai penguat (penahan beban utama), interfasa (pelekat antar dua penyusun) dan *interphase* (permukaan fasa yang berbatasan dengan fasa yang lain) (Rimbun Turnip, 2010).

Menurut Nurmaulita(2010) Berdasarkan posisi penempatan serat terdapat beberapa tipe komposit, yaitu:

a. *Continuous Fibre Composite*

Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. Tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan.

b. *Woven Fibre Composite (bi-directional)*

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan melemah.

c. *Discontinuous Fibre Composite*

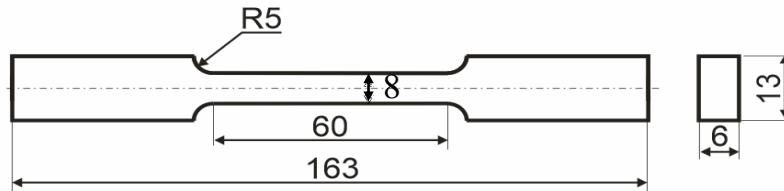
Discontinuous fibre composite ialah tipe komposit dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 yaitu *Aligned discontinuous fibre*, *Off-axis aligned discontinuous fibre*, *Randomly oriented discontinuous fibre*.

d. *Hybrid Fibre Composite*

Hybrid fibre composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihanannya.

Uji tarik merupakan salah satu uji mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dengan melakukan uji tarik kita mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material bertambah panjang. Bila kita terus menarik suatu bahan sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap berupa kurva. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang (Nurmaulita,

2010). Pengujian dilakukan sampai sampel uji patah, maka pada saat yang sama diamati pertambahan panjang yang dialami sampel uji. Kekuatan tarik atau tekan diukur dari besarnya beban maksimum (F_{maks}) yang digunakan untuk memutuskan/mematahkan spesimen bahan dengan luas awal A_0 (Nurmaulita, 2010). Pengujian tarik dilakukan dengan mesin menurut standar ASTM D 638-03.



Gambar 1. Spesimen uji tarik ASTM D 638-03

Jika suatu benda ditarik maka akan mulur (*extension*), terdapat hubungan antara pertambahan panjang dengan gaya yang diberikan. Jika gaya persatuan luasan disebut tegangan dan pertambahan panjang disebut regangan maka hubungan ini dinyatakan dengan grafik tegangan dan regangan (*stress-strain graph*) (Muhib Zainuri, 2008). Tegangan tarik ialah perbandingan antara gaya tarik yang bekerja terhadap luas penampang benda.

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \dots \dots \dots (1)$$

σ = Tegangan (N/mm^2)

F_{maks} = Beban yang diberikan arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

A_0 = Luas penampang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (mm^2)

Regangan tarik ialah perbandingan antara pertambahan panjang (Δl) terhadap panjang mula-mula (l_0)

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

ε = Regangan (%)

l_0 = panjang mula-mula spesimen sebelum pembebanan (mm)

Δl = pertambahan panjang (m)

Modulus Elastisitas ialah perbandingan antara tegangan tarik terhadap regangan tarik benda uji.

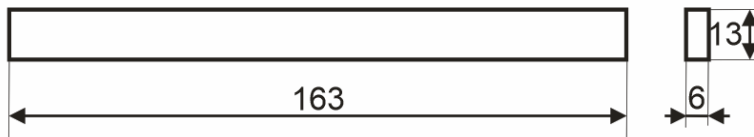
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots (3)$$

E = Modulus elastisitas (N/mm^2)

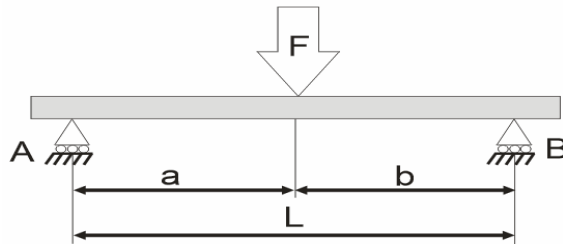
σ = Tegangan (N/mm^2)

ϵ = Regangan (m/m)

Kekuatan lentur atau kekuatan *bending* adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi besar. Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pembebanan pada titik lentur dan juga untuk mengetahui keelastisitasan suatu bahan (Nurmaulita, 2010). Cara pengujian kuat lentur ini dengan memberikan pembebanan tegak lurus terhadap sampel dengan tiga titik lentur dan titik-titik sebagai penahan berjarak tertentu. Titik pembebanan diletakkan pada pertengahan panjang sampel. Pada pengujian ini terjadi pelengkungan pada titik tengah sampel dan besarnya pelengkungan ini dinamakan *defleksi* (δ). Kemudian dicatat beban maksimum (W_{maks}) dan regangan saat spesimen patah (Nurmaulita, 2010). Pengujian lentur dilakukan dengan mesin menurut standar ASTM D 790-03.



Gambar 2. Spesimen uji lentur ASTM D 790-03



Gambar 3. Mekanisme spesimen uji lentur

Sifat mekanis yang diperoleh dari hasil pengujian lentur akan dihitung dengan menggunakan persamaan sesuai standar ASTM D 790-03, yaitu:

a. Tegangan lentur

$$\sigma_b = \frac{3 PL}{2 wt^2} \dots\dots\dots (4)$$

σ_b = Tegangan lentur maksimum (N/mm^2)

P = Beban maksimum (N)

w = Lebar dari benda uji (mm)

t = Tebal benda uji (mm)

L = Jarak antar penyangga (mm)

b. Regangan lentur ialah

$$\varepsilon = \frac{6\delta t}{L^2} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

- ε = regangan bending (%)
- L = panjang benda uji (mm)
- δ = defleksi maksimum (mm)
- t = tebal benda uji (mm)

c. Modulus elastisitas ialah

$$E_f = \frac{L^3 m}{4bh^3} \dots \dots \dots (6)$$

- E_f = Modulus elastisitas lentur (N/mm^2)
- L = panjang benda uji (mm)
- b = lebar benda uji (mm)
- h = tebal benda uji (mm)
- m = slope tangent pada kurva beban defleksi (N/mm)

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di (1) Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, (2) Laboratorium Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, (3) Laboratorium Pengujian dan Pemeriksaan Bahan Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar.

Peralatan yang digunakan dalam kegiatan ini ialah Universal Testing Machine Testometric DBBMTCL-2500kg, Mesin CNC, timbangan digital, peralatan perendaman, seperangkat alat cetak, spoit, gerinda tangan, amplas, dan Obeng. Alat bantu lain yang digunakan ialah sendok, *cutter*, gunting, spidol, dan penggaris. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah serat sabut kelapa, resin *Polyester*, katalis MEKPO, aquades, vaseline, dan thinner .

Adapun prosedur penelitian dalam pembuatan komposit serat sabut kelapa ialah:

1. Penyiapan serat sabut kelapa
 - a. Memisahkan serat sabut kelapa dengan sabut kelapa secara manual dengan menggunakan tangan
 - b. Merendam sabut kelapa dengan aquades untuk membersihkan serat dari serbuk selama kurang lebih 24 jam
 - c. Mengeringkan serat dengan memanfaatkan panas matahari selama 4-5 jam
 - d. Memilih serat yang panjangnya sesuai cetakan untuk disusun sejajar horizontal, sejajar vertikal dan sejajar diagonal

- e. Menimbang serat untuk uji tarik, dan uji lentur ialah serat sabut kelapa sebanyak 10 gr untuk 5 % dari berat total komposit 200 gr. Masing – masing setiap arah susunan serat.



Gambar 4. Serat sabut kelapa

2. Pembuatan cetakan komposit
 - a. Menyiapkan kaca sebagai bahan cetakan
 - b. Memotong kaca dengan ukuran 200 x 100 x 10 (P x L x T)
 - c. Membending plat untuk merapatkan kaca sesuai ukuran kaca
3. Pembuatan komposit
 - a. Mengolesi vaseline disetiap sisi kaca
 - b. Menyusun kaca dan memasang plat kemudian berikan vaseline disetiap celah antar kaca
 - c. Mengukur katalis dengan spoit sebanyak 3ml
 - d. Mencampur resin dan katalis sesuai komposisi, kemudian diaduk selama 2 menit
 - e. Memasukkan setengah campuran pertama ke dalam cetakan
 - f. Menyusun setengah serat pertama kedalam cetakan sesuai arah serat
 - g. Memasukkan setengah campuran kedua kedalam cetakan
 - h. Menyusun setengah serat kedua kedalam cetakan sesuai arah serat
 - i. Memasukkan setengah campuran ketiga kedalam cetakan
 - j. Agar didapatkan hasil komposit yang lebih padat dan merata maka dilakukan penekanan dengan alat penekan dan didiamkan
 - k. Melepaskan/membuka cetakan

Langkah awal hingga ke-(k) diulang untuk komposit arah serat sejajar horizontal, sejajar vertikal, dan sejajar diagonal dengan 3 kali sampel pengujian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian tarik, dan lentur dilaksanakan di Laboratorium Pengujian dan Pemeriksaan Bahan Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar. Tujuan pengujian ini ialah untuk mengetahui nilai kekuatan tarik, dan lentur komposit serat sabut kelapa dengan variasi arah susunan serat. Mesin yang digunakan yaitu UTM *Testometric* tipe DBBMTCL-2500kg.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Tarik Komposit S2K

Variasi Arah Serat	Spesimen	Dimensi (mm)			l_1 (mm)	F max (N)
		l_0	W	t		
Sejajar 0°, 0°	Uji Tarik K-C1	60	8,80	6,10	60,435	619,20
	Uji Tarik K-C2	60	8,70	5,50	60,537	609,60
	Uji Tarik K-C3	60	8,50	5,90	60,794	941,50
Sejajar 0°, 45°	Uji Tarik K-A13	60	8,50	6,00	60,273	461,80
	Uji Tarik K-A2	60	8,50	6,00	60,865	236,90
	Uji Tarik K-A3	60	8,70	6,30	60,532	73,450
Sejajar 0°, 90°	Uji Tarik K-B1	60	9,10	5,95	61,262	104,90
	Uji Tarik K-B2	60	8,90	5,95	61,068	132,40
	Uji Tarik K-B3	60	8,85	6,00	60,219	369,50
Tanpa Serat	Uji Tarik R-D1	60	8,80	6,00	60,773	1113,20
	Uji Tarik R-D2	60	8,70	6,10	61,177	1617,10
	Uji Tarik R-D3	60	8,60	5,95	61,257	1614,60

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Lentur Komposit S2K

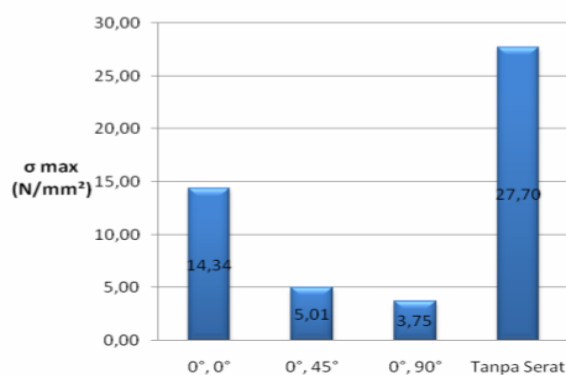
Variasi Arah Serat	Spesimen	Dimensi (mm)			δ maks (mm)	F (N)
		L	W	T		
Sejajar 0°, 0°	Uji Lentur S2KC1	100	13,0	6,00	1,70	45,59
	Uji Lentur S2KC2	100	13,0	5,85	2,85	80,30
	Uji Lentur S2KC3	100	13,5	5,70	2,50	71,30
Sejajar 0°, 45°	Uji Lentur S2KA1	100	13,0	5,90	2,50	85,29
	Uji Lentur S2KA2	100	13,0	5,90	2,50	85,29
	Uji Lentur S2KA3	100	13,0	6,20	1,95	61,30
Sejajar 0°, 90°	Uji Lentur S2KB1	100	13,0	6,10	2,45	77,70
	Uji Lentur S2KB2	100	12,5	6,30	1,95	69,00
	Uji Lentur S2KB3	100	13,0	6,00	2,25	68,70
Tanpa Serat	Uji Lentur R-D1	100	13,5	6,10	6,95	212,90
	Uji Lentur R-D2	100	13,7	6,10	3,95	146,50
	Uji Lentur R-D3	100	13,5	6,50	3,95	165,80

Dari perhitungan yang dilakukan terhadap hasil uji tarik, maka dapat dibuat suatu tabel perhitungan. Pada tabel 4 menunjukkan perhitungan dari semua uji tarik yang dilakukan.

Tabel 4. Tegangan Tarik Komposit S2K

Variasi Arah Serat	Spesimen	Luas (mm ²)	σ max (N/mm ²)	ϵ (%)	E (N/mm ²)
Sejajar 0°, 0°	Uji Tarik K-C1	53,68	11,53	0,725	1590,34
	Uji Tarik K-C2	47,85	12,73	0,895	1422,34
	Uji Tarik K-C3	50,15	18,77	1,323	1418,74
	Rata-rata		14,34	0,981	1477,14
Sejajar 0°,	Uji Tarik K-A13	51,00	9,05	0,455	1989,01

45°	Uji Tarik K-A2	51,00	4,64	1,441	321,99
	Uji Tarik K-A3	54,81	1,34	0,886	151,24
	Rata-rata		5,01	0,927	820,75
Sejajar 0°, 90°	Uji Tarik K-B1	57,71	1,81	2,103	86,06
	Uji Tarik K-B2	52,95	2,50	1,780	140,44
	Uji Tarik K-B3	53,10	6,95	0,360	1904,10
	Rata-rata		3,75	1,416	710,20
Tanpa Serat	Uji Tarik R-D1	52,80	21,08	1,228	1716,43
	Uji Tarik R-D2	53,07	30,47	1,962	1553,32
	Uji Tarik R-D3	51,17	31,55	2,095	1505,96
	Rata-rata		27,70	1,761	1591,90



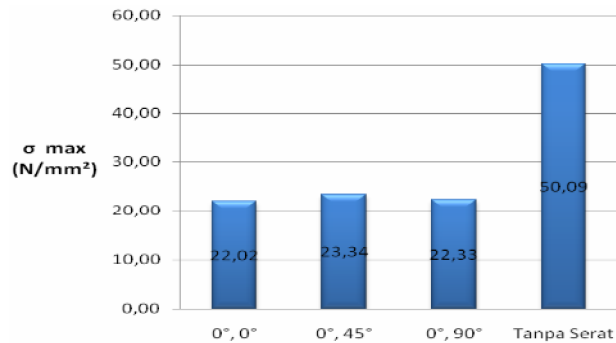
Gambar 5. Grafik Tegangan Tarik Komposit S2K

Dari perhitungan yang dilakukan terhadap hasil uji lentur, maka dapat dibuat suatu tabel perhitungan. Pada tabel 5 menunjukkan perhitungan dari semua uji lentur yang dilakukan.

Tabel 5. Tegangan Lentur Komposit S2K

Variasi Arah Serat	Spesimen	σ bending (N/mm²)	ε (%)	E (N/mm²)	Sisi luar spesimen
Sejajar 0°, 0°	Uji Lentur S2KC1	14,615	0,612	40,509	Retak
	Uji Lentur S2KC2	27,074	1,000	77,133	Retak
	Uji Lentur S2KC3	24,384	0,855	71,296	Retak
	Rata-rata	22,020	0,822	62,979	
Sejajar 0°, 45°	Uji Lentur S2KA2	28,274	0,885	79,777	Retak
	Uji Lentur S2KA3	18,400	0,725	49,463	Retak
	Rata-rata	23,340	0,805	64,620	
Sejajar 0°, 90°	Uji Lentur S2KB1	24,094	0,896	65,830	Retak
	Uji Lentur S2KB2	20,862	0,737	55,189	Retak
	Uji Lentur S2KB3	22,019	0,81	61,164	Retak

	Rata-rata	22,330	0,814	60,727	
Tanpa Serat	Uji Lentur Resin D1	63,573	2,543	173,697	Patah
	Uji Lentur Resin D2	43,107	1,445	117,778	Patah
	Uji Lentur Resin D3	43,603	1,54	111,802	Patah
	Rata-rata	50,090	1,842	134,425	



Gambar 6. Grafik Tegangan Lentur Komposit S2K

Berdasarkan perhitungan, diperoleh tegangan tarik maksimum tertinggi ialah spesimen komposit tanpa serat dengan nilai $27,70 \text{ N/mm}^2$, kemudian untuk nilai komposit sejajar $0^\circ, 0^\circ$ yaitu $14,34 \text{ N/mm}^2$, selanjutnya komposit sejajar $0^\circ, 45^\circ$ yaitu $3,75 \text{ N/mm}^2$ sedangkan untuk kekuatan yang terendah ialah pada spesimen komposit arah serat sejajar $0^\circ, 90^\circ$ dengan nilai $3,75 \text{ N/mm}^2$. Hal ini dikarenakan proses pembuatan komposit yang kurang sempurna, diantaranya pencampuran resin dan katalis yang tidak homogen sehingga masih ada gelembung udara yang terjebak di dalam cetakan, dan hal ini juga disebabkan karena tidak meratanya pengepresan pada tutup cetakan. Selain itu kualitas serat sabut kelapa sebagai penguat memiliki diameter yang berbeda dan mempengaruhi berat dari serat tersebut sehingga setiap spesimen ada yang memiliki serat banyak dan ada yang sedikit. Kemudian tidak sempurnanya spesimen uji juga terlihat pada hasil patahan tarik yaitu beberapa spesimen komposit patah pada ujung l_0 , hal ini membuktikan bahwa komposit tidak homogen sehingga titik terlemah tidak selalu berada di tengah sepanjang l_0 . Dari permasalahan tersebut sehingga kekuatan tarik yang didapat pada spesimen uji tidak maksimal.

Perhitungan tegangan lentur, pada spesimen dengan arah serat sejajar $0^\circ, 0^\circ$ memiliki nilai tegangan maksimum $22,02 \text{ N/mm}^2$, arah serat sejajar $0^\circ, 45^\circ$ memiliki nilai tegangan maksimum $23,34 \text{ N/mm}^2$, arah serat sejajar $0^\circ, 90^\circ$ memiliki nilai tegangan maksimum $22,33 \text{ N/mm}^2$, dan spesimen tanpa serat memiliki nilai tegangan maksimum $50,09 \text{ N/mm}^2$. Nilai tertinggi yang didapatkan dalam pengujian lentur ini ialah spesimen tanpa serat tetapi saat pengujian spesimen patah ketika berada di kekuatan maksimum dikarenakan tidak ada pengikat antara resin dan serat. Hal ini sama pada komposit uji tarik yaitu dikarenakan proses pembuatan komposit yang

kurang sempurna, diantaranya pencampuran resin dan katalis yang tidak homogen sehingga masih ada gelembung udara yang terjebak di dalam cetakan, dan hal ini juga disebabkan karena tidak meratanya pengepresan pada tutup cetakan. Selain itu kualitas serat sabut kelapa sebagai penguat memiliki diameter yang berbeda dan mempengaruhi berat dari serat tersebut sehingga setiap spesimen ada yang memiliki serat banyak dan ada yang sedikit. Dari permasalahan tersebut sehingga kekuatan lentur yang didapat pada spesimen uji tidak maksimal.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa komposit serat sabut kelapa yang tegangan tariknya tertinggi ialah komposit dengan arah susunan serat sejajar 0° , 0° sebesar $14,34 \text{ N/mm}^2$, dan komposit serat sabut kelapa yang tegangan lenturnya tertinggi ialah komposit dengan arah susunan serat sejajar 0° , 45° sebesar $23,34 \text{ N/mm}^2$.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma.2009. Balai Penelitian Tanaman Palma. Diakses Oktober 11, 2013, dari <http://balitka.litbang.deptan.go.id/>.
- Biro Klasifikasi Indonesia. 1996. *Rules and Regulation for The Classification and Construction of Ships*.Jakarta.
- Bramantiyo, Amar. 2008. *Pengaruh Konsentrasi Serat Rami Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam*.Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Herbi Tamba, Asrima. 2011. *Sifat Kelenturan Komposit Hibrid Serat Gelas – Coremat dengan Matrik Poliester 157 BQTN - EX*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Manik, P. Chrismianto, D. Hadi, E. S. 2005. “Kajian Teknis Penggunaan Serat Bambu sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau dari Kekuatan Bending dan Kekuatan Impak”.*Laporan Kegiatan*.Semarang: Universitas Diponegoro.
- Matthews, F.L. Rawlings, R.D. 1993. *Composite Material Engineering And Science*. London: Imperial College of Science, Technology And Medi-cine.
- Misriadi.2010. *Pemanfaatan Serat Alami (Serabut Kelapa) Sebagai Alternatif Pengganti Serat Sintetis pada Fiberglass Guna Mendapatkan Kekuatan Tarik yang Optimal*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- 113 *Muhammad Arsyad, Muhammad Arsyad Suyuti, Muh. Farid Hidayat, Armila Sahi Pajarrai, Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Sabut Kelapa terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa*
- Nurmaulita.2010. *Pengaruh Orientasi Serat Sabut Kelapa Dengan Resin Polyester Terhadap Karakteristik Papan Lembaran*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Oroh, J. Sappu, F. P. Lumintang, R..2013. *Analisa Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Ristadi, Febrianto Amri. 2011. *Studi Mengenai Sifat Mekanis Komposit Polilactic Acid (PLA) Diperkuat Serat Alami*.Penelitian Mandiri Program Pasca Sarjana. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sunaryo.2008. *Karakteristik Komposit Termoplastik Polipropilena dengan Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Palet Kayu*.Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Suryati, 2012.*Pembuatan dan Karakterisasi Genteng Komposit Polimer dari Campuran Resin Poliester, Aspal, Styrofoam Bekas dan Serat Panjang Ijuk*.Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Turnip, Rimbun. 2010. *Penggunaan Komposit Epoksi Berpenguat Serat Kevlar Sebagai Bahan Alternatif Mengatasi Kebocoran Pipa*.Tesis. Depok: Universitas Indonesia
- Vlack, L. H. 1985. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta: Erlangga.
- Zainuri, A. M. 2008. *Kekuatan Bahan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.