

ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN BENDING DARI KOMPOSIT SERAT PELEPAH PISANG MENGGUNAKAN METODE HAND LAY UP DENGAN VARIASI PERBANDINGAN BERAT

¹Ivanda Zakaria Reynaldi, ²Sehono, ³Ikbal Rizki Putra

Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

Abstrak

Komposit adalah penggabungan dari 2 macam material berbeda yaitu matriks dan penguat/serat. Keunggulan komposit salah satunya adalah memiliki sifat tahan terhadap korosi dan biaya pembuatan komposit bisa dikatakan lebih murah dibandingkan dengan pembuatan material lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekuatan pengujian tarik dan bending dari komposit serat pelepah pisang dengan variasi perbandingan berat serat yaitu 30%, 50%, 70%. Penelitian ini dilakukan menggunakan penguat/serat pelepah pisang dengan arah serat lurus/continuous dan menggunakan 3 lapisan serat, matriks yang digunakan adalah resin polyester. Spesimen komposit yang dibuat mengacu pada ASTM D638-I untuk pengujian tarik dan ASTM D790 untuk pengujian Bending. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap variasi penelitian. Hasil penelitian pada pengujian tarik menunjukkan bahwa komposit serat pelepah pisang dengan variasi volume serat 70% memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik paling tinggi terhadap variasi volume serat lainnya, yaitu sebesar 25,10 MPa. Terjadi kenaikan kekuatan tarik pada setiap penambahan variasi volume serat, sedangkan untuk hasil pengujian bending menunjukkan bahwa variasi volume serat 30% memiliki nilai kekuatan bending paling tinggi yaitu sebesar 43,75 MPa. Seiring bertambahnya variasi volume serat kekuatan bending juga ikut menurun.

Kata kunci: Variasi volume serat, Pengujian Tarik, Pengujian Bending.

Abstract


Composite is a combination of 2 different materials, namely matrix and reinforcement/fiber. One of the advantages of composites is that they are resistant to corrosion and the cost of making composites can be said to be cheaper than the manufacture of other materials. The purpose of this study was to determine the value of the tensile and flexural strength of the banana midrib fiber composite with variations in the ratio of fiber weight, namely 30%, 50%, 70%. This research was conducted using reinforcement/banana midrib fiber with a straight/continuous fiber direction and using 3 layers of fiber; the matrix used was polyester resin. Composite specimens were made referring to ASTM D638-I for tensile testing and ASTM D790 for flexural tests. The test was carried out 3 times for each variation of the study. The results of the research on tensile testing showed that the banana midrib fiber composite with a fiber volume variation of 70% had the highest average tensile strength value against other fiber volume variations, which was 25.10 MPa. There was an increase in tensile strength with each addition of fiber volume variation, while the flexural test results showed that the 30% fiber volume variation had the highest flexural strength value of 43.75 MPa. As the volume variation of the fiber increases, the flexural strength also decreases.

Keywords: Variation of fiber volume, Tensile Testing, Flexural Testing.

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki berbagai sumber daya alam yang seharusnya dimanfaatkan secara optimal untuk kepentingan masyarakat. Sebagai contoh sumber daya alam tersebut adalah pelepah pohon pisang. Ketersediaan pelepah pohon pisang di alam sangatlah melimpah, akan tetapi pemanfaatannya dalam bidang Teknik masih sangatlah kurang. Pelepah pohon pisang adalah salah satu serat alami yang ada di Indonesia. Seiring berkembangnya zaman, komposit dengan serat alami memiliki potensi untuk menjadi alternatif pengganti dari serat karbon. Pada saat ini pengembangan mengenai komposit dalam menemukan material baru banyak dilakukan, termasuk menggunakan serat alam sebagai penguat komposit. Serat alam dapat dijadikan sebagai material baru yang berperan sebagai material pengganti. Pada sekarang ini komposit menjadi alternatif sebagai pengganti material besi dan plastic. Komposit yang banyak dijumpai adalah komposit berpenguat

¹Email Address: 180302103@students.sttkd.ac.id
Received 12 Juni 2022, Available Online 30 Juli 2022

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.600>

serat karbon. Akan tetapi mahalnnya harga dari serat karbon menjadikan serat alam sebagai alternatifnya. Maka dari itu digunakanlah serat pelepah pisang untuk penelitian ini, dikarenakan harga yang lebih murah dan ketersediaannya di alam masih sangat banyak. Namun perlu diketahui nilai kekuatan tarik dan bendingnya sebagai perbandingan dengan serat karbon, yang nantinya serat pelepah pisang ini layak digunakan sebagai alternatif serat karbon atau tidak.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil kekuatan mekanik dari tiga lapisan serat yang digunakan pada spesimen komposit terhadap uji tarik dan uji bending. Mengetahui pengaruh variasi volume berat serat terhadap uji tarik dan uji bending.

Tinjauan Pustaka

Menurut penelitian asroni (2018) Komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, sebagai akibatnya didapatkan material yg mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Bahan komposit mempunyai banyak keunggulan diantaranya: berat jenisnya, kuat, tahan korosi, dan memiliki biaya pembuatan yang lebih murah.

Djoko Hari P, et.al (2020) melakukan penelitian yang berjudul “ Karakteristik kekuatan tarik dan morfologi biokomposit pelepah pisang raksasa”. Dalam penelitian tersebut ditemukan hasil penambahan fraksi massa serat pada komposit serat pelepah pisang raksasa dapat meningkatkan nilai *tensile strength*. Nilai *tensile strength* tertinggi terdapat pada fraksi massa 50% sebesar 3,85 kgf/mm².

Landasan Teori

Landasan teori digunakan sebagai acuan atau referensi peneliti dengan merujuk pada penelitian terdahulu dan literatur yang berkaitan dengan judul yang diambil dalam melakukan penelitian ini :

Komposit

Komposit adalah campuran dari dua atau lebih campuran material yang terdiri dari filler dan matriks. Tujuan dibuatnya komposit adalah untuk mendapatkan material dengan karakteristik yang belum ada diantara material yang sudah ada. Sebuah material komposit adalah suatu system material yang disusun oleh campuran atau kombinasi dari dua atau lebih penyusun utama yang berbeda dalam bentuk dan atau komposisi materialnya dan karenanya secara essensial tidak saling melarut satu sama lain (Schawrtz, 1984).

Serat/Penguat

Penggunaan serat pada komposit memiliki tujuan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi. Menurut penelitian Waghmare, et.al. (2017), serat pisang memiliki sifat tarik dan lentur yang jauh lebih kuat dari pada serat yang lain, serat pisang memiliki karakteristik yang berbeda, yaitu tahan api dan air, tahan asam dan alkali, kurang abrasif, lebih murah, dapat terurai secara hayati, terbarukan, ramah lingkungan.

Tabel 1. Mechanical properties serat pelepah pisang

Property	Nilai	Unit
Selulosa	60 sampai 65	%
Hemiselulosa	5 sampai 19	%
Lignin	5 sampai 10	%
Pectin	2 sampai 3	%
Kekuatan Tarik	54	Mpa
Perpanjangan	4 sampai 6	%
Modulus Young	3,48	Mpa

Sumber : Waghmare, et.al. (2017)

Matriks

Matriks merupakan fasa pada komposit yang memiliki bagian atau fraksi volume terbesar atau paling dominan. Penggunaannya menjadi bahan pengikat partikel-partikel atau media yang digunakan untuk mempertahankan partikel tersebut supaya selalu berada pada tempatnya baik polimer, logam, dan keramik. Menurut penelitian (Schwartz, 1984), Resin adalah istilah umum yang digunakan untuk menunjuk polimer, bahan *prekursor polimer* dan campuran atau formulasi dengan berbagai zat aditif atau komponen kimiawi reaktif. Resin *polyester* merupakan jenis resin termoset. Resin *polyester* mempunyai kegunaan yang luas dalam industri kimia teknik yaitu sebagai bahan perekat, cat pelapis, dan benda-benda cetakan. Selain itu mempunyai kekuatan yang tinggi, resin *polyester* juga mempunyai ketahanan kimia yang baik, mempunyai daya tahan terhadap dampak, tahan terhadap cuaca, transparan dan efek permukaan yang baik.

Tabel 2. Mechanical properties resin polyester

Property	Nilai	Unit
Viscosity at 25	250-350	°C
Density	1,09	Gram/cm ³
Heat Distortion Temperature (HDT)	54	°C
Modulus of elasticity	3,3	Gpa
Flexural strength	45	Mpa
Tensile Strenght	40	Mpa
Maximum elongation	1	%

Sumber : Joao Reis, (2012)

Pengujian Tarik

Uji tarik adalah pengujian yang digunakan untuk mendapatkan suatu gambaran kekuatan material dari sifat material tersebut, dimana pengujian tarik bisa dilakukan dengan menambahkan beban secara perlahan di ujung batang sehingga berakibat adanya pertambahan panjang material hingga putus. Semua susunan material bisa diketahui dengan jelas, sehingga dapat menentukan material tersebut. *Stress* adalah beban dibagi dengan luas penampang sedangkan *strain* adalah pertambahan pertambahan panjang dibagi panjang awal beban. Tegangan – Regangan (stress – strain diagram) disebut juga diagram $\sigma - \varepsilon$, pada saat batang uji menerima beban sebesar P (kg) atau F (N) maka batang uji akan bertambah sebesar ΔL (mm).

Pada saat itu pada batang uji bekerja tegangan yaitu besarnya :

$$\sigma = \frac{F/P_{max}}{A_0} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana σ = tegangan (kg/mm²), atau (N/mm²)
 P = beban tarik (kg), atau F = gaya tarik (N)
 A₀ = luas penampang mula – mula (mm²)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{(L - L_0)}{(L - L_0)} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana ε = regangan (%)
 L₀ = panjang “batang uji” mula – mula (mm)
 L = panjang “batang uji” saat menerima beban (mm)

Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui kekuatan bending terbesar yang dapat diterima oleh material komposit. Akibat Pengujian bending, bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari pada kekuatan tariknya. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, spesimen tersebut akan patah, hal tersebut mengakibatkan kegagalan pada pengujian komposit. Pada perhitungan kekuatan bending ini, digunakan persamaan yang ada pada standar ASTM D790, berikut adalah rumus perhitungannya :

$$\sigma_L = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana σ_L = Tegangan Bending (Mpa)
 P = Beban / Load (N)
 L = Panjang Span / Support span (mm)
 b = Lebar/ Width (mm)
 d = Tebal / Depth (mm)

$$\varepsilon_L = \frac{6 \cdot D \cdot d}{L^2} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana ε_L = Regangan Bending
 D = Defleksi
 L = Panjang Span / Support span (mm)
 d = Tebal / Depth (mm)

Metode Penelitian

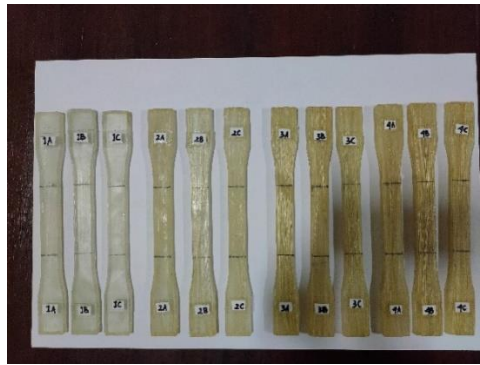
Metode pengumpulan data yang dipakai adalah eksperimen, yaitu melakukan serangkaian pengujian pada objek yang diteliti untuk mendapatkan data yang diperlukan sebagai bahan perhitungan.

Alat dan Bahan Penelitian

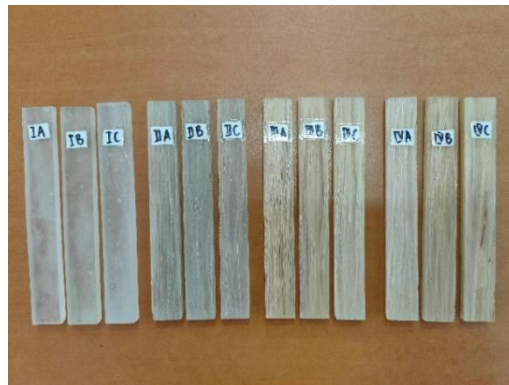
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan digital, mesin uji tarik, mesin uji bending, baskom, cetakan untuk pembuatan spesimen. Sedangkan untuk bahan yang digunakan adalah resin *polyester*, serat yang diambil dari pelepah pohon pisang, katalis, larutan alkali (NaOH 5%), wax (malam).

Pembuatan Spesimen Komposit

Cetakan dibuat menggunakan akrilik dengan tebal 2 mm. Kemudian melapisi permukaan dan dinding cetakan dengan menggunakan wax supaya resin tidak lengket dengan cetakan. Penataan serat secara *continuous*, kemudian serat disusun menjadi 3 lapisan. Selanjutnya dilakukan pencampuran resin dan katalis dengan perbandingan 1% katalis per berat resin. Aduk campuran resin dan katalis selama kurang lebih 3 menit agar resin dan katalis tercampur dengan merata. Tuangkan adonan resin dan katalis yang sudah diaduk kedalam cetakan yang sudah ditata serat sesuai dengan variasi. Pengeringan komposit dilakukan selama kurang lebih 24 jam. Ratakan menggunakan kuas atau dengan menggunakan potongan akrilik untuk meminimalisir adanya void atau gelembung udara yang memengaruhi kekuatan dari spesimen komposit tersebut. Kemudian setelah kering komposit dikeluarkan dari cetakan. Selanjutnya dilakukan pengamplasan material hingga halus dan sesuai dengan ukuran uji ASTM sebelum dilakukan pengujian Tarik dan Bending.

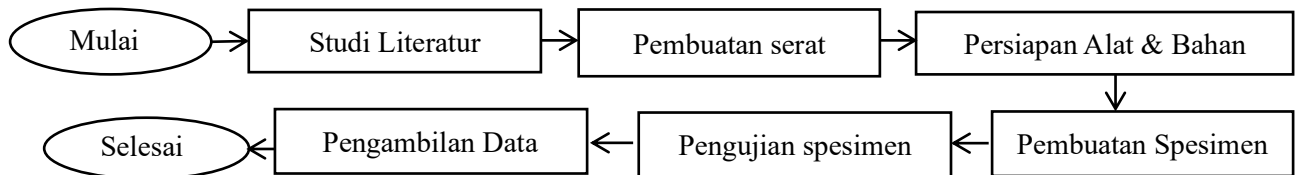


Gambar 1. Spesimen komposit uji tarik



Gambar 2. Spesimen komposit uji Bending

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir

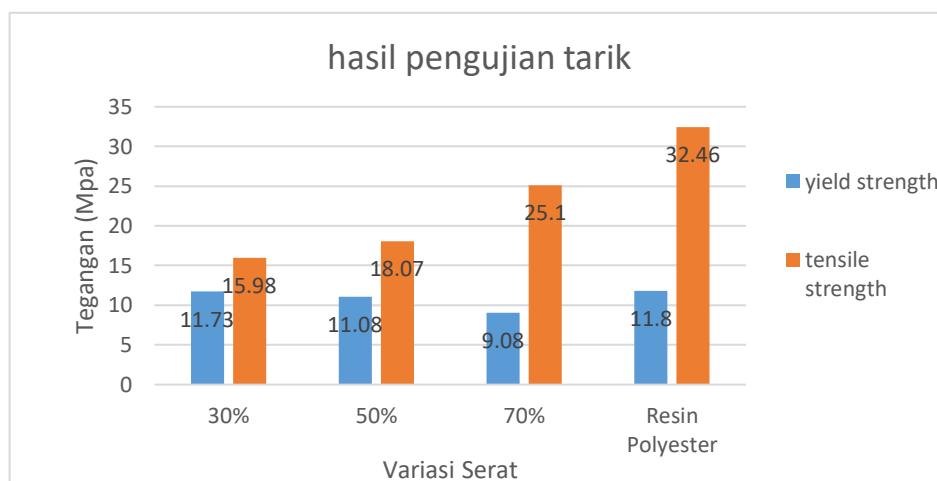
Hasil dan Pembahasan

Pengujian Tarik

Tabel 3. Data hasil pengujian Tarik

Variasi		L (mm)	W (mm)	T (mm)	Pengujian Tarik		
					Yield Strength (Mpa)	Tensile Strength (Mpa)	Elongation
Resin Polyester	IA	162.87	12.8	6.13	10.19928	15.6912	0.06
	IB	165.05	12.71	5.96	11.37612	45.70062	0.55
	IC	162.90	12.7	6.27	13.82787	35.99169	0.03
	Rata – rata	163.60	12.73	6.12	11.80	32.46	0.21
Serat 30%	IIA	164.67	12.92	5.86	11.17998	11.86647	0.17
	IIB	164.83	12.79	6.3	10.39542	19.614	0.08
	IIC	164.94	12.66	5.9	13.63173	16.47576	0.44
	Rata – rata	164.81	12.79	6.02	11.73	15.98	0.23
Serat 50%	III						
	A	164.64	12.82	6.16	10.7877	18.82944	0.19

Variasi	Pengujian Tarik					
	L (mm)	W (mm)	T (mm)	Yield Strength (Mpa)	Tensile Strength (Mpa)	Elongation
III						
B	164.71	12.69	6.33	11.7684	19.22172	0.16
III						
C	164.99	12.88	6.11	10.68963	16.18155	0.03
Rata – rata	164.78	12.79	6.2	11.08	18.07	0.12
IV						
A	164.92	12.93	6.68	8.8263	24.90978	0.47
Serat 70%						
IV						
B	164.95	12.85	6.51	6.66876	20.88891	0.27
IV						
C	165	12.99	6.68	11.7684	29.51907	0.27
Rata – rata	164.95	12.92	6.62	9.08	25.10	0.33



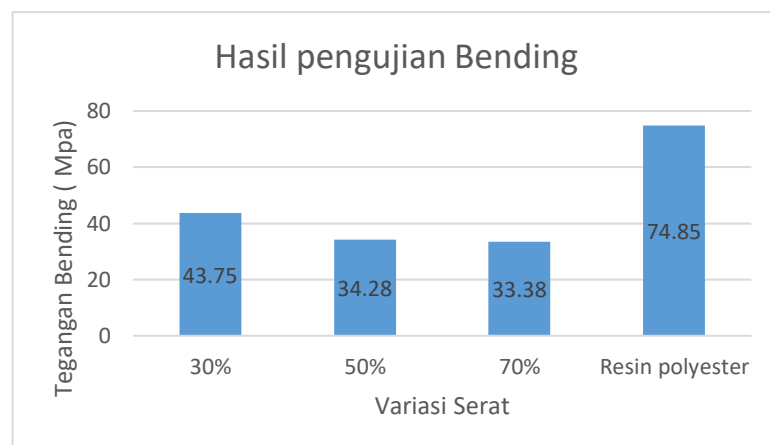
Gambar 4. Grafik batang yield strength dan tensile strength

Berdasarkan data hasil pengujian tarik yang sudah dibuat grafik batang pada gambar 4 dapat diketahui nilai rata – rata *yield strength* dan *tensile strength* dari spesimen komposit serat pelepah pisang. Gambar menunjukkan nilai rata - rata *yield strength* dan *tensile strength* yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa nilai tertinggi rata – rata *yield strength* terdapat pada variasi serat 30% dengan nilai 11,73 Mpa, sedangkan untuk nilai rata -rata terendah terdapat pada variasi serat 70% dengan nilai 9,08 Mpa. Pada spesimen komposit nilai *yield strength* semakin menurun pada setiap penambahan jumlah variasi serat. Nilai rata – rata *tensile strength* tertinggi terdapat pada variasi serat 70% dengan nilai 25,10 Mpa dan nilai rata – rata terendah terdapat pada variasi serat 30% dengan nilai 15,98 Mpa. Digunakan variasi spesimen komposit 0% atau resin *polyester* murni tanpa campuran serat adalah untuk mengetahui berapa nilai *yield* dan *tensile strength* nya dan sebagai untuk pembandingan nilai dari variasi yang sudah dibuat. Terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik spesimen komposit seiring dengan pertambahan variasi serat yaitu semakin tinggi variasi serat maka nilai *tensile strength* juga ikut meningkat. Dari hasil diatas menunjukkan jika serat semakin banyak maka kekuatan tariknya semakin naik. Semakin meningkatnya kekuatan tarik ini dikarenakan kontribusi serat sebagai penahan beban juga bekerja dengan baik. Hal ini tentu saja didukung oleh adanya ikatan yang baik antara serat dan matrik. Pada saat pembebanan berlangsung, beban terdistribusi secara merata pada seluruh permukaan serat sehingga setiap serat menanggung beban yang sama. Dapat ditunjukkan pada gambar 4 jika nilai rata – rata tegangan tarik meningkat mencapai nilai rata rata tertinggi yaitu pada variasi volume serat 70%.

Pengujian Bending

Tabel 4. Data hasil pengujian Bending

Variasi	Pengujian Bending					
	L (mm)	W (mm)	T (mm)	Tegangan (Mpa)	Regangan	
Resin Polyester	IA	120	15	7	76.17	0.03
	IB	120	15	7	58.28	0.02
	IC	120	15	7	90.12	0.04
Rata – rata				74.85	0.03	
Serat 30%	IIA	120	15	7	60.24	0.02
	IIB	120	15	7	33.55	0.01
	IIC	120	15	7	37.46	0.01
Rata – rata				43.75	0.02	
Serat 50%	IIIA	120	15	7	41.63	0.01
	IIIB	120	15	7	31.83	0.01
	IIIC	120	15	7	29.38	0.01
Rata – rata				34.28	0.01	
Serat 70%	IIVA	120	15	7	28.16	0.01
	IIVB	120	15	7	32.81	0.01
	IIVC	120	15	7	39.18	0.01
Rata – rata				33.38	0.01	



Gambar 5. Grafik batang *Tegangan Bending*

Pada gambar 5 tegangan bending terlihat bahwa spesimen komposit yang memiliki nilai rata - rata tegangan bending paling tinggi terdapat pada variasi serat 30% yaitu sebesar 43,75 Mpa. Pada spesimen komposit dengan variasi serat 50% memiliki nilai rata – rata tegangan bending sebesar 34,28 Mpa, sedangkan pada variasi serat 70% memiliki nilai rata – rata paling rendah yaitu sebesar 33,38 Mpa. Digunakan variasi spesimen komposit 0% atau resin polyester murni tanpa campuran serat adalah untuk mengetahui berapa tegangan bendingnya, dan sebagai untuk pembandingan nilai dengan variasi yang sudah dibuat. Pada hal ini terlihat terjadi penurunan tegangan bending pada setiap variasi serat yang dipakai. Semakin banyak serat yang digunakan dapat menyebabkan penurunan nilai rata – rata tegangan bending. Penurunan kekuatan bending disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut :

- Kurang seragamnya kondisi serat dan tidak rata nya campuran resin *Polyester* dengan serat pelepah pisang
- Kurangnya matriks dalam mengikat serat, sehingga beban yang dikenakan pada matriks tidak terjadi transfer dengan baik pada serat yang akhirnya membuat bahan spesimen komposit tersebut

menjadi kurang kuat terhadap nilai pembebanan yang digunakan.

Penurunan kekuatan komposit juga dikarenakan oleh adanya void/gelembung lubang pada komposit yang menyebabkan kerusakan yang lebih dahulu sebelum terjadi pengujian.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi serat yang digunakan maka semakin tinggi pula kekuatan tarik yang dihasilkan. kekuatan tarik tertinggi pada variasi serat 70% yang memiliki nilai rata – rata yaitu sebesar 25,10 Mpa dan nilai rata – rata terendah pada variasi serat 30% yaitu sebesar 15,98 Mpa. Dari hasil pengujian bending menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi serat yang digunakan maka semakin rendah kekuatan bending yang dihasilkan. Kekuatan bending tertinggi pada variasi serat 30% yang memiliki rata – rata nilai yaitu sebesar 43,75 Mpa dan nilai rata – rata terendah pada variasi serat 70% yaitu sebesar 33,38 Mpa.

Daftar Pustaka

- ASTM D638 – 14, *Standart Test Methods for Tensile Peoperties of Plastics, American Association State Highway and Transportation Official Standart.*
- ASTM D638 – 14, *Standart Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, American Association State Highway and Transportation Official Standart.*
- Asroni, A., & Dri Handono, S. (2018). Kaji Eksperimen Variasi Jenis Serat Batang Pisang Untuk Bahan Komposit Terhadap Kekuatan Mekanik. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 7(2), 214 – 222.
- Djoko Hari Praswanto, Soeparno Djiwo, Eko Yohanes Setyawan. (2020). Karakteristik Kekuatan Tarik Dan Morfologi Biokomposit Pelepah Pisang Raksasa. *Jurnal Flywheel*,, 18-22.
- Gibson, R. F. (1994). *Principle Of Composite Material Mechanic*. Mc Graw Hill International Book Company, New York.
- Joao Marciano, L. R. (2012). *Effect of Temperature on the Mechanical Properties of Polyer Mortars*. *Journal Material Research*. 15(4): 645-649.
- Lukassen D, Meidell A., (2007). *Advanced material and Structures and their Fabrication Processes*.
- Munandar, I. 2013. Kekuatan Tarik Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr). (online).
- Pratik, M. Waghmare., P.G., Bedmutha., S.B., Sollapur. (2017). *Review on Mechanical Properties of Banana Fiber Biocomposite, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technolgy (IJRASET)*. ISSN: 2321-9653;IC Value:45.98;SJ Impact Factor:6.887.
- Schawrtz, M.H., 1984, *Composite Material Hand Book*, MC Graw Hill, New York.
- Setyawan E.S., Djiwo, S., Praswanto, D.H., Siagian, P. (2020). *Effect of cocopeat and brass powder composition as a filler on wear resistance properties*. *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering* 752 (1).
- Wani, R.S., and Shitole, R.R., (2017). *Tensile Testing of Bamboo Fiber Reinforced Epoxy Composite*. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*. E- ISSN: 2278-1684, p- ISSN:2320-334X, PP.07-11.