



ANALISIS SIFAT MEKANIS KOMPOSIT *POLYESTER* SISAL MENGGUNAKAN METODE ANOVA

Oleh

Adryan Fitrayudha¹⁾, Jauhar Fajrin²⁾ & Buan Anshari³⁾

^{1,2,3}Magister Teknik Sipil Universitas Mataram

Email: ¹adryanfitra1971@gmail.com, ²Jauhar.fajrin@unram.ac.id & ³buan.anshari@unram.ac.id

Abstrak

Salah satu tantangan besar yang tengah dihadapi industri perkuatan struktur adalah isu *green building materials*. Penggunaan material dengan konsep ramah lingkungan menjadi fokus yang harus diperhatikan guna kelestarian alam dan lingkungan. Pada umumnya material utama yang digunakan dalam rekayasa perkuatan struktur masih terfokus pada penggunaan baja dan serat sintetis, yang mana merupakan material tidak ramah lingkungan dan tidak dapat diperbaharui. Komposit merupakan material yang sangat menjanjikan sebagai bahan alternatif pengganti baja dalam rekayasa perkuatan struktur. Rekayasa terhadap komposit yang ramah lingkungan dapat dilakukan dengan teknologi komposit berpenguat serat alam. Serat alam merupakan alternatif *filler* komposit untuk berbagai komposit polimer karena keunggulannya dibanding serat sintetis. Diantara berbagai jenis serat alam, sisal merupakan salah satu tanaman yang paling banyak digunakan. Serat sisal merupakan penguat yang menjanjikan untuk digunakan sebagai komposit karena harganya yang murah, densitasnya rendah, kekuatan spesifik dengan modulusnya tinggi, serta tersedia melimpah dan merupakan bahan alam terbarukan. Penelitian ini membahas tentang analisis sifat mekanis komposit *polyester* dengan perkuatan serat sisal alam asli Indonesia, tepatnya tanaman sisal yang dibudidayakan di Desa Tua Nanga, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sampel pengujian tarik dan lentur dibuat sesuai standar ASTM D-638 dan ASTM D-790 dengan masing-masing variasi terdiri dari fraksi volume serat (VF) 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan variasi orientasi arah serat (OS) 0° (sejajar serat), *chopped* (serat pendek acak), 45°, 0°-90° (tegak-lurus), dan 45°-135° (diagonal). Pembuatan komposit dilakukan dengan teknik *hand lay-up* menggunakan cetakan kaca dengan proses *curing* selama 24 jam. Sampel yang telah kering sempurna kemudian dipotong sesuai ukuran standar untuk dilakukan pengujian kekuatan mekanis. Hasil pengujian mekanis komposit selanjutnya dianalisis menggunakan metode anova dengan bantuan *software* Minitab 18. Hasil eksperimen menunjukkan variasi fraksi volume dan orientasi arah serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanis komposit *polyester*. Kekuatan mekanis komposit meningkat secara signifikan seiring penambahan fraksi volume dari 0% hingga 40% serat. Komposit berfraksi volume 40% dengan arah serat sejajar menghasilkan kuat tarik dan lentur tertinggi, yaitu masing-masing sebesar 41,110 MPa dan 176,590 MPa. Sedangkan komposit dengan kekuatan mekanis terendah terjadi pada fraksi volume 0% dengan arah serat *chopped*. Hasil kesimpulan berdasarkan analisis statistik *one-way* anova menggunakan minitab 18 menunjukkan *P-value* untuk masing-masing variasi perlakuan (fraksi volume dan arah serat) terhadap kekuatan mekanis komposit memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan taraf signifikansi ($P\text{-value} < \alpha = 0,05$), sehingga H_0 ditolak atau dengan kata lain variasi fraksi volume dan orientasi arah serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan mekanis komposit *polyester* serat sisal

Kata Kunci: Sifat Mekanis, Komposit, Serat Sisal, Fraksi Volume & Arah Serat

PENDAHUALUAN

Salah tantangan terbesar dalam dunia rekayasa sipil adalah menghasilkan inovasi baru

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>

Open Journal Systems

dalam memenuhi tuntutan perkembangan zaman yang semakin modern. Berbagai macam teknologi telah dikembangkan oleh para peneliti

Vol.14 No.7 Februari 2020



guna menjawab tantangan-tantangan yang muncul dalam dunia rekayasa sipil. Pada zaman komputerisasi seperti sekarang ini, teknologi yang cukup serius dikembangkan oleh berbagai negara adalah teknologi hijau atau teknologi ramah lingkungan. Salah satu contoh dari teknologi hijau adalah komposit yang mengombinasikan antara bahan sintetis dengan bahan alami sebagai material penyusunnya, baik itu variasi matriks sintetis sebagai bahan pengikat maupun serat alam sebagai bahan penguatnya. Material komposit berpenguat serat alam merupakan material alternatif yang cukup menguntungkan dibandingkan dengan material serat sintetis. Beberapa keunggulan serat alam sebagai bahan komposit adalah harga yang murah, mudah diperoleh, ringan, memiliki sifat mekanis yang kuat, tahan korosi dan ramah lingkungan.

Salah satu jenis serat alam yang memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam dunia rekayasa sipil adalah serat sisal. Serat sisal diperoleh dari hasil ekstraksi daun tanaman sisal (*Agave Sisalana Perrine*) yang memiliki kekuatan serat cukup baik. Secara umum kekuatan dan kekakuan serat tanaman sisal sangat dipengaruhi oleh kandungan selulosa antar serat serta asal dan umur tanamannya (Chandramohan et al, 1986). Saat ini pemanfaatan utama sisal masih terbatas pada bidang industri kerajinan dan pertanian saja. Aplikasi serat sisal antara lain sebagai bahan baku benang, tali, kertas, tekstil, dan pelapis kerajinan. Pemanfaatan serat sisal dalam rekayasa sipil masih sangat terbatas, yaitu sebagai komponen non struktural seperti pelapis pintu, pelapis kusen, serta bahan pengganti serat asbestos pada material atap. Berdasarkan uraian di atas, sudah sepatutnya serat sisal dikembangkan sesuai konsep teknologi hijau agar dapat diaplikasikan pada elemen-elemen struktural dengan pembuatan material komposit *polyester* berpenguat serat sisal.

Potensi penggunaan serat sisal dalam teknologi komposit telah dilakukan oleh Fajrin (2016) terkait karakteristik komposit epoxy dengan perkuatan serat sisal asli Indonesia, khususnya yang tumbuh di Pulau Lombok. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa komposit epoxy sisal dengan orientasi arah serat sejajar memiliki kuat tarik, kuat lentur, kuat geser dan kuat tekan yang lebih baik dibandingkan komposit epoxy sisal dengan orientasi arah serat acak. Penelitian selanjutnya terkait pemanfaatan serat sisal sebagai bahan perkuatan komposit dilakukan oleh Surata (2016) yang melakukan pengujian sifat mekanis komposit epoxy sisal orientasi arah serat acak menggunakan metode *hand lay-up* dengan variasi fraksi volume serat 15%, 20%, dan 25%. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan tarik dan modulus elastisitas komposit meningkat seiring peningkatan fraksi volume serat, dimana hasil optimum terjadi pada fraksi volume serat 25%. Fahmi dan Hermansyah (2011) melakukan penelitian terkait kuat tarik komposit *polyester* serat daun nanas dengan variasi orientasi arah serat 0°, 45°, dan 90°. Hasil menunjukkan kekuatan tarik komposit orientasi arah 45° menghasilkan kekuatan tarik terbesar dibandingkan orientasi arah sejajar maupun tegak lurus. Selanjutnya Putri (2016) melakukan penelitian terkait pengaruh variasi fraksi volume serat sisal-epoxy dan arah serat terhadap karakteristik tarik komposit. Spesimen uji tarik dibuat dengan variasi arah serat sisal *chopped*, *continue*, dan *woven* kemudian masing-masing struktur divariasikan dengan fraksi volume serat sisal 40%, 50%, 60%. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu orientasi arah serat *continue* menghasilkan nilai tegangan tarik tertinggi, kemudian orientasi *woven* dan yang terendah yaitu orientasi *chopped*.

Berdasarkan referensi dari penelitian-penelitian terdahulu masih ditemukan adanya kekurangan dalam analisis yang hanya menggunakan metode berbasis standar sehingga kesimpulan yang diperoleh hanya berdasarkan statistik deskriptif tanpa pengujian hipotesis statistik inferensial. Maka dari itu penulis akan melakukan penelitian terhadap pengaruh variasi fraksi volume serat dan orientasi arah serat terhadap kekuatan mekanis yang optimal pada komposit *polyester* sisal lokal Sumbawa menggunakan metode *analysis of variance* (ANOVA) guna menghasilkan kesimpulan yang

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>



lebih akurat dengan membandingkan setiap variasi perlakuan dengan faktor pengujian mekanis pada masing-masing sampel yang diuji. Penelitian akan melibatkan kajian-kajian statistik teoritis dan juga menggunakan software statistik yakni, Minitab 18.

Metode Analysis Of Variance (Anova)

Statistika merupakan suatu ilmu yang terdiri dari teori dan metode yang merupakan cabang dari matematika terapan dan membicarakan tentang bagaimana mengumpulkan data, bagaimana meringkas data, mengolah dan menyajikan data, bagaimana menarik kesimpulan dari hasil analisis, serta bagaimana menentukan keputusan dalam batas-batas resiko tertentu berdasarkan strategi yang ada. Metode statistika yang banyak digunakan dalam menganalisis suatu hasil penelitian maupun observasi adalah metode *analysis of variance* (anova). Salah satu jenis dari analisis anova yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah analisis anova satu arah atau juga sering disebut dengan *one-way ANOVA*.

Metode *one-way* anova adalah sebuah alat yang digunakan untuk menguji secara serentak apakah suatu populasi mempunyai nilai rata-rata yang sama. Berbeda halnya dengan perhitungan secara manual yang membandingkan F-hitung dengan F-tabel, dalam analisis *one-way* anova menggunakan *software* minitab hanya perlu melihat besarnya nilai *P-value* hasil dari output programnya. Kesimpulan atas hipotesis yang digunakan dalam analisis *one-way* anova menggunakan *software* minitab 18, diformulasikan seperti persamaan (1)-(2).

Menolak H_0 (menerima H_1) apabila nilai *P-value* < Taraf signifikansi α (1)

Menolak H_1 (menerima H_0) apabila nilai *P-value* > Taraf signifikansi α (2)

dimana :

H_0 : Variabel fraksi volume dan orientasi arah serat tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik dan lentur komposit *polyester*.

H_1 : Variabel fraksi volume dan orientasi arah serat berpengaruh signifikan terhadap

kekuatan tarik dan lentur komposit *polyester*.

α : Taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$)

Penolakan H_0 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata kelompok variabel pengujian, sehingga kesimpulan yang digunakan adalah berdasarkan hipotesa H_1 .

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model eksperimen murni dengan dua buah variabel yang masing-masing akan dilakukan uji hipotesis secara matematis dengan analisis statistik *one-way* anova. Variabel bebas pada penelitian ini terdiri dari fraksi volume dan orientasi arah serat. Pada benda uji dengan variabel fraksi volume terdiri dari lima variasi perlakuan, yaitu VF 0%, VF 10%, VF 20%, VF 30% dan VF 40%. Sedangkan pada benda uji dengan variabel orientasi arah serat terdiri dari serat arah 0° (sejajar), 45° , *chopped*, 0° - 90° (tegak lurus), dan 45° - 135° (diagonal). Variabel terikat terdiri dari dua buah parameter pengujian sifat mekanis yaitu uji tarik dan uji lentur. Jumlah benda uji yang digunakan untuk masing-masing variabel pengujian mekanis terdiri dari lima buah spesimen. Hasil pengujian kekuatan mekanis selanjutnya akan dianalisis menggunakan statistik *one-way* anova dengan bantuan *software* minitab 18 untuk mengetahui sejauh mana signifikansi pengaruh dari variabel fraksi volume dan orientasi arah serat terhadap kekuatan mekanis komposit *polyester* serat sisal. Secara umum model rancangan pengujian komposit *polyester* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tahap awal penelitian dimulai dengan pembuatan sampel komposit dengan variasi fraksi volume serat 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% menggunakan orientasi arah sejajar serat. Pembuatan sampel mengacu pada standar ASTM D-638 untuk uji tarik dan ASTM D-790 untuk uji lentur. Setelah sampel selesai dibentuk sesuai ukuran standar, selanjutnya dilakukan pengujian mekanis berdasarkan model pada Tabel 1. Sampel dengan nilai rata-rata optimum selanjutnya akan digunakan sebagai komposisi



campuran dalam pembuatan sampel variasi orientasi arah serat, seperti yang disajikan pada Tabel 2. Tahap selanjutnya adalah melakukan analisa data hasil pengujian sifat mekanis menggunakan statistik *one-way* anova dengan bantuan *software* minitab 18. Seluruh proses eksperimen dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Mataram dan Laboratorium Fisika Analitik Fakultas MIPA Universitas Mataram.

Tabel 1. Model rancangan pengujian variabel fraksi volume serat

Kode Variasi Sampel	Uji Tarik (MPa)		Uji Lentur (MPa)	
	Fraksi Volume Serat (%)	Jumlah Sampel	Fraksi Volume Serat (%)	Jumlah Sampel
VF 0%	0	5	0	5
VF 10%	10	5	10	5
VF 20%	20	5	20	5
VF 30%	30	5	30	5
VF 40%	40	5	40	5

Tabel 2. Model rancangan pengujian variabel orientasi arah serat

Kode Variasi Sampel	Uji Tarik (MPa)		Uji Lentur (MPa)	
	Orientasi Arah Serat	Jumlah Sampel	Orientasi Arah Serat	Jumlah Sampel
OS 0°	0°	5	0°	5
OS 45°	45°	5	45°	5
OS <i>Chopped</i>	<i>Chopped</i>	5	<i>Chopped</i>	5
OS 0°-90°	0°-90°	5	0°-90°	5
OS 45°-135°	45°-135°	5	45°-135°	5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Vraksi Volume Terhadap Sifat mekanis

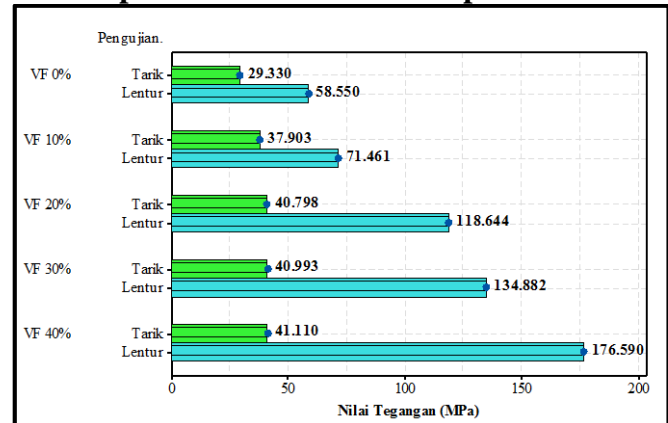
Tabel.3 menunjukkan hasil pengujian mekanis kmposit dengan variabel fraksi volume serat.

Tabel 3. Hasil pengujian mekanis komposit dengan variabel fraksi volume serat

Variabel	Sampel Uji Tarik (MPa)					Rerata (MPa)
	1	2	3	4	5	
VF 0%	22,532	33,754	19,922	37,843	32,600	29,330
VF 10%	36,613	32,694	37,705	42,008	40,494	37,903
VF 20%	46,238	36,094	39,092	36,931	45,633	40,798
VF 30%	43,544	41,032	42,284	39,579	38,527	40,993
VF 40%	37,384	34,646	48,968	45,514	39,039	41,110
Variabel	Sampel Uji Lentur (MPa)					Rerata (MPa)
	1	2	3	4	5	
VF 0%	66,968	97,818	47,802	43,054	37,107	58,550
VF 10%	85,029	59,219	79,678	89,068	44,311	71,461
VF 20%	111,150	63,858	102,78	120,89	194,54	118,644
VF 30%	113,680	130,950	141,880	149,610	138,290	134,882
VF 40%	201,630	167,530	158,520	178,530	176,740	176,590

Secara umum kekuatan mekanis komposit mengalami peningkatan secara konstan seiring penambahan fraksi volume serat dari 0% hingga 40%. Deskripsi terkait peningkatan kekuatan mekanis dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Hubungan fraksi volume serat terhadap kekuatan mekanis komposit



Peningkatan kekuatan mekanis terjadi pada VF 10%, yaitu sebesar 29,228% dan 22,052% untuk kuat tarik dan lentur komposit. Pada komposit VF 20% mengalami peningkatan yang cukup signifikan, yaitu sebesar 39,098% dan 102,637% untuk kuat tarik dan lentur. Pada komposit VF 30% dan VF 40% mengalami peningkatan kuat tarik yang tidak terlalu signifikan yaitu sebesar 39,764% dan 40,163%. Hal yang berbeda ditunjukkan pada kuat lentur komposit VF 30% dan VF 40%, dimana peningkatan sangat signifikan terjadi sebesar 130,371% dan 201,606%. Hasil pengujian menunjukkan nilai rata-rata kuat tarik dan kuat lentur tertinggi dihasilkan oleh VF 40% yaitu masing-masing sebesar 41,110 Mpa dan 176,590 Mpa. Sedangkan untuk nilai rata-rata kuat tarik dan kuat lentur terendah dihasilkan oleh VF 0% yaitu masing-masing sebesar 29,330 Mpa dan 58,550 Mpa.

Peningkatan kekuatan mekanis pada variabel fraksi volume dipengaruhi oleh densitas dari komposit itu sendiri. Hal tersebut sesuai dengan teori *rules of mixture* yaitu kekuatan komposit meningkat seiring dengan penambahan kandungan serat. Semakin tinggi penambahan fraksi volume serat, maka kemampuan serat dalam menerima beban yang disalurkan matriks akan semakin baik. Distribusi serat yang lurus dan merata serta tidak adanya *void* pada spesimen menandakan telah terjadi ikatan serat dan matriks secara optimal pada komposit VF 40%.



Orientasi Arah Serat Terhadap Sifat mekanis

Hasil pengujian mekanis komposit dengan variabel orientasi arah serat dapat dilihat pada Tabel 4. Kekuatan mekanis komposit mengalami penurunan secara fluktuatif dari komposit OS 45° hingga OS 45°-135°. Perubahan OS 0° ke komposit OS 45° mengakibatkan penurunan kekuatan tarik dan lentur secara signifikan, yaitu sebesar 47,128% dan 68,638%. Pada komposit OS *chopped* terjadi penurunan yang paling signifikan, yaitu sebesar 56,863% untuk kuat tarik dan 79,014% untuk kuat lentur. Penurunan kekuatan tarik dan lentur pada komposit OS 0°-90° terjadi sebesar 28,607% dan 67,075%. Sedangkan untuk komposit OS 45°-135° kembali mengalami penurunan kuat tarik dan lentur yang cukup signifikan, yaitu sebesar 41,567% dan 63,180%.

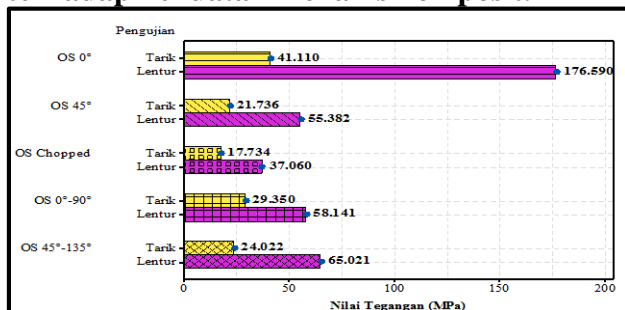
Tabel 4. Hasil pengujian mekanis komposit dengan variabel orientasi arah serat

Variabel	Sampel Uji Tarik (MPa)					Rerata (MPa)
	1	2	3	4	5	
OS 0°	37,384	34,646	48,968	45,514	39,039	41,110
OS 45°	23,008	25,340	31,159	15,370	13,802	21,736
OS Chopped	19,869	23,902	17,123	14,711	13,064	17,734
OS 0°-90°	30,800	24,988	29,306	32,937	28,719	29,350
OS 45°-135°	26,185	28,935	21,831	14,504	28,655	24,022

Variabel	Sampel Uji Lentur (MPa)					Rerata (MPa)
	1	2	3	4	5	
OS 0°	201.63	167.53	158.52	178.53	176.74	176.590
OS 45°	73.674	54.758	50.587	47.307	50.582	55.382
OS Chopped	41.354	44.809	36.364	32.300	30.471	37.060
OS 0°-90°	62.016	66.416	54.36	58.529	49.386	58.141
OS 45°-135°	56.767	77.303	68.692	66.916	55.426	65.021

Berdasarkan deskripsi pada Gambar 2, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kuat tarik dan lentur tertinggi dihasilkan oleh OS 0° yaitu masing-masing sebesar 41,110 MPa dan 176,590 MPa. Nilai kuat tarik dan lentur terendah, yaitu sebesar 17,734 MPa dan 37,060 MPa dihasilkan oleh OS *chopped*.

Gambar 2. Hubungan orientasi arah serat terhadap kekuatan mekanis komposit.



Arah orientasi merupakan variabel yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanis komposit. Dalam penyusunan komposit, arah orientasi serat berkaitan dengan penyebaran gaya pada komposit, sehingga dapat diketahui bahwa penyusunan paling optimal jika arah serat searah (teratur) dengan gaya yang bekerja. Kekuatan komposit akan berkurang dengan perubahan sudut dari serat, sehingga komposit akan mempunyai kekuatan yang baik jika struktur serat dan gaya yang bekerja searah. Pada komposit OS 0° memiliki kekuatan mekanis tertinggi dikarenakan serat sisal yang bekerja menahan beban terdistribusi searah dengan gaya yang bekerja. Distribusi serat yang merata (lurus) serta daya ikat yang baik juga akan menambah kekuatan tegangan tarik dan lentur komposit. Berbeda halnya dengan komposit OS *chopped*, dimana arah serat terdistribusi secara pendek dan acak sehingga menyebabkan penyebaran gaya yang bekerja pada komposit tidak optimal dan saling berlawanan.

Analisis Statistik *One-way Anova*

Analisis *one-way anova* menggunakan minitab 18 dilakukan untuk memastikan tingkat signifikansi pengaruh fraksi volume dan orientasi arah serat terhadap kuat tarik dan lentur pada komposit *polyester* serat sisal. Masing-masing hasil pengujian variabel VF dan OS terhadap kekuatan mekanis komposit seperti yang terlihat pada Tabel 3 dan 4 di atas akan dianalisis statistik menggunakan metode *one-way anova*. Gambar 3 menunjukkan pengaruh fraksi volume serat terhadap kuat tarik komposit hasil *output* minitab 18. Secara berturut-turut hasil *output* analisis statistik menggunakan minitab 18 disajikan pada Gambar 4, 5, dan 6.



Gambar 3. Output analisis one-way anova: fraksi volume serat terhadap kuat tarik

One-way ANOVA: Fraksi Volume Serat VS Kuat Tarik							
Method							
Null hypothesis	All means are equal						
Alternative hypothesis	Not all means are equal						
Significance level	$\alpha = 0.05$						
Equal variances were assumed for the analysis.							
Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Fraksi Volume	4	508.2	48.47%	508.2	127.04	4.70	0.008
Error	20	540.2	51.53%	540.2	27.01		
Total	24	1048.3	100.00%				

Berdasarkan hasil analisis *one-way* anova pada Gambar 3, diperoleh nilai *P-value* sebesar 0,008. Tahap selanjutnya membandingkan nilai *P-value* dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$). Dengan mengacu pada Persamaan (1), bahwa nilai *P-value* ($0,008 < \alpha (0,05)$) maka hiptesis H_0 ditolak yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata perlakuan. Atau dengan kata lain, variabel fraksi volume serat berpengaruh signifikan terhadap kuat tarik komposit.

Gambar 4. Output analisis one-way anova: fraksi volume serat terhadap kuat lentur

One-way ANOVA: Fraksi Volume Serat VS Kuat Lentur							
Method							
Null hypothesis	All means are equal						
Alternative hypothesis	Not all means are equal						
Significance level	$\alpha = 0.05$						
Equal variances were assumed for the analysis.							
Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Fraksi Volume_	4	46200	75.82%	46200	11549.9	15.68	0.000
Error	20	14733	24.18%	14733	736.7		
Total	24	60933	100.00%				

Berdasarkan hasil analisis *one-way* anova pada Gambar 4, diperoleh nilai *P-value* sebesar 0,000. Tahap selanjutnya membandingkan nilai *P-value* dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$). Dengan mengacu pada Persamaan (1), bahwa nilai *P-value* ($0,000 < \alpha (0,05)$) maka hiptesis H_0 ditolak yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata perlakuan. Atau dengan kata lain, variabel fraksi volume serat berpengaruh signifikan terhadap kuat lentur komposit.

Gambar 5. Output analisis one-way anova: orientasi arah serat terhadap kuat tarik

One-way ANOVA: Orientasi Arah Serat VS Kuat Tarik							
Method							
Null hypothesis	All means are equal						
Alternative hypothesis	Not all means are equal						
Significance level	$\alpha = 0.05$						
Equal variances were assumed for the analysis.							
Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Orientai Arah Serat	4	1634.2	73.08%	1634.2	408.55	13.57	0.000
Error	20	602.0	26.92%	602.0	30.10		
Total	24	2236.2	100.00%				

Berdasarkan hasil analisis *one-way* anova pada Gambar 5, diperoleh nilai *P-value* sebesar 0,000. Tahap selanjutnya membandingkan nilai *P-value* dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$). Dengan mengacu pada Persamaan (1), bahwa nilai *P-value* ($0,000 < \alpha (0,05)$) maka hiptesis H_0 ditolak yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata perlakuan. Atau dengan kata lain, variabel orientasi arah serat berpengaruh signifikan terhadap kuat tarik komposit.

Gambar 6. Output analisis one-way anova: orientasi arah serat terhadap kuat lentur

One-way ANOVA: Orientasi Arah Serat VS Kuat Lentur							
Method							
Null hypothesis	All means are equal						
Alternative hypothesis	Not all means are equal						
Significance level	$\alpha = 0.05$						
Equal variances were assumed for the analysis.							
Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Orientasi Arah Serat_	4	62348	96.69%	62348	15586.9	146.13	0.000
Error	20	2133	3.31%	2133	106.7		
Total	24	64481	100.00%				

Berdasarkan hasil analisis *one-way* anova pada Gambar 6, diperoleh nilai *P-value* sebesar 0,000. Tahap selanjutnya membandingkan nilai *P-value* dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$). Dengan mengacu pada Persamaan (1), bahwa nilai *P-value* ($0,000 < \alpha (0,05)$) maka hiptesis H_0 ditolak yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata perlakuan. Atau dengan kata lain, variabel orientasi arah serat berpengaruh signifikan terhadap kuat lentur komposit.



PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penambahan fraksi volume serat dapat meningkatkan kekuatan mekanis komposit *polyester* serat sisal. Nilai kuat tarik dan kuat lentur tertinggi dihasilkan pada penambahan fraksi volume 40% dengan orientasi serat sejajar, yaitu masing-masing sebesar 41,110 MPa dan 176,590 MPa. Berdasarkan analisis *one-way* anova diperoleh nilai *P-value* untuk hasil pengujian mekanis lebih kecil dibandingkan $\alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan fraksi volume berpengaruh signifikan terhadap kekuatan mekanis komposit *polyester* serat sisal.
2. Perbedaan orientasi arah serat berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan mekanis komposit *polyester* serat sisal. Nilai kuat tarik dan kuat lentur tertinggi dihasilkan pada orientasi arah serat 0° (sejajar) dengan fraksi volume yang sama, yaitu masing-masing sebesar 41,110 MPa dan 176,590 MPa. Berdasarkan analisis *one-way* anova diperoleh nilai *P-value* untuk hasil pengujian mekanis lebih kecil dibandingkan $\alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan orientasi arah serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan mekanis *polyester* serat sisal.
3. Penggunaan serat sisal lokal Sumbawa sebagai bahan perkuatan komposit *polyester* menghasilkan kekuatan tarik dan lentur yang optimal pada komposisi fraksi volume 40% dengan arah serat sejajar.

Saran

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang perlu dipertimbangkan agar menjadi masukan bagi

penelitian-penelitian yang berkaitan dengan komposit *polyester* serat alam.

1. Dalam pembuatan sampel komposit menggunakan matriks resin *polyester* perlu memperhatikan proses *curing* dan penambahan katalis harus sesuai takaran yang telah ditentukan. Penggunaan katalis berlebihan akan menjadikan sampel getas sehingga kekuatan mekanisnya jauh berkurang.
2. Untuk penelitian lanjutan dapat dilakukan lagi variasi pengujian mekanis tambahan, seperti pengujian impak dan pengujian geser terhadap komposit *polyester* serat sisal.
3. Untuk penelitian lanjutan disarankan menggunakan interfal penambahan fraksi volume serat yang lebih besar serta dengan variasi *hybrid* komposit agar dapat mencapai hasil kekuatan mekanis yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM. D 790–02, Standard Test Methods For Flexural Properties Of Unreinforced And Reinforced Plastics And Electrical Insulating Material. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- [2] ASTM. D 638–02. (2002) Standart Test Method For Tensile Properties of Plastics. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- [3] ASTM. D 695 (2008), Standart Test Method For Compressive Properties of Rigid Plastics. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- [4] Bahtiar, M., Sutjahjono, H., dan Dwilaksana, D. (2014) Analisis Variasi Fraksi Volume Filler Terhadap Sifat Mekanik Komposit Laminat Matriks Polyester Berpenguat Serat Sisal. Universitas Jember.
- [5] Chandramohan, D., dan Marimuthu, K. (2011) A Review on Natural Fibers., IJRRAS.
- [6] Fajrin, J. (2016) Mechanical Properties Of Natural Fiber Composite Made of



- Indonesian Grown Sisal. Jurnal Info Teknik, Volume 17, No.1, hal. 69-84.
- [7] Fahmi, H., dan Hermansyah, H. (2011) Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. Jurnal Teknik Mesin, Volume 1, No. 2, hal.
- [8] George, P. S. (2003) Polymer Characterization Techniques and Their Application to Blends. Oxford University ser. 1-500.
- [9] Jacobs, J. A., dan Kilduff, T. F. (2005) Engineering Materials Technology (Structures, Processing, Properties and Selection). 5 th ed., Prentice Hall, USA.
- [10] Jones, M. R. (1975) Mechanics Of Composite Material, Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd.
- [11] Putri, N. A. (2016) Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Sisal-Epoxy dan Struktur Serat Terhadap Karakteristik Tarik Komposit. Jurnal Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [12] Surata, I. W., Lokanata, I. P., dan Arimbawa A. P. (2016) Studi Sifat Mekanis Komposit Epoxy Berpenguat Serat Sisal Orientasi Acak yang diCetak dengan Teknik Hand-Lay Up. Jurnal Energi dan Manufaktur, Volume 9, No. 2, hal. 143-146.
- [13] Tantowi, M. (2014) Pengaruh Variasi Jarak Anyaman Serat dengan Orientasi 45° dan 135° Pada Material Komposit Poliester/Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Sifat Mekanik. Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Jember.