

ANALISA PENGARUH VARIASI ARAH SERAT ECENG GONDOK TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT ECENG GONDOK – EPOXY

Angga Setiawan¹, Soeparno Djiwo²

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : anggasetiawan090989@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan komposit berpenguat serat diharap mampu untuk mengurangi komposit yang berasal dari metal maupun keramik yang sifatnya identik dengan getas, dan tergolong material yang mahal. Serat alam yang sifatnya mampu didaur ulang serta ramah lingkungan dapat digunakan untuk membuat komponen otomotif yang tidak memerlukan spesifikasi kekuatan tinggi seperti dashboard yang identik dengan sifat tidak ramah lingkungan. Proses fabrikasi komposit menggunakan metode *hand lay-up* dibuat berdasarkan komposisi fraksi volume 40% serat dan 60% resin (*epoxy*). Variasi arah serat serat eceng gondok yang diteliti adalah sebagai berikut: varian $-45^\circ + 45^\circ$, varian $45^\circ + 90^\circ$, varian $90^\circ + 90^\circ$. Spesimen pengujian kekuatan bending menggunakan standar ASTM D790 – 03, pengujian kekuatan tarik menggunakan standar ASTM D 638 – 03, dan pengujian SEM menggunakan standar D1002. Hasil pengujian menunjukkan bahwa varian $45^\circ + 90^\circ$ merupakan varian dengan nilai kekuatan tarik terbaik diantara varian $-45^\circ + 45^\circ$, dan $90^\circ + 90^\circ$. Nilai kekuatan tarik varian $45^\circ + 90^\circ$ yaitu sebesar 1.37 Kgf/mm^2 , serta mampu melampaui standar nilai kekuatan tarik SNI-01-4449-06. Sedangkan kekuatan Bending terbaik ada pada varian $45^\circ + 90^\circ$ dengan nilai 4.43 N/mm^2 , dibandingkan dengan varian $45^\circ + 45^\circ$, dan $90^\circ + 90^\circ$. Tetapi belum mampu memenuhi standar minimal nilai kekuatan tarik SNI-01-4449-06. Serta hasil pengujian *scanning electron microscopy* terbaik ada pada varian $45^\circ + 90^\circ$ dengan porositas paling sedikit, dibandingkan dengan varian $-45^\circ + 45^\circ$, dan $90^\circ + 90^\circ$.

Kata kunci : Serat Eceng Gondok, Variasi Arah Serat, *Hand lay-up*, *Epoxy*, Kekuatan Tarik, Kekuatan Bending, Pengujian *Scanning electron microscopy*

PENDAHULUAN

Perkembangan rekayasa teknologi saat ini tidak hanya bertujuan untuk membantu umat manusia, tetapi harus mempertimbangkan aspek lingkungan. Bahkan, banyak negara di dunia kini berusaha membuat produk yang ramah lingkungan tanpa melupakan tujuan awal terciptanya produk tersebut. Material yang ramah lingkungan, dapat didaur ulang, dan hancur sendiri oleh alam menjadi tuntutan teknologi saat ini. Perkembangan material komposit berpenguat serat alam saat ini mulai diperhitungkan. Hal ini dikarenakan komposit memiliki beberapa keunggulan yang berbeda dibandingkan dengan material teknik alternatif lainnya seperti material komposit lebih kuat, tahan terhadap korosi, lebih ekonomis, dan lain sebagainya. Komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak sama, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya tidak sama (Sriwita dan Astuti, 2014).

Material komposit dengan penguat serat alam saat ini telah banyak digunakan oleh beberapa produsen industri otomotif, salah satunya yaitu pabrikan otomotif Daimler Chrysler, produsen mobil Amerika-Jerman ini mulai meneliti serta menggunakan bahan komposit polimer menggunakan serat alam. Bahan tersebut diaplikasikan sebagai pembungkus kabel, serta beberapa bagian interior mobil seperti doortrim, plafon, pelapis kursi sampai bahan baku untuk dashboard (Zulkifli dan Dharmawan., 2019)

Berdasarkan penjelasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa, serat alam yang sifatnya mampu didaur ulang serta ramah lingkungan dapat digunakan untuk membuat komponen otomotif yang tidak memerlukan spesifikasi kekuatan tinggi seperti dashboard yang identik dengan sifat tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu,

penelitian ini mencoba menggunakan serat alam yaitu serat eceng gondok dengan mengambil salah satu parameter penting pada komposit yaitu variasi arah serat. Matrik yang digunakan dalam penelitian ini matrik dari resin *epoxy*. Proses pembuatan komposit ini dilakukan dengan hand lay-up. Dengan merujuk standar SNI 01-4449-2006 sebagai kontrol, guna mampu dijadikan sebagai alternatif bahan pembuat dashboard. Maka penelitian ini mengambil topik “Analisa Pengaruh Variasi Arah Serat Eceng Gondok Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Material Komposit Serat Eceng Gondok-Epoxy”.

Tempat dan waktu penelitian

- Tempat penelitian

Pembuatan spesimen dilakukan di rumah peneliti didesa sumberrejo Kec. Gedangan. Kab. Malang.

Pengujian SEM dilakukan di Laboratorium Sentral Hayati Universitas Brawijaya Malang. Untuk pengujian kekuatan Tarik dan Bending Dilakukan di Institut Teknologi Nasional Malang.

- Waktu Penelitian

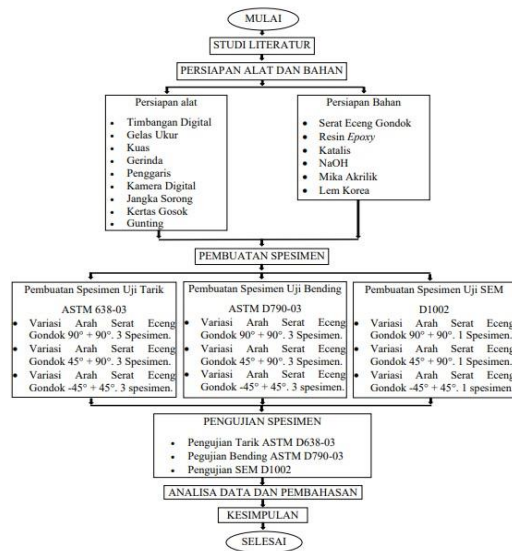
Penelitian ini dilakukan pada tanggal 3 maret sampai 8 agustus 2023

Variabel penelitian:

- Variabel bebas : Serat eceng gondok
- Variabel Tetap :
 - a) Pengujian SEM
 - b) Pengujian Kekuatan Tarik
 - c) Pengujian Kekuatan Bending
- Variabel terkontrol :
 - a) Resin Epoxy
 - b) Serat eceng gondok

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Prosedur Pengujian

1. Pengujian SEM

Proses pengujian *scanning electron microscope* (SEM) berlokasi di Laboratorium uji Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya Malang. Dengan Menggunakan standar ASTM D1002. Prosedur Yang dilakukan dalam Pengujian SEM :

- pengembangan model teoritis.
- pengembangan diagram jalur.
- konversi diagram jalur ke persamaan structural.
- memilih matriks input dan jenis estimasi.
- mengidentifikasi model .
- menilai kriteria goodness of fit.
- menginterpretasikan hasil.



Gambar 2. Spesimen Pengujian SEM

Keterangan :

P : Panjang : 10 mm

L : Lebar : 10 mm

T : Tebal : 10 mm

2. Pengujian Kekuatan Tarik

Proses pengujian tarik berlokasi di Laboratorium Uji Logam Institut Teknologi Nasional Malang. Dengan menggunakan standar ASTM D 638-03. Prosedur yang dilakukan dalam Pengujian Kekuatan Tarik :

- Specimen uji yang digunakan adalah komposit.
- Ukur panjang dan diameter specimen uji yang digunakan.
- Siapkan mesin uji tarik yang akan digunakan.
- Letakkan specimen uji pada pencekam.
- Operasikan mesin uji tarik dan catat diameter specimen uji setiap penambahan Panjang.
- Catat beban yang diterima specimen uji yang mengakibatkan specimen uji mengalami pengecilan diameter (necking).
- Catat beban maksimum yang diterima specimen uji yang mengakibatkan specimen uji mengalami patah.
- Keluarkan specimen uji dari mesin uji tarik.

- Ukur panjang specimen uji setelah pengujian tarik.
- Ukur diameter specimen uji pada bagian yang (necking).



Gambar 3. Specimen Pengujian Tarik

Keterangan :

- D : Diameter : 29 mm
- Lc : Leght of reduced : 100 mm
- Lo : Gauge leght : 60 mm
- Lt : Minimum total leght : 246 mm

3. Pengujian Kekuatan Bending

Proses pengujian Bending berlokasi di Laboratorium Uji Logam Institut Teknologi Nasional Malang. Dengan menggunakan standar ASTM D 790-03. Prosedur yang dilakukan dalam Pengujian Kekuatan Bending:

- Menyiapkan specimen dan memberi kode pada setiap specimen.
- Menyalakan mesin uji bending control lab.
- Mengatur jarak tumpuan roller dan posisi indentor.
- Memasangkan dan mengatur specimen uji bending di atas roller dan pastikan indentor berada di garis tengah specimen.
- Mengatur nilai pembebanan yang akan digunakan pada mesin uji bending.
- Menjalankan mesin uji bending.
- Mencatat data nilai beban maksimum dan panjang pergerakan indentor pada indikator.

- Mengulangi langkah-langkah yang sama untuk specimen uji berikutnya.



Gambar 4. Specimen Pengujian Bending

P : Panjang : 150 mm

L : Lebar : 12.7 mm

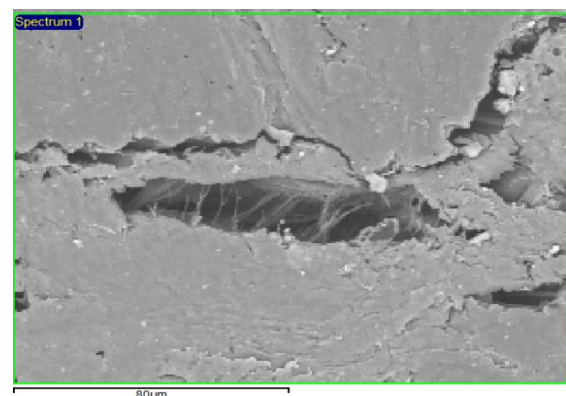
T : Tebal : 10mm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan Pengujian dan didapatkan data hasil pengujian, maka dilanjutkan dengan pengolahan data sehingga bisa menghasilkan pembahasan data.

1. Data Hasil Pengujian SEM

- a) Data Hasil Pengujian SEM Komposit Eceng Gondok Epoxy Dengan Variasi Arah $-45^{\circ} + 45^{\circ}$

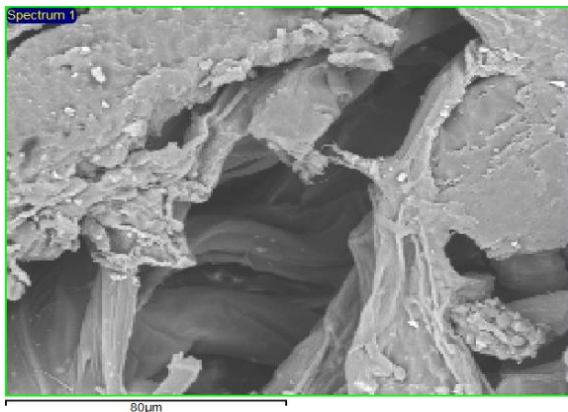


Gambar 5. Hasil pengujian sem komposit eceng gondok epoxy menggunakan variasi arah $-45^{\circ} + 45^{\circ}$ dengan pembesaran 1000x

hasil dari pengujian SEM komposit eceng gondok epoxy menggunakan variasi arah $-45^{\circ} + 45^{\circ}$ dengan pembesaran 1000x

menunjukkan struktur susunan antara matriks dan serat. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa susunan antara matriks dan serat tersusun sempurna, walaupun terdapat rongga udara (void) yang besar antara susunan matriks dan serat. Hal tersebut yang mengakibatkan hasil uji tarik dan bending paling rendah.

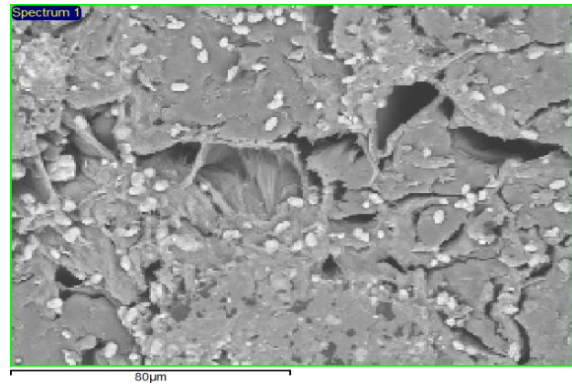
b) Data Hasil Pengujian SEM Komposit Eceng Gondok Epoxy Dengan Variasi Arah $45^\circ + 90^\circ$



Gambar 6. Hasil pengujian sem komposit eceng gondok epoxy menggunakan variasi arah $45^\circ + 90^\circ$ dengan pembesaran 1000x

Pada gambar 6 adalah hasil dari pengujian SEM komposit eceng gondok epoxy menggunakan variasi arah $90^\circ + 90^\circ$ dengan pembesaran 1000x menunjukkan struktur susunan antara matriks dan serat. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa susunan antara matriks dan serat tersusun sempurna, walaupun terdapat rongga udara (void) yang terbentuk antara susunan matriks dan serat. Sedikitnya rongga udara yang terdeteksi menyebabkan hasil uji tarik dan bending paling tinggi.

c) Data Hasil Pengujian SEM Komposit Eceng Gondok Epoxy Dengan Variasi Arah $90^\circ + 90^\circ$



Gambar 7 Hasil pengujian sem komposit eceng gondok epoxy menggunakan variasi arah $90^\circ + 90^\circ$ dengan pembesaran 1000x

Pada gambar 7 adalah hasil dari pengujian SEM komposit eceng gondok epoxy menggunakan variasi arah $90^\circ + 90^\circ$ dengan pembesaran 1000x menunjukkan struktur susunan antara matriks dan serat. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa susunan antara matriks dan serat tersusun sempurna, walaupun terdapat rongga udara (void) yang terbentuk antara susunan matriks dan serat. Cukup banyaknya rongga udara yang nampak menyebabkan hasil pengujian tarik dan bending menurun.

2. Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

a) Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Eceng Gondok Epoxy Dengan Variasi Arah $-45^\circ + 45^\circ$

Tabel 1 Hasil pengujian Tarik komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah $-45^\circ + 45^\circ$

No	Spesimen Uji Tarik Variasi $-45^\circ + 45^\circ$	Area (mm)	0.2 Y.S (Kgf/mm ²)	Max Force (Kgf)	Tensile Strength (Kgf/mm ²)	Regangan (%)
1	$-45^\circ + 45^\circ$ (A)	196.27	0.24	52	0.27	6
2	$-45^\circ + 45^\circ$ (B)	191.33	0.43	93	0.49	17
3	$-45^\circ + 45^\circ$ (C)	185.72	0.49	93	0.50	3.6
Rata-rata				79	0.42	8.8

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah $-45^\circ + 45^\circ$ menghasikan kekuatan tarik sebesar 0.42 kgf/mm², beban maksimal 79 kgf, dan regangan 8.8%. Dari hasil tersebut sudah sesuai dengan data Analisa SEM pengujian $-45^\circ + 45^\circ$ yang mendeteksi tingginya rongga udara yang

terdeteksi dalam spesimen, sehingga kekuatan tarik dari spesimen sangat rendah.

b) Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Eceng Gondok Epoxy Dengan Variasi Arah 45° + 90°

Tabel 2 Hasil pengujian bending komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah 45°+90°

No	Spesimen Uji Tarik Variasi 45°+90°	Area (mm)	0.2 Y.S (Kgf/mm ²)	Max Force (Kgf)	Tensile Strength (Kgf/mm ²)	Regangan (%)
1	45° + 90° (A)	192.09	0.66	292	1.52	8.5
2	45° + 90° (B)	190.70	0.50	222	1.17	8.7
3	45° + 90° (C)	190.00	0.61	271	1.43	8.5
Rata-rata				262	1.37	8.6

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah 45°+90° menghasilkan kekuatan tarik sebesar 1.37 kgf/mm², beban maksimal 262 kgf, dan regangan 8.6%. Dari hasil tersebut sudah sesuai dengan data Analisa SEM pengujian 45° + 90° yang mendeteksi kurangnya rongga udara yang terdeteksi dalam spesimen, sehingga kekuatan tarik spesimen tinggi.

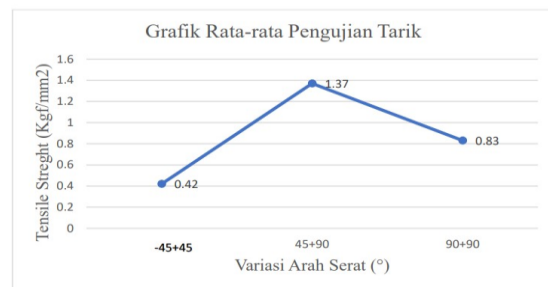
c) Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Eceng Gondok Epoxy Dengan Variasi Arah 90° + 90°

Tabel 3. Hasil pengujian tarik komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah 90°+90°

No	Spesimen Uji Tarik Variasi 90°+90°	Area (mm)	0.2 Y.S (Kgf/mm ²)	Max Force (Kgf)	Tensile Strength (Kgf/mm ²)	Regangan (%)
1	90° + 90° (A)	189.24	0.41	123	0.65	3.6
2	90° + 90° (B)	170.67	0.49	193	1.13	8.3
3	90° + 90° (C)	183.56	0.28	128	0.70	6.4
Rata-rata				148	0.83	6.1

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah 90°+90° menghasilkan kekuatan tarik sebesar 0.83 kgf/mm², beban maksimal 148 kgf, dan regangan 6.1%. Dari hasil tersebut sudah sesuai dengan data Analisa SEM pengujian 90° + 90° yang

mendeteksi tingginya rongga udara yang terdeteksi dalam spesimen, sehingga kekuatan tarik spesimen menurun.



Gambar 8. Grafik Rata-rata nilai kekuatan tarik

Harga Tensile strength pada material komposit dengan variasi arah serat eceng gondok epoxy -45° + 45° sebesar 0.42 kgf/mm², variasi arah serat eceng gondok epoxy 45° + 90° mengalami peningkatan tensile strength sebesar 1.37 kgf/mm², dan variasi arah serat eceng gondok epoxy 90° + 90° mengalami penurunan harga tensile strength sebesar 0.83 kgf/mm². Dapat dilihat dari rata-rata grafik tensile strength, nilai tertinggi dihasilkan pada variasi arah serat eceng gondok epoxy 45° + 90° dengan tensile strength sebesar 1.37 kgf/mm², sedangkan nilai terkecil dihasilkan oleh variasi arah serat eceng gondok epoxy -45° + 45° sebesar 0.42 kgf/mm². Berdasarkan grafik pada Gambar 4.13 didapat bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik variasi sudut serat eceng gondok 45° / 90°, -45° / 45°, dan 90° / 90° berada melampaui standar minimal yang telah ditentukan untuk SNI tipe T1 35 dan T1 25 dengan besaran standar >4 Mpa atau 0,408 Kgf/mm². Hal yang mempengaruhi naik dan turunnya hasil pengujian tarik disebabkan oleh rongga udara yang terdeteksi saat pengujian SEM. Tingginya rongga udara terdeteksi dalam pengujian SEM yang mengakibatkan turunnya hasil pengujian tarik, sebaliknya jika pembacaan rongga udara dalam pengujian SEM menurun mengakibatkan naiknya hasil pengujian tarik.

3. Data Hasil Pengujian Kekuatan Bending

a) Data Hasil Pengujian Kekuatan Bending Komposit Eceng Gondok Epoxy Dengan Variasi Arah $-45^\circ + 45^\circ$

Tabel 4. Hasil pengujian bending komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah $-45^\circ + 45^\circ$

No	Spesimen Uji Bending Variasi $-45^\circ + 90^\circ$	Area (mm)	Peak Load (N)	FT (N/mm ²)	FeH (mm)
1	$-45^\circ + 45^\circ$ (A)	122.00	581	4.76	33
2	$-45^\circ + 45^\circ$ (B)	122.00	353	2.89	12.5
3	$-45^\circ + 45^\circ$ (C)	115.12	236	2.05	12.8
Rata-rata			390	3.23	19.43

Berdasarkan Tabel 4.10 menunjukkan bahwa komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah $-45^\circ + 45^\circ$ menghasikan kekuatan bending sebesar 3.23 N/mm², beban maksimal 390 N, dan Defleksi 12.43 mm. Dari hasil tersebut sudah sesuai dengan data Analisa SEM pengujian $-45^\circ + 45^\circ$ yang mendeteksi rongga udara yang terdeteksi dalam spesimen, sehingga mengakibatkan rendahnya hasil pengujian bending.

b) Data Hasil Pengujian Kekuatan Bending Komposit Eceng Gondok Epoxy Dengan Variasi Arah $45^\circ + 90^\circ$

Tabel 5. Hasil pengujian bending komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah $45^\circ + 90^\circ$

No	Spesimen Uji Bending Variasi $45^\circ + 90^\circ$	Area (mm)	Peak Load (N)	FT (N/mm ²)	FeH (mm)
1	$45^\circ + 90^\circ$ (A)	155.43	390	3.38	4
2	$45^\circ + 90^\circ$ (B)	116.57	544	4.66	5.1
3	$45^\circ + 90^\circ$ (C)	117.46	615	5.24	4.5
Rata-rata			516	4.43	4.53

Berdasarkan Tabel 5. menunjukkan bahwa komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah $45^\circ + 90^\circ$ menghasikan kekuatan bending sebesar 4.43 N/mm², beban maksimal 516 N, dan Defleksi 4.53 mm. Dari hasil tersebut sudah sesuai dengan data Analisa SEM pengujian $45^\circ + 90^\circ$ yang mendeteksi kurangnya rongga udara yang

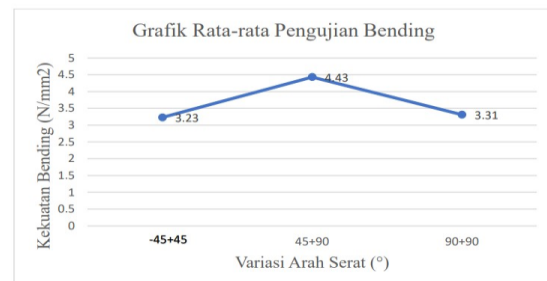
terdeteksi dalam spesimen, sehingga kekuatan bending spesimen tinggi

c) Data Hasil Pengujian Kekuatan Bending Komposit Eceng Gondok Epoxy Dengan Variasi Arah $90^\circ + 90^\circ$

Tabel 6. Hasil pengujian bending komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah $45^\circ + 90^\circ$

No	Spesimen Uji Bending Variasi $90^\circ + 90^\circ$	Area (mm)	Peak Load (N)	FT (N/mm ²)	FeH (mm)
1	$90^\circ + 90^\circ$ (A)	117.22	448	3.82	2.2
2	$90^\circ + 90^\circ$ (B)	115.20	368	3.19	1.9
3	$90^\circ + 90^\circ$ (C)	109.87	319	2.91	2
Rata-rata			378	3.31	2.03

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa komposit eceng gondok epoxy dengan variasi arah $90^\circ + 90^\circ$ menghasikan kekuatan bending sebesar 3.31 N/mm², beban maksimal 378 N, dan Defleksi 2.03 mm. Dari hasil tersebut sudah sesuai dengan data Analisa SEM pengujian $90^\circ + 90^\circ$ yang mendeteksi banyaknya rongga udara yang terdeteksi dalam spesimen, sehingga kekuatan bending spesimen menurun.



Gambar 9. Grafik Rata rata nilai kekuatan bending

Harga Kekuatan Bending pada material komposit dengan variasi arah serat eceng gondok epoxy $-45^\circ + 45^\circ$ sebesar 3.23 N/mm², variasi arah serat eceng gondok epoxy $45^\circ + 90^\circ$ mengalami peningkatan tensile kekuatan bending sebesar 4.43 N/mm², dan variasi arah serat eceng gondok epoxy $90^\circ + 90^\circ$ mengalami penurunan harga kekuatan bending sebesar 3.31 N/mm². Dapat dilihat dari rata rata grafik kekuatan bending, nilai tertinggi dihasilkan pada variasi arah serat eceng gondok epoxy

45° + 90° dengan kekuatan bending sebesar 4.43 N/mm², sedangkan nilai terkecil dihasilkan oleh variasi arah serat eceng gondok epoxy -45° + 45° sebesar 3.23 N/mm². Berdasarkan grafik pada Gambar 4.14 didapat bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik variasi sudut serat eceng gondok 45° / 90° , -45° / 45° , dan 90° / 90° tidak dapat memenuhi standar minimal yang telah ditentukan untuk SNI tipe T1 20 dengan besaran standar ≥ 20 Mpa atau 20 N/mm². Hal yang mempengaruhi naik dan turunnya hasil pengujian bending disebabkan oleh rongga udara yang terdeteksi saat pengujian SEM. Tingginya rongga udara terdeteksi dalam pengujian SEM yang mengakibatkan turunnya hasil pengujian bending, sebaliknya jika pembacaan rongga udara dalam pengujian SEM menurun mengakibatkan naiknya hasil pengujian bending.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Merujuk pada analisis data yang telah dilakukan, sehingga mampu disimpulkan bahwa:

1. Pengujian SEM menunjukkan dimana proses komposit eceng gondok dari varian -45° + 45° , varian 45° + 90° , dan varian 90° + 90° diambil yaitu pada pembesaran 1000x. Menunjukkan bahwa semakin tinggi tinggi prosentase oksigen yang terdeteksi, maka semakin banyak pula rongga udara yang menyebabkan rendahnya hasil pengujian tarik dan bending, begitu pula sebaliknya jika prosentase oksigen yang terdeteksi semakin sedikit maka semakin dikit pula rongga udara terdeteksi yang akan menyebabkan tinggi pada hasil pengujian tarik dan bending.
2. Variasi arah serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik material komposit. Dimana apabila terdapat berbagai variasi arah atau sudut serat pada sebuah material komposit, maka dapat disimpulkan pula kekuatan tarik material komposit tersebut semakin tinggi. Keadaan ini dibuktikan variasi sudut serat eceng gondok 45° + 90° yang memiliki kekuatan tensile strenght 1.37 Kgf/mm². Sedangkan variasi sudut serat eceng gondok 90° + 90° dengan nilai kekuatan tarik 0.83 Kgf/mm², serta variasi sudut serat eceng gondok -45° + 45° yang merupakan varian dengan nilai kekuatan tarik terendah yaitu 0.42 Kgf/mm². Dari ketiga data diketahui berada melampaui standar minimal yang telah ditentukan untuk SNI tipe T1 35 dan T1 25 dengan besaran standar >4 Mpa atau 0,408 Kgf/mm².
3. Variasi arah serat berpengaruh terhadap kekuatan bending sebuah komposit. Dimana jika terdapat perbedaan variasi arah atau sudut serat dalam sebuah material komposit, maka kekuatan bending komposit tersebut akan semakin baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai kekuatan bending variasi sudut serat eceng gondok 45° + 90° , yaitu 4.43 N/mm². Diikuti variasi sudut serat eceng gondok 90° + 90° dengan nilai kekuatan bending 3.31 n/mm², serta variasi sudut serat eceng gondok -45° + 45° yang merupakan varian dengan nilai kekuatan bending terendah yaitu 3.23 N/mm². Dari ketiga data diketahui tidak dapat memenuhi standar minimal yang telah ditentukan untuk SNI tipe T1 20 dengan besaran standar ≥ 20 Mpa. Atau 20 N/mm².

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka pada penelitian selanjutnya memperhatikan serta mempertimbangkan beberapa saran berikut:

1. Untuk penggunaan serat eceng gondok orientasi continuous, sebaiknya pengambilan serat pemisahan serat dari kulit batangnya dilakukan pada saat kondisi batang eceng gondok setengah kering. Dengan ciri, batang eceng gondok berwarna coklat muda.
2. Untuk menghindari banyaknya void pada komposit. Dimensi dari serat eceng gondok harus lebih pendek, serta mencoba pembuatan komposit dengan metode vakum.
3. Untuk mendapatkan dimensi spesimen yang lebih seragam / sama. Perlu dilakukan proses machining menggunakan CNC.
4. Pada proses pembuatan komposit yang dimulai dari pembuatan serat, pencampuran resin dengan katalis, pencampuran matrik dan serat sesuai variasi, serta pada saat penuangan campuran matrik dan serat kedalam cetakan harus dilakukan secara cermat dan hati-hati dikarenakan setiap tahapan pembuatan komposit sangat berpengaruh terhadap komposit yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahar, Q., H. Purwanto, dan I. Syafa'at., (2020). *Pengaruh Variasi Susunan Serat Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Dengan Resin Polyester Sebagai Bahan Komposit Alternatif Rompi Anti Peluru*. Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Callister, W. D. and J. D. G. Rethwisch., (2009). *Materials Science and Engineering an Introduction*. 8th ed. Wiley: John Wiley & Sons, Inc. E-Book.
- Fahmi, H. dan H. Hermansyah., (2011). *Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik*. Jurnal Teknik Mesin.
- Gibson, F Ronald., (1994) *Principles Of Composite Material Mechanics*, McGraw-Hill. E-Book
- Ginting, Eva Marlina. 2016. *Sifat Mekanis Nano Komposit Termoplastik Hdpe Dengan Beberapa Bahan Pengisi*.
- Gunawan, Y., P. Aksar, dan L. O. Irfan., (2016). *Analisa Pengaruh Ukuran Diameter Serat Tangkai Sagu Terhadap Sifat Meknaik Pada Material Komposit*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin.
- Ilham, Bakri, dan R. Magga., (2019). *Sifat Kuat Tarik Material Komposit Hibrid Berpenguat Serat Ijuk dan Sabut Kelapa Dengan Orientasi Serat Acak*.
- Kaw, A. K., (2006). *Mechanical of Composites Materials*. 2 nd ed. New York: Taylor & Francis Group. E-Book.
- Kunarto, dan E. Ernawan., (2018). *Serat Pelelah Pisang dan Eceng Gondok Sebagai Penguat Komposit Dengan Variasi Arah Serat Terhadap Uji Tarik dan Bending*.
- Muhajir, M., M. A. Mizar, dan D. A. Sudjimat. 2016. *Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak*.
- Muhammad Yusuf R. 2020. *Journal of mechanical engineering manufactures materials and energy* 4.

Septiano, A.F., Sutanto, H., & Susilo., (2021). *Synthesis and characterization of resin lead acetate composites and ability test of X-ray protection.* Journal Of Physics: Conf Series, 1918.

Sugiyono., (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D,* penerbit Alfabeta, Bandung. E-Book.

Zulkifli., H. Hermansyah, dan S. Mulyanto. (2018). *Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxy terhadap Variasi Fraksi Volume Serat.*