



PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT SERAT POHON AREN TERHADAP PENGUJIAN BENDING

Ahmad Tsalits Alfain^a dan Tri Hartutuk Ningsih^b

^{a,b} Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail koresponden: ahmad.18017@mhs.unesa.ac.id

ABSTRACT

Composites with synthetic fiber reinforcement have been used in various aspects of life, both in terms of usage and technology. In its development, the fiber used is not only synthetic fiber (fiber-glass) but also natural fiber (natural fiber). The development of natural fibers as a reinforcement for composite materials is very good to do considering the availability of natural fiber raw materials in Indonesia is quite abundant. One of the natural fiber developments that can be done is to use palm tree fiber. Indonesia is one of the countries producing palm fiber in the world with a capacity of 164,389 tons per year. One of the applications of natural fiber reinforced resin matrix composites (palm trees) is as an alternative to boat building in Indonesia. Palm tree fiber production is so much, the potential is very good to be processed into reinforcing materials in composites. Based on the analysis of bending test data on composites reinforced with palm fiber (fiber) with polyester resin, it can be concluded that the bending test for composites reinforced with palm fiber (ijuk) with a higher average in the bending test with a volume fraction of 50% was 11.261 MPa while for the lowest bending strength is the 40% fiber volume fraction of 1.524 MPa.

Keywords: Composites, Palm fiber (Ijuk), Bending Test.

ABSTRAK

Komposit dengan bahan penguat serat sintetis telah digunakan dalam berbagai aspek kehidupan, baik dari segi penggunaan, maupun teknologinya. Pada perkembangannya, serat yang digunakan tidak hanya serat sintetis (*fiber-glass*) tetapi juga serat alami (*natural fiber*). Pengembangan serat alami sebagai penguat material komposit ini sangat baik untuk dilakukan mengingat ketersediaan bahan baku serat alami di Indonesia cukup melimpah. Salah satu pengembangan serat alami yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan serat pohon aren. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil serat pohon aren di dunia dengan kapasitas 164.389 ton per tahunnya. Adapun aplikasi dari komposit matriks resin berpenguat serat alam (pohon aren) ini salah satunya adalah sebagai alternatif pembuatan perahu di Indonesia. Penghasilan serat pohon aren yang begitu banyak, potensinya sangatlah bagus untuk diolah menjadi bahan penguat pada komposit. Berdasarkan analisis data pengujian bending terhadap komposit berpenguat serat pohon aren (ijuk) dengan resin *polyester*, maka dapat disimpulkan bahwa uji bending komposit berpenguat serat pohon aren (ijuk) dengan rata-rata lebih tinggi pada pengujian bending fraksi volume 50% sebesar 11,261 Mpa sedangkan untuk kekuatan bending terendah yakni pada fraksi volume serat 40% sebesar 1,524 Mpa.

Kata Kunci: Komposit, Serat pohon aren (Ijuk), Pengujian Bending.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ini membuat semakin banyak munculnya jenis-jenis material yang baru dengan sifat dan karakteristik sesuai permintaan. Di industri, penggunaan material logam memiliki permintaan yang sangat besar diikuti dengan permintaan akan sifat dan karakteristik yang lebih baik terus bermunculan. Hal tersebut yang membuat adanya perubahan penggunaan material logam menjadi material komposit. Seiring berjalannya waktu karena sifatnya yang dapat dirubah sesuai dengan kebutuhan maka penggunaan material komposit semakin banyak digunakan.

Gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk disebut material komposit. Dari segi sifat dan karakteristik, material komposit dapat menghasilkan material yang lebih baik dari material penyusunnya. Terdapat beberapa keunggulan dari material komposit yang menjadi pertimbangan untuk menggunakannya, diantaranya sifatnya yang tahan terhadap korosi, ringan, memiliki waktu produksi yang singkat serta dapat bersaing dengan jenis material lainnya.

Terdapat dua bagian utama dari material komposit yaitu serat dan matriks. Pada penelitian ini, serat yang digunakan dalam pembuatan material komposit adalah serat alam dari pohon aren (ijuk). Minimnya

pemanfaatan pohon aren (ijuk) yang sangat melimpah sehingga sangat disayangkan bila tanaman jenis ini hanya menjadi penghias di jalanan saja. Lebih lanjut, penggunaan serat alam dapat memunculkan dampak yang positif terhadap lingkungan.

Metode analisis data pada penelitian ini menggunakan metode uji T. Kelebihan dari metode uji T ini dapat mendeskripsikan data dengan sistematis, akurat, dan faktual mengenai hasil yang diperoleh saat pengujian yang berpengaruh terhadap kekuatan bending material komposit serat alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume komposit serat pohon aren (ijuk) terhadap pengujian bending.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit

Dalam pengertiannya, material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda disebut komposit. Pada umumnya, bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat atau *fiber* sebagai bahan pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat serat. Campuran dua unsur tersebut menghasilkan material komposit yang memiliki karakteristik dan sifat mekanik yang berbeda dari material pembentuknya [1].

Material komposit ialah suatu material yang menggambarkan gabungan 2 ataupun lebih penyusun yang berbeda dalam wujud serta komposisi, dimana mereka tidak saling melarutkan. Material penyusun ini terdiri dari body constituent yang berperan berikan wujud pada komposit serta structural constituent yang menentukan struktur internal dari komposit. Sedangkan jika komposit secara universal ditafsirkan selaku campuran 2 ataupun lebih komponen yang berbeda, wujud ataupun komposisi dalam macroscale, dengan 2 ataupun lebih fasa terpisah serta memiliki jalinan interface diantara mereka [2].

Terdapat tiga syarat yang menjadi dasar dari terbentuknya material komposit yaitu, ada dua atau lebih material yang mempunyai sifat berbeda yang kemudian akan digabung, syarat kedua yaitu material yang digabung terjadi secara makroskopik dan menghasilkan sifat yang berbeda dari material yang membentuknya. Selanjutnya syarat yang ketiga yaitu material-material pembentuk harus ada ikatan yang baik sehingga prinsip dari saling mengikat itulah yang membuat sifat bahan komposit yang dihasilkan menjadi lebih baik [3].

2.2. Matriks (*Unsaturated Polyester Resin*)

Resin ini merupakan jenis resin *thermoset*, dalam beberapa penelitian resin ini disebut *polyester*. *Polyester* adalah resin cair yang memiliki viskositas relatif rendah. Resin ini memiliki sifat mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak jenis resin lainnya. Selain itu, terdapat dua karakteristik dari resin ini yaitu kaku dan rapuh. Sifat termal dari *polyester* memiliki suhu *deformasi termal* lebih rendah dari pada resin *thermoset* lainnya, karena mengandung banyak *monomer stiren* dan ketahanan panas jika panjangnya berkisar 110 – 140°C. Ketahanan dingin dan sifat listrik yang lebih baik diantara resin *thermoset* lainnya juga merupakan salah satu ciri dari *polyester* ini.

Resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *unsaturated polyester* (UP) Yukalac 157 BTQN-EX. Pemberian bahan tambahan katalis jenis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO) pada resin UP berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin (*curing*). Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses *curing*.

Tabel 1. Spesifikasi Resin Unsaturated Polyester Yukalac 157 BTQN-EX

Item	satuan	Nilai tipikal	Catatan
Berat jenis	gr/cm ³	1,215	25°
Kekerasan		40	Barcol GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	°C	70	-
Penyerapan air (Suhu ruangan)	%	0,188	24 Jam
	%	0,446	3 Hari
Kekuatan fleksural	Kg/mm ²	9,4	-
Modulus fleksural	Kg/mm ²	300	-
Daya rentang	Kg/mm ²	5,5	-
Modulus rentang	Kg/mm ²	300	-
Elongasi	%	1	-

2.3. Katalis

Katalis yang digunakan pada penelitian ini yaitu katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO) yang memiliki bentuk cair dan berwarna bening. Katalis ini berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan atau disebut dengan *curing* pada bahan matriks suatu komposit. Penggunaan katalis yang semakin banyak dicampurkan pada cairan matriks akan berpengaruh pada cepatnya proses laju pengeringan, namun jika mencampurkan katalis terlalu banyak akibatnya akan membuat suatu komposit menjadi getas. Sehingga alangkah baiknya, jika dalam menggunakan katalis diatur sesuai kebutuhannya. Reaksi panas dengan suhu sekitar 600-900°C akan muncul pada saat mencampurkan katalis ke dalam matriks. Selain itu, pada proses pengerasan resin diberi bahan tambahan berupa katalis jenis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO), katalis ini digunakan untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin dengan suhu yang lebih tinggi. Dalam menggunakan katalis, hanya dibatasi sampai 1% dari volume resin.

2.4. Serat (Pohon Aren)

Bagian utama dari komposit salah satunya yaitu *reinforcement* (penguat atau pengisi) sebagai penanggung beban utama pada komposit. Bahan pengisi yang digunakan untuk pembuatan komposit disebut sebagai *filler*, biasanya dapat berupa serat atau semacam serbuk. Dalam pembuatan komposit, terdapat beberapa serat yang digunakan diantaranya serat *e-glass*, karbon, boron, dan lain-lain. Selain itu, ada juga yang berasal dari serat alam seperti serat kenaf, rami, jute, cantula, dan lain sebagainya.

Penguat berperan guna menopang kekuatan dari komposit, sehingga besar rendahnya kekuatan komposit sangat bergantung dari penguat yang digunakan, sebab tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matriks bakal diteruskan kepada penguat, sehingga penguat bakal menahan beban hingga beban maksimum. Jadi suatu penguat wajib memiliki tegangan tarik serta modulus elastisitas yang lebih besar dari pada matriks penyusun komposit. Geometri tersebut bisa meliputi konsentrasi disperse, dimensi tebal susunan disperse, jarak penyusunnya, serta orientasinya. Polimer, logam, serta keramik umumnya selaku fase matriks serta serat glass, serat karbon, whisker, asbes, serta serat alam selaku fase dispersinya. Sifat-sifat mekanik bahan komposit, serupa kekuatan, kekakuan, ketahanan serta ketahanan bergantung dari geometri serta sifat-sifat seratnya [4].

Di ketinggian 400 hingga 1000 meter di atas permukaan laut, pohon aren menjadi tumbuhan penghasil ijuk tumbuh di seluruh daratan Indonesia dengan kualitas sangat baik. Namun penggunaan serat pohon aren belum sepenuhnya digunakan dengan baik, yang dibuktikan dengan banyaknya serat pohon aren yang dibakar begitu saja atau dibiarkan tanpa digunakan dengan menghasilkan sesuatu yang bermanfaat. Setelah pohon aren (*Arenga pinnata*) berumur 4-5 tahun, maka serat-serat ijuk yang dihasilkan dapat dipanen dan secara tradisional sering dimanfaatkan untuk bahan pembungkus pangkal kayu-kayu bangunan yang ditanam dalam tanah agar mencegah serangan rayap. Penggunaan serat pohon aren tersebut didukung oleh sifat serat pohon aren yang elastis, tahan air, keras, dan sulit dicerna oleh organisme perusak seperti rayap. Namun penelitian yang membahas mengenai efektivitas bahan alami dari serat pohon aren yang berfungsi dalam melindungi kayu-kayu konstruksi dari serangan serangga perusak kayu seperti rayap belum pernah dilakukan [5].

Beberapa sifat mekanik dari serat pohon aren diantaranya sebagai berikut [6].

Tabel 2. Sifat-sifat Mekanik dari Serat Pohon Aren

Nama Serat	Density (gr/cm ³)	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (GPa)	Strain Serat (%)
Serat ijuk	1,215	190,29 (46,77)	3,69 (0,54)	19,6 (6,7)

2.5. Fraksi Volume

Perbandingan komposisi antara serat dan matriks menjadi faktor penentu untuk memberikan karakteristik kekuatan bahan komposit yang dihasilkan. Perbandingan komposisi tersebut dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat (Vf). Dalam pembuatan komposit, jumlah perbandingan yang biasanya dilakukan adalah fraksi berat (rasio berat) dan fraksi volume (rasio volume). Hal tersebut dikarenakan satuan dari serat dan matriks biasanya dihitung menggunakan

satuan massa dan satuan volume. Kekuatan material komposit akan seiring bertambah disertai dengan bertambahnya jumlah serat, jika fraksi volume terlalu tinggi maka akan mempersulit kerja matriks untuk mengikat serat dan akan menurunkan nilai kekuatannya [7]. Rumus berikut digunakan untuk menghitung fraksi volume serat dan matriks pada suatu bahan komposit:

$$V_{\text{serat}} = \left(\frac{\text{Volume serat}}{\text{Volume komposit}} \right) \times 100\%$$

$$V_{\text{serat}} = \left(\frac{\left(\frac{mf}{\rho f} \right)}{\left(\frac{mf}{\rho f} \right) + \left(\frac{mm}{\rho m} \right)} \right) \times 100\%$$

$$V_{\text{matriks}} = \left(\frac{\text{Volume matriks}}{\text{Volume komposit}} \right) \times 100\%$$

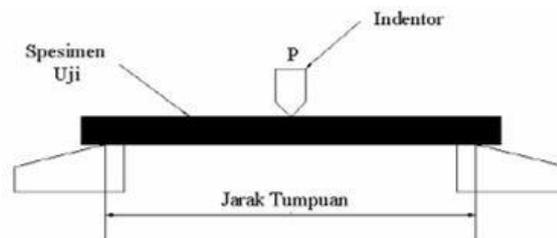
$$V_{\text{matriks}} = \left(\frac{\left(\frac{mm}{\rho m} \right)}{\left(\frac{mf}{\rho f} \right) + \left(\frac{mm}{\rho m} \right)} \right) \times 100\%$$

Keterangan : mf = massa serat (gr)
 ρf = massa jenis serat (gr/mm³)
 mm = massa matriks (gr)
 ρm = massa jenis matriks (gr/mm³)

2.6 Uji Bending

Pengujian *bending* dilakukan untuk mengetahui kekuatan *bending* pada suatu material komposit yang dihasilkan. Tegangan *bending* terbesar yang bisa diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan disebut sebagai kekuatan *bending* atau kekuatan lengkung. Jenis material dan pembebanan akan menentukan besar kekuatan *bending* yang dihasilkan. Akibat Pengujian *bending* yang dilakukan, maka bagian atas spesimen akan mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan *bending*. Pada material komposit, kekuatan tekannya lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatannya. Sehingga saat tidak mampu menahan tegangan *bending* yang diterima, spesimen tersebut menjadi patah. Hal itu yang mengakibatkan adanya kegagalan pada pengujian komposit. Kekuatan *bending* disisi bagian atas memiliki nilai yang sama dengan kekuatan *bending* disisi bagian bawah.

Pengujian *bending* bahan komposit ini menggunakan standar ASTM D790 “Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials”. Pengujian dilakukan *three point bending* [8].



Gambar 2. Pemasangan Benda Uji *Bending*

Dalam perhitungan kekuatan *bending*, menggunakan persamaan yang ada pada standar ASTM D790, yaitu:

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

Keterangan:

σ = Tegangan *bending* (MPa)
 P = Beban / Load (N)
 L = Panjang Span / Deflexy (mm)
 b = Lebar / Width (mm)
 d = Tebal / Depth (mm)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Uji T (T -test) pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara fraksi volume serat komposit terhadap kekuatan *bending*. Perbedaan signifikan yang dihasilkan merupakan perbedaan antara rata-rata hitung data pengujian, pada penelitian ini adalah perbedaan fraksi volume serat yang digunakan dalam komposit *polyester*. Data hasil pengujian *bending* yang didapat selanjutnya diolah menggunakan metode uji T (T -test) melalui program *SPSS 29*. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen atau *experimental research* dengan tujuan untuk mengetahui parameter yang dapat memberikan pengaruh optimal terhadap komposit serat pohon aren (ijuk) dengan matrik *polyester* terhadap kekuatan *bending* material. Salah satu penggunaan bahan komposit ini dapat diaplikasikan pada perahu (*non-metal*).

Analisis menggunakan metode T (T -test) harus memiliki hipotesa sebelum dapat menarik sebuah kesimpulan, hipotesis yang diajukan sebagai berikut:

H_0 = Tidak ada pengaruh signifikan fraksi volume serat terhadap kekuatan *bending* komposit *polyester* berpenguat serat pohon aren (ijuk).

H_a = Ada pengaruh signifikan fraksi volume serat terhadap kekuatan *bending* komposit *polyester* berpenguat serat pohon aren (ijuk).

Dasar pengambilan keputusan T (T -test) adalah:

- Jika nilai $sig < 0,05$, maka terdapat pengaruh yang signifikan terkait fraksi volume serat terhadap kekuatan *bending* komposit *polyester* berpenguat serat pohon aren (ijuk).
- Jika nilai $sig > 0,05$, maka tidak terdapat pengaruh yang signifikan terkait fraksi volume serat terhadap kekuatan *bending* komposit *polyester* berpenguat serat pohon aren (ijuk).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Spesimen Hasil Pengujian Bending

Dari hasil pengujian *bending* komposit *polyester* berpenguat serat pohon aren (ijuk), dapat disaksikan beberapa bentuk spesimen uji. Kondisi setelah pengujian tentu dipengaruhi oleh kesempurnaan ikatan antara serat pengisinya dan matrik. Adanya ikatan yang kuat antara serat dan matriks akan membuat bentuk spesimen yang lebih rapi dan permukaan yang cenderung rata.



Gambar 3. Spesimen Hasil Uji *Bending*

4.2. Data Hasil Pengujian Bending

Berikut hasil pengujian *bending* di laboratorium konstruksi dan kekuatan kapal Institut Teknologi Sepuluh Nopember:

Tabel 3. Hasil data pengujian *Bending*

Fraksi Volume	Spesimen	Force (N)	Deflexy (mm)	Kekuatan Bending (Mpa)
40%	1	100	3	1,524791
	2	100	5	2,557352
	3	200	7	6,850268
50%	1	100	5	2,472696
	2	300	8	11,26134
	3	200	6	6,685703

Rumus yang digunakan yakni:

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2} = \frac{3.100 \text{ N} \cdot 3 \text{ mm}}{2.13,36 \text{ mm} \cdot (4,47 \text{ mm})^2}$$

$$= \frac{900 N}{590,245 mm^2}$$

$$\sigma = 1,524791 \text{ Mpa}$$

Keterangan:

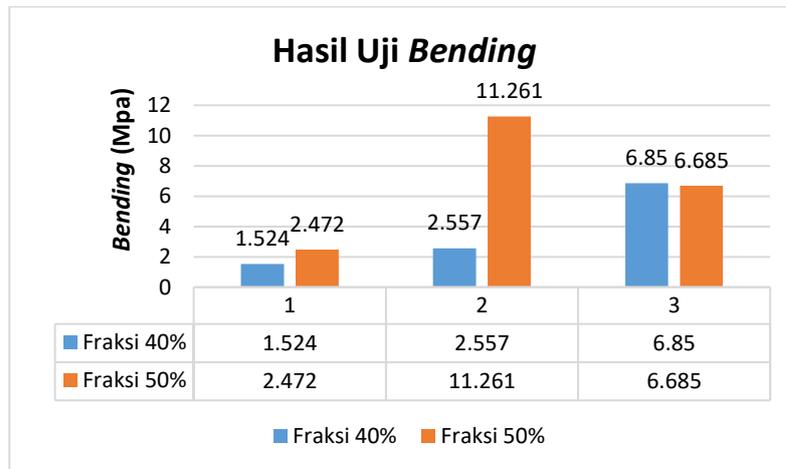
- σ = Kekuatan bending, (MPa)
- P = Gaya pada suatu titik pada kurva beban, force (N)
- L = Deflexy (mm)
- b = Lebar Spesimen (mm)
- d = Tebal Spesimen (mm)

Dari perhitungan tabel diatas dapat diketahui nilai dari masing-masing sampel/spesimen pengujian bending memiliki hasil yang berbeda-beda.

4.3. Pengaruh Fraksi Volume Serat Pohon Aren Terhadap Pengujian Bending

Salah satu pengujian dari sifat mekanik suatu bahan yang dilakukan terhadap spesimen dari suatu bahan, baik bahan yang akan digunakan sebagai material konstruksi atau komponen lain dan akan menerima pembebanan lengkung maupun proses pelengkungan dalam pembentukannya disebut pengujian bending. Dengan pembebanan yang dilakukan mengakibatkan bahan mengalami deformasi dengan dua buah gaya yang berlawanan bekerja pada saat yang bersamaan.

Pengujian bending sampel dilakukan di laboratorium konstruksi dan kekuatan kapal Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Hasil dari pengujian bahan komposit tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2, dari tabel tersebut terlihat bahwa fraksi volume serat memberikan pengaruh terhadap kekuatan bending komposit *polyester* berpenguat serat pohon aren (ijuk). Selanjutnya data dari tabel diolah dan ditampilkan dalam bentuk diagram seperti ditampilkan pada gambar dibawah ini:

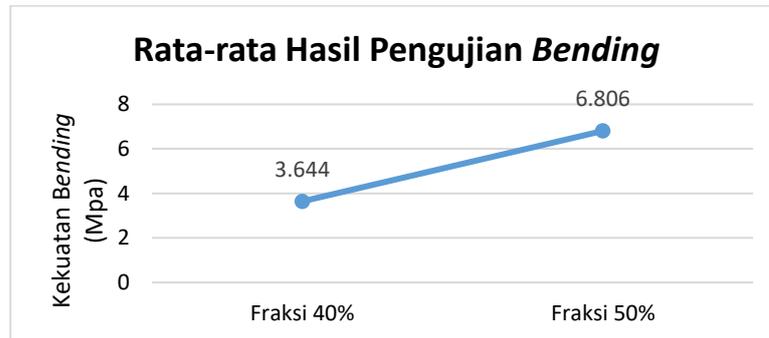


Gambar 4. Data Hasil Uji Bending

Dari hasil pengujian dan diagram diatas dapat diketahui bahwa bahan komposit menggunakan serat pohon aren dengan fraksi volume 50% memiliki kekuatan bending paling tinggi yakni sebesar 11,261 Mpa, sedangkan untuk bahan komposit menggunakan serat pohon aren dengan fraksi volume 40% memiliki kekuatan bending paling rendah dengan hanya 1,524 Mpa. Data dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa terjadi pengaruh fraksi volume serat pohon aren terhadap kekuatan bending.

Berdasarkan data yang sudah diperoleh dari pengujian bending diatas dapat kita analisa bahwa perbedaan kekuatan yang terjadi disebabkan ketika praktik pembuatan komposit berpenguat serat alam, serat dicampur langsung dengan matrik kemudian disusun bersamaan dalam satu wadah, dengan proses ini posisi dari serat tidak dapat dikontrol. Jika jarak antar serat berjauhan dan jumlahnya sedikit, maka beban akan lebih banyak dipikul oleh matrik menyebabkan kekuatan menurun, seharusnya sesuai kaidah matrik mentransfer beban atau tegangan ke serat, kemudian serat melakukan tugasnya dengan memikul beban atau tegangan

yang diterima. Dengan orientasi dan proses manufaktur yang tepat komposit berpenguat serat alam sebenarnya dapat dimaksimalkan hasilnya.



Gambar 5. Grafik Rata-Rata Pengujian Bending

Dari perhitungan tabel 1 dan gambar 5 diatas dapat diketahui nilai dari masing-masing kelompok sampel pengujian tabel 1 hasil pengujian bending dapat diketahui bahwa masing-masing kelompok sampel pengujian bending memiliki beberapa perbedaan berdasarkan dari rata-rata (*mean*), hasil pengujian bending didapatkan komposit *polyester* yang memiliki kekuatan bending tertinggi yaitu pada fraksi volume serat 50% dengan rata-rata kekuatan bendingnya sebesar 6,806Mpa, sedangkan komposit *polyester* yang memiliki kekuatan bending terendah yaitu pada fraksi volume 40% dengan rata-rata kekuatan bending sebesar 3,644 Mpa.

4.4. Uji Normalitas Hasil Data Pengujian Bending

Uji normalitas data hasil pengujian telah dilakukan dan data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah masing-masing variabel berdistribusi normal atau tidak. Adapun syarat pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Jika nilai sig. kurang dari 0,05 maka, data dinyatakan data tidak terdistribusi normal
- Jika nilai sig. lebih dari 0,05 maka, dinyatakan data memiliki distribusi normal.

Pedoman ini mengacu pada hasil perhitungan alat uji normalitas Shapiro-Wilk.

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Bending 40%	.316	3	.	.889	3	.351
Hasil Bending 50%	.178	3	.	.999	3	.954

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 6. Hasil Uji Normalitas Data Bending

Berdasarkan pengujian di atas, didapatkan hasil bahwa variabel kekuatan Bending memiliki nilai sig. diatas 0,05 yang artinya hasil pengujian data telah berdistribusi secara normal, sehingga dapat dilanjutkan pada uji berikutnya, yaitu uji homogenitas.

4.5. Uji Homogenitas Hasil Data Pengujian Bending

Uji Homogenitas data hasil pengujian telah dilakukan dan data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah data dari masing-masing variabel bersifat homogen (memiliki variansi yang sama) atau tidak. Adapun syarat pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Jika nilai sig. kurang dari 0,05 maka, data dinyatakan tidak homogen
- Jika nilai sig. lebih dari 0,05 maka, data dinyatakan homogen.

Berikut ini merupakan hasil pengujian homogenitas data.

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Pengujian Bending	Based on Mean	.288	1	4	.620
	Based on Median	.348	1	4	.587
	Based on Median and with adjusted df	.348	1	3.938	.588
	Based on trimmed mean	.294	1	4	.616

Gambar 7. Hasil Uji Homogenitas Data Bending

Berdasarkan pengujian data di atas, didapatkan hasil bahwa variabel kekuatan bending dan memiliki nilai sig. lebih besar dari 0,05 maka hasil pengujian data telah homogen atau memiliki variansi yang sama, sehingga dapat dilanjutkan pada uji berikutnya, yaitu uji T (*T-test*).

4.6. Uji T (*T-test*) Hasil Data Pengujian Bending

Berikut adalah data hasil uji bending yang telah dilakukan kemudian diolah dalam program SPSS 29:

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test			
	F	Sig.	t	df	Significance	
					One-Sided p	Two-Sided p
Equal variances assumed	.288	.620	-1.048	4	.177	.354
Equal variances not assumed			-1.048	3.411	.182	.363

Gambar 8. Hasil Uji T Data Bending

Berdasarkan gambar tabel yang tertera di atas menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,354. Nilai tersebut lebih dari standart nilai signifikansi sebesar 0,05, sehingga dapat disimpulkan H0 diterima dan Ha ditolak atau dengan kata lain tidak ada pengaruh yang signifikan terkait fraksi volume serat terhadap kekuatan bending komposit *polyester* berpenguat serat pohon aren (ijuk).

4.7. Persentase Perubahan

Untuk mengetahui seberapa besar perubahan yang terjadi, maka digunakan rumus persentase perubahan:

$$\text{Persentase perubahan} = \frac{(V_2 - V_1)}{V_1} \times 100\%$$

Ket:

V1 = Nilai hasil rata-rata fraksi volume 40% pada pengujian bending

V2 = Nilai hasil rata-rata fraksi volume 50% pada pengujian bending

$$\text{Persentase perubahan} = \frac{(V_2 - V_1)}{V_1} \times 100\%$$

$$\text{Persentase perubahan} = \frac{(6,806 \text{ Mpa} - 3,643 \text{ Mpa})}{3,643 \text{ Mpa}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase perubahan} = \frac{3,163 \text{ Mpa}}{3,643 \text{ Mpa}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase perubahan} = 0,8679 \times 100\%$$

$$\text{Persentase perubahan} = 86,79\%$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada hasil pengujian bending di atas didapatkan persentase peningkatan sebesar 86,49% dari fraksi volume 40% ke fraksi volume 50%.

Berdasarkan data hasil uji T (*T-test*) dan juga persentase perubahan kenaikan hasil data dapat diketahui bahwa tiga pengujian komposit di atas belum tentu membawa hasil yang signifikan. Hal tersebut terjadi karena beberapa faktor diantaranya:

1. Kondisi serat yang kurang seragam, kemudian tidak rata nya campuran resin *polyester* dan serat pohon aren (ijuk) pada cetakan.
2. Void atau gelembung udara pada pembuatan material komposit akan selalu ada, oleh karena itu sebisa mungkin mengurangi kadar void di dalam material komposit yang dibuat [9].
3. Pengaruh dari posisi dan arah serat yang tidak saling berkaitan menyebabkan material komposit mudah mengalami retak (saling mempengaruhi) [10].
4. Pada saat pembuatan komposit, antara resin *polyester* dengan serat pohon aren (ijuk) kurang terikat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Jika dilihat berdasar analisis data pengujian bending terhadap komposit berpenguat serat pohon aren (ijuk) dengan resin *polyester*, dapat diambil kesimpulan yakni, meskipun tidak ada pengaruh secara signifikan yang telah dilakukan menggunakan uji T. Akan tetapi, ada pengaruh komposit berpenguat serat pohon aren (ijuk) pada pengujian bending dengan nilai tertinggi yaitu pada fraksi volume 50% sebesar 11,261 Mpa, di sisi lain untuk kekuatan bending terendah yakni pada fraksi volume serat 40% sebesar 1,524 Mpa.

Dan dapat diketahui bahwa masing-masing kelompok sampel pengujian bending memiliki beberapa perbedaan berdasarkan dari rata-rata (*mean*), hasil pengujian bending didapatkan komposit *polyester* yang memiliki kekuatan bending paling tinggi yaitu pada fraksi volume serat 50% dengan rata-rata kekuatan bendingnya sebesar 6,806Mpa, sedangkan komposit *polyester* yang memiliki kekuatan bending paling rendah yaitu pada fraksi volume 40% dengan rata-rata kekuatan bending sebesar 3,644 Mpa.

Kemudian dari hasil perhitungan persentas perubahan yang dilakukan pada hasil pengujian bending di atas didapatkan persentase peningkatan sebesar 86,49% dari fraksi volume 40% ke fraksi volume 50%.

5.2. Saran

Dalam penelitian kali ini penulis menyadari bahwa hasil dari penelitian ini masih jauh dari keinginan pembaca yang bersifat mencapai kesempurnaan hasil dari penelitian ini. Penulis ingin menyarankan beberapa hal yang mungkin perlu di perhatikan guna proses pembuatan komposit serat aren (ijuk) dengan resin *polyester*:

- a. Ketika proses pembuatan komposit, disarankan agar penyusunan serat harus dilakukan secara merata guna setiap bagian komposit terisi serat dan menghasilkan kekuatan yang baik.
- b. Dalam proses manufaktur komposit, hindari terjadinya rongga udara (void) seminimal mungkin, karena hal tersebut mempengaruhi kekuatan bahan komposit.
- c. Proses pengadukkan serat, resin dan katalis menggunakan pengaduk manual guna tercampur sama rata.
- d. Dokumentasikan saat proses pengerjaan membuat komposit, sebelum komposit jadi (ketika masih terpisah) hingga menjadi komposit.
- e. Disarankan menggunakan alat pengaman ketika proses pembuatan bahan komposit, dikarenakan menggunakan bahan-bahan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mathew, F. L., & R. D. Rawlings. *Composit Material: Engineering and Science*. London: Chapman and Hall. 1994.
- [2] Schwartz, M. M., *Composite Material Handbook*, McGraw-Hill Book Company, 1984, New York USA.
- [3] Fahmi, H. dan H. Hermansyah. *Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik*. Jurnal Teknik Mesin. 1(1): 46-52. 2011.
- [4] Utama, F. Y. dan Zakiyya, H. 2016. Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida Fiberhybrid Terhadap Kekuatan Tarik Dan Densitas Material Dalam Aplikasi body Part mobil. *Mekanika*. 15(2):60-69.
- [5] Samlawi, A.K., Y. F. Arifin., dan P. D. Permana. *Pembuatan dan Karakterisasi Material Komposit Serat Ijuk (Arenga Pinnata) sebagai Bahan Baku Cover Body Sepeda Motor*. 2017. <http://ppjp.unlam.ac.id/> dan kusairisam@unlam.ac.id.
- [6] Bachtiar, D., S. M. Sapuan., E.S. Zainudin., A. Khalina., dan K. Z. M. Dahlan., *The Tensile Properties of Single Sugar Palm Fibre*. 9th National Symposium on Polymeric Materials.1-6. 2010.
- [7] Wahyudi, Ningsih. *Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Kersen Terhadap Kekuatan Tekuk Dan Tarik Komposit Dengan Matriks Epoxy*. 2018. Universitas Negeri Surabaya: Surabaya.
- [8] Annual Book of ASTM Standarts. 2002. D 790. Standart Test Method for Flexural Poperties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Material. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Material.
- [9] Saidah Andi, dkk. 2018. Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Jerami Padi Epoxy Dan Serat Jerami Padi Resin Yukalac 157. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*. Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta.Jakarta.
- [10] Yasa Utama, Firman. Zakiyya, Hanna. 2016. "Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida Fiber Hybrid Terhadap Kekuatan Tarik dan Densitas Material Dalam Aplikasi Bodypart mobil". *Jurnal Penelitian*. Vol.15 (2).