

Karakteristik Mekanik Komposit Serbuk Kayu Dengan Polymer Sintetis (Polyester Dan Epoxy)

Amrullah Muttakin, C.I.P.K Kencanawati, Ketut Astawa
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penggunaan bahan dasar kayu untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat mengakibatkan semakin banyaknya limbah kayu yang dihasilkan. Limbah kayu jati berupa serbuk yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan dasar pembuatan komposit untuk meningkatkan nilai guna dari serbuk tersebut. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik mekanik dari komposit serbuk kayu dengan campuran polimer sintetis (polyester dan epoxy). Komposit serbuk kayu menggunakan fraksi massa 5% : 95%, 10% : 90%, 15% : 85% dalam jenis resin yaitu polyester dan epoxy. Dilaksanakan dua pengujian dalam penelitian ini yakni, uji impact mengacu standar ASTM D256 dan pengujian daya serap air mengacu pada standar ASTM D570-98. Hasil uji impact dari spesimen komposit serbuk kayu dengan matriks resin epoxy pada fraksi massa 15%:85% mempunyai kekuatan impact terbesar dengan nilai 0,0112 Nm/mm². Hasil uji daya serap air pada spesimen komposit serbuk kayu dengan matriks resin epoxy didapatkan nilai serapan terendah dengan nilai 0,67% pada fraksi massa 15%:85%

Kata kunci : serbuk kayu jati, komposit, uji impact, uji serap air, polyester, epoxy

Abstract

The use of wood as basic materials to meet the increasing needs of the community has resulted in more wood waste being produced. Teak wood waste in form of powder can be reused as a basic material for making composites to increase the value of the powder. This study aims to determine the mechanical characteristics of wood powder composites with synthetic polymers (polyester and epoxy). Wood sawdust composites used a mass fraction variation of 5% : 95%, 10% : 90%, 15% : 85% in the type of resin, namely polyester and epoxy. The tests carried out are impact tests referring to the ASTM D256 standards and water absorption tests referring to the ASTM D570-98 standards. The results of the impact test of the wood powder composite specimen with an epoxy resin matrix at a mass fraction of 15% : 85% had the greatest impact strength with a value of 0,0112 Nm/mm². The results of water absorption test on wood powder composite specimens with an epoxy resin matrix obtained the lowest absorption value with a value of 0,67% at a mass fraction of 15% : 85%.

Keywords : teak powder, composite, impact test, water absorption test, polyester, epoxy, synthetic polymer

1. Pendahuluan

Gaya hidup dan ketertarikan yang semakin meningkat akan furnitur pada masyarakat, mendorong pertumbuhan usaha dibidang perkerajinan kayu akibat membludaknya permintaan pasar. Terkhusus Bali, dengan khas arsitektur pada furnitur yang terkenal, turut banyak berkontribusi pada tumbuh kembang industri pengolahan kayu. Semakin banyak industri perkerajinan dan tingginya permintaan pasar, berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan. Serbuk kayu merupakan salah satu produk limbah yang dihasilkan selama pengerjaan kayu seperti, proses potong dan perataan sisi pada kayu. Serbuk kayu sampai saat ini memiliki nilai ekonomi yang relative rendah, sebab hanya dimanfaatkan untuk pupuk dan bahan tanam. Meningkatkan nilai ekonomi dan manfaat dari serbuk kayu menjadi topik dalam beberapa penelitian, seperti menjadikan serbuk kayu sebagai penguat dalam pembuatan komposit.

Diharapkan pemanfaatan limbah serbuk kayu menjadi penguat dalam pembuatan komposit sebagai

salah satu cara yang dapat dilaksanakan untuk mendapatkan suatu bahan pengganti kayu itu sendiri. Dalam penelitian ini, dilaksanakan pencampuran antara serbuk kayu untuk penguat dengan dua jenis polimer sintetis yaitu, resin polyester dan resin epoxy. Untuk mendapatkan karakteristik mekanik dari komposit serbuk kayu dengan campuran polimer sintetis, dilaksanakan beberapa pengujian. Dilaksanakan pengujian berupa uji kekuatan impact dan uji ketahanan daya serap air. Pengujian kekuatan impact dilaksanakan guna mengetahui ketahanan material komposit terhadap beban kejut diperoleh material komposit, dan uji daya serap air dilaksanakan guna mengenal kemampuan material komposit saat menyerap air. Diakhir penelitian, dilaksanakan perbandingan dari data masing-masing pengujian yang didapat dari komposit serbuk kayu dengan polimer sintetis polyester dan komposit serbuk kayu dengan polimer sintetis epoxy.

2. Landasan Teori

2.1 Komposit

Komposit adalah sebuah material baru yang didapat dari hasil kombinasi antara dua material atau lebih, dimana setiap masing-masing material pembentuknya memiliki sifat mekanik yang berbeda, dicampur dengan kadar tertentu. Material pembentuk dari komposit menentukan sifat dan karakteristik dari komposit, dilihat secara strukturmikro material pembentuknya tidak mengalami perubahan, tetapi material pembentuknya secara keseluruhan sangat berbeda dari material komposit, hal itu dikarenakan terjadinya ikatan antar permukaan matriks dan penguat. Material komposit dikategorikan menjadi tiga jenis berdasarkan jenis penguatnya, antara lain komposit serat, komposit partikel, komposit struktural [1].

2.2 Serbuk Kayu

Serbuk kayu ialah suatu bahan atau material yang umumnya biasa dikategorikan dalam limbah, didapat saat pengerjaan material kayu. Pengerjaan kayu seperti pemotongan, penghalusan, hingga pengukiran menghasilkan limbah kayu yaitu serbuk kayu. Limbah serbuk kayu secara mendasar hanya diperuntukkan sebagai media tanam. Karena dapat mengganggu sistem pada area pernapasan, serbuk kayu dikatakan menjadi limbah yang berbahaya.

2.3 Resin Polyester

Resin polyester adalah salah satu matriks jenis polimer sintetik yang tergolong dalam jenis termoset. Resin polyester ini bewujud sebuah cairan yang mempunyai viskositas rendah dan dengan penggunaan katalis dapat mengering pada suhu ruangan, tidak mengeluarkan gas pada waktu proses pecampuran, sehingga tidak memerlukan tekanan dalam proses pencetakan [2].

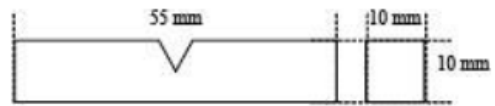
2.4 Resin Epoxy

Resin epoxy termasuk dalam golongan termoset yang merupakan jenis salah satu matriks polimer sintesis sama halnya dengan resin polyester. Berbagai bidang seperti kimia, mekanik, listrik, maupun sipil banyak menggunakan resin epoxy. Dalam pembuatan cetakan tekan untuk produksi logam, banyak digunakan resin jenis ini, karena mempunyai sifat tahan kejut dan tahan aus, sifat listrik yang baik, sifat daya akan bahan kimia dan stabilitas dimensi yang baik, kuat, serta baik dalam daya rekat pada logam dan kaca [3]. Resin epoxy mempunyai tingkat viskositas yang cukup rendah dan dengan menggunakan katalis dapat mengering pada suhu kamar, tidak menghasilkan gas pada waktu pecampuran sama halnya dengan resin polyester.

2.5 Uji Impact

Uji impact adalah proses uji pada suatu material yang dikerjakan untuk mengukur ketahanan

bahan terhadap pembebanan kejut atau pembebanan cepat. Pada perhitungan kekuatan impact menggunakan standar pengujian ASTM D256.



Gambar 1. dimensi spesimen uji impact

Untuk rumus yang digunakan sesuai standar ASTM D256 adalah :

Energi awal
 $E_0 = W \cdot h_1 = W \cdot l (1 - \cos \alpha)$ (1)

Energi akhir
 $E_1 = W \cdot h_2 = W \cdot l (1 - \cos \beta)$ (2)

Energi yang diserap
 $\Delta E = E_0 - E_1$ (3)

Keterangan Rumus:

- W = Berat dari bandul (N)
- α = Sudut awal
- β = Sudut akhir
- h_1 = Tinggi awal bandul (m)
- h_2 = Tinggi akhir bandul (m)
- l = Lengan bandul (m)

Untuk kekuatan impact memiliki rumus berikut :

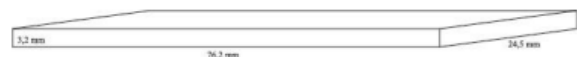
$I_s = \frac{\Delta E}{A}$ (4)

Keterangan :

- I_s = Kekuatan impact (Nm/mm²)
- ΔE = Energi yang diserap (Nm)
- A = Luas alas (mm²)

2.6 Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air adalah proses uji yang dilaksanakan pada suatu bahan guna mengukur kemampuan bahan dalam menyerap cairan dalam tenggat waktu yang ditentukan. Udara lembab menghasilkan cairan yang dapat diserap oleh komposit, sehingga menimbulkan masalah ketahanan produk terutama penggunaan luar ruangan.



Gambar 2. Dimensi spesimen uji daya serap air

Dalam menghitung daya serap air digunakan rumus yang sesuai standar ASTM D570-98 sebagai berikut :

$W_{abs} (\%) = \frac{W_a - W_o}{W_o}$ (5)

Keterangan rumus:

- W_{abs} = Daya serap air (%)
- W_a = Massa basah spesimen (gram)
- W_o = Massa kering spesimen (gram)

3. Metode Penelitian

3.1 Alat Penelitian

Dalam proses pembuatan material komposit sampai proses uji menggunakan beberapa peralatan, yakni :

1. Alat pencetakan : cetakan yang dibentuk dari kertas aluminium yang melapisi kayu dengan standar ukuran ASTM digunakan untuk mencetak komposit.
2. Alat uji : alat uji impact digunakan untuk menguji kekuatan impact.
3. Alat ukur : alat ukur yang digunakan berupa thermometer, gelas, timbangan digital, stopwatch , dan jangka sorong.
4. Alat K3 : selama penelitian menggunakan masker dan sarung tangan karet sebagai alat K3.
5. Alat bantu : pengayak, kertas aluminium, alat pengaduk, gelas plastik, dan gunting.

3.2 Bahan

Dalam pembuatan komposit serbuk kayu terdapat beberapa bahan yang digunakan antara lain sebagai berikut :

1. Matriks : Resin polyester dan resin epoxy
2. Penguat : Limbah serbuk dengan ukuran 2 mm yang didapat melalui sisa produksi pada beberapa industri pengolahan kayu

3.3 Alur Pencetakan Komposit Serbuk Kayu Dengan Polimer Sintetis

Komposit serbuk kayu dicetak dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Merakit kayu dengan lapisan aluminium foil yang digunakan sebagai cetakan, dengan ukuran sesuai standar ASTM.
 - a. Impact
P = 55 mm
L = 10 mm
T = 10 mm
 - b. Daya serap air
P = 76,2 mm
L = 24,5 mm
T = 3,2 mm
2. Melakukan pencampuran pada resin polyester serta resin epoksi
3. Serbuk kayu dan polimer sintetis ditakar dengan perbandingan serbuk kayu : polimer sintetis yaitu 5%:95% ; 10%:80% ; 15%:85%.
4. Serbuk kayu dan polimer sintetis dicampur dengan cara diaduk hingga merata.
5. Hasil antara serbuk kayu dengan polimer sintetis yang sudah diaduk merata, dituangkan kedalam cetakan yang terlapis aluminium foil.
6. Tunggu spesimen sampai kering, selanjutnya spesimen dikeluarkan dari cetakan secara perlahan.

7. Proses sebelumnya diulang kembali sesuai dengan fraksi massa yang ditentukan hingga semua spesimen siap di uji.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Uji Impact

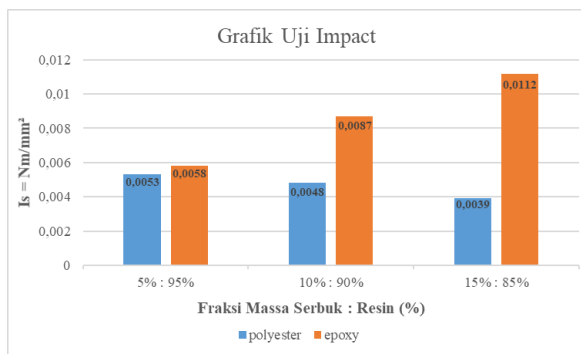
Pengujian impact komposit serbuk kayu dengan polimer sintetis menggunakan tiga spesimen setiap fraksi massa dan jenis polimer yang digunakan. Standar uji impact yang digunakan adalah ASTM D256.

Tabel 1. Hasil Uji Impact Komposit dengan Resin Polyester

Spesimen Komposit dengan Resin Polyester	Hasil Uji Impact						
		α (°)	β (°)	E0 (Nm)	E1 (Nm)	ΔE (Nm)	Is (Nm/mm ²)
Fraksi massa serbuk : resin	A	150	146	21,459	21,034	0,425	0,0053
	B	150	146	21,459	21,034	0,425	0,0053
5% : 95%	C	150	146	21,459	21,034	0,425	0,0053
Rata-rata							0,0053
Fraksi massa serbuk : resin	A	150	146	21,459	21,034	0,425	0,0053
	B	150	147	21,459	21,145	0,314	0,0039
10% : 90%	C	150	146	21,459	21,034	0,425	0,0053
Rata-rata							0,0048
Fraksi massa serbuk : resin	A	150	147	21,459	21,145	0,314	0,0039
	B	150	147	21,459	21,145	0,314	0,0039
15% : 85%	C	150	147	21,459	21,145	0,314	0,0039
Rata-rata							0,0039

Tabel 2. Hasil Uji Impact Komposit dengan Resin Epoxy

Spesimen Komposit dengan Resin Epoxy	Hasil Uji Impact						
		α (°)	β (°)	E0 (Nm)	E1 (Nm)	ΔE (Nm)	Is (Nm/mm ²)
Fraksi massa serbuk : resin	A	150	146	21,459	21,034	0,425	0,0053
	B	150	145	21,459	20,92	0,539	0,0067
5% : 95%	C	150	146	21,459	21,034	0,425	0,0053
Rata-rata							0,0058
Fraksi massa serbuk : resin	A	150	144	21,459	20,804	0,655	0,0082
	B	150	144	21,459	20,804	0,655	0,0082
10% : 90%	C	150	143	21,459	20,684	0,775	0,0097
Rata-rata							0,0087
Fraksi massa serbuk : resin	A	150	143	21,459	20,684	0,775	0,0097
	B	150	142	21,459	20,562	0,897	0,0112
15% : 85%	C	150	141	21,459	20,437	1,022	0,0128
Rata-rata							0,0112



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Impact

Dari data grafik pengujian impact pada komposit serbuk kayu dengan polymer resin polyester variasi fraksi massa 5% : 95% memiliki rata-rata nilai kekuatan impact sejumlah 0,0053 Nm/mm², selanjutnya variasi fraksi massa 10% : 80% memiliki rata-rata kekuatan impact sejumlah 0,0043 Nm/mm², dan variasi fraksi massa 15%:85% memiliki rata-rata kekuatan impact sejumlah 0,0039 Nm/mm². Pada komposit serbuk kayu dengan polymer resin epoxy variasi fraksi massa 5% : 95% memiliki rata-rata nilai kekuatan impact sejumlah 0,0058 Nm/mm², selanjutnya dengan variasi fraksi massa 10% : 90% memiliki rata-rata kekuatan impact sejumlah 0,0087 Nm/mm², dan variasi fraksi massa 15%:85% memiliki rata-rata kekuatan impact sejumlah 0,0112 Nm/mm². Dapat dilihat bahwa komposit serbuk kayu dengan polymer resin epoxy pada fraksi massa 15%:85% memiliki nilai kekuatan impact tertinggi dengan nilai rata-rata 0,0112 Nm/mm² dan komposit serbuk kayu dengan polymer resin polyester pada fraksi massa 15%:85% memiliki rata-rata kekuatan impact terendah sejumlah 0,0039 Nm/mm².

Hasil pengujian impact menunjukkan perbedaan yang signifikan dari jenis polymer sintetis yang digunakan. Komposit dengan resin polyester mengalami penurunan secara beruntun seiring berkurangnya resin yang digunakan sedangkan komposit dengan resin epoxy mengalami peningkatan beruntun seiring berkurangnya resin yang digunakan. Terjadinya ikatan yang baik antara penguat dan matriks membuat komposit mampu meneruskan beban dengan baik sehingga lebih banyak energy yang diserap dan menerima beban kejut yang lebih tinggi. Terbentuknya ikatan yang baik antara penguat dan matriks terjadi pada proses pencampuran antara serbuk kayu dan resin yang digunakan.

4.2 Uji Daya Serap Air

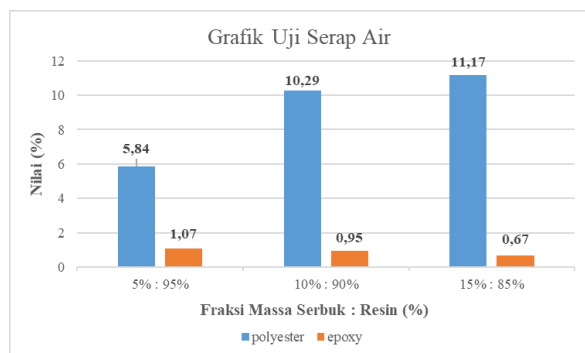
Uji daya serap air (water absorption) dilaksanakan guna mengetahui berapa besaran kapasitas spesimen untuk menyerap air dalam kurun waktu 24 jam dengan menggunakan ASTM D570-98. Pengujian daya serap air menggunakan tiga sampel spesimen pada setiap fraksi massa dan jenis resin.

Tabel 3. Hasil Uji Serap Air Komposit dengan Resin Polyester

Fraksi Massa Serbuk : Resin Polyester	Massa Kering (gram)	Massa Basah (gram)	Wabs (%)	
5% : 95%	A	12,53	13,24	5,67
	B	12,67	13,4	5,76
	C	12,18	12,92	6,08
Rata-rata water absorption (%)			5,84	
10% : 90%	A	12,27	13,55	10,43
	B	11,83	13,01	9,97
	C	10,52	11,62	10,46
Rata-rata water absorption (%)			10,29	
15% : 85%	A	10,25	11,44	11,61
	B	11,01	12,22	10,99
	C	9,62	10,67	10,91
Rata-rata water absorption (%)			11,17	

Tabel 4. Hasil Uji Serap Air Komposit dengan Resin Epoxy

Fraksi Massa Serbuk : Resin Epoxy	Massa Kering (gram)	Massa Basah (gram)	Wabs (%)	
5% : 95%	A	7,02	7,09	1
	B	7,28	7,37	1,24
	C	8,15	8,23	0,98
Rata-rata water absorption (%)			1,07	
10% : 90%	A	7,24	7,32	1,1
	B	7,46	7,52	0,8
	C	7,45	7,52	0,94
Rata-rata water absorption (%)			0,95	
15% : 85%	A	7,29	7,34	0,69
	B	8,23	8,29	0,73
	C	8,45	8,5	0,59
Rata-rata water absorption (%)			0,67	



Gambar 4. Grafik Uji Serap Air

Dari data grafik pengujian impact pada komposit serbuk kayu dengan polymer resin polyester variasi fraksi massa 5% : 95% memiliki rata-rata nilai daya serap air sejumlah 5,84%, selanjutnya fraksi massa 10% : 90% memiliki rata-rata nilai daya serap air sejumlah 10,29%, dan fraksi massa 15%:85% memiliki rata-rata nilai daya serap air sejumlah 11,17%. Sedangkan komposit serbuk kayu dengan polymer resin epoxy variasi fraksi massa 5% : 95% memiliki rata-rata nilai daya serap air sebanyak 1,07%, selanjutnya fraksi massa 10% : 90% mempunyai nilai daya serap air dengan rata-rata sebanyak 0,67%. Dari data tersebut, komposit dengan polymer resin epoxy dengan fraksi massa 15%:85% mempunyai rata-rata daya serap air terkecil dibandingkan dengan fraksi massa 5% : 95%, 10% : 80%, serta komposit dengan polymer resin polyester fraksi massa 5% : 95%, 10% : 90%, dan 15% : 85%. Sedangkan komposit dengan polymer resin polyester dengan fraksi massa 15%:85% mempunyai daya serap air terbesar yaitu 11,17% dibandingkan dengan semua fraksi massa dan komposit dengan polymer resin epoxy lainnya.

Nilai daya serap air ini dipengaruhi oleh jenis resin dan jumlah resin yang digunakan pada komposit serbuk kayu ini, semakin banyaknya resin polyester yang digunakan mengakibatkan tingkat kerapatan semakin tinggi dikarenakan makin banyaknya rongga-rongga kecil yang dapat diisi oleh resin tersebut. Berbanding terbalik dengan banyaknya resin epoxy yang digunakan mengakibatkan tingkat kerapatan semakin rendah karena terdapat campuran hardener pada resin epoxy yang berpengaruh terhadap rongga-rongga kecil pada bahan yang dihasilkan sehingga semakin banyak campuran hardener resin epoxy yang digunakan maka semakin meningkatnya daya serap air pada bahan.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berlandaskan pembahasan yang merupakan hasil penelitian diatas yang telah dilaksanakan tentang komposit serbuk kayu dengan polymer sintetis (resin polyester dan resin epoxy) dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari proses uji impact yang diberlakukan pada spesimen komposit serbuk kayu dengan polymer sintetis (resin polyester dan resin epoxy) didapatkan nilai kekuatan impact tertinggi pada variasi fraksi massa resin epoxy 15% : 85% dengan nilai 0,0112 Nm/mm², sedangkan nilai kekuatan terendah komposit pada variasi fraksi massa resin polyester 15% : 85% dengan hasil rata-

rata kekuatan impact sejumlah 0,0039 Nm/mm².

2. Hasil pengujian daya serap air memperlihatkan komposit dengan resin epoxy pada fraksi massa 15%:85% menghasilkan nilai daya serap air paling rendah dengan nilai rata-rata sebesar 0,67% dan komposit dengan resin polyster pada fraksi massa 15%:85% menghasilkan nilai daya menyerap air tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 11,17%.

Daftar pustaka

- [1] Callister, William, D. Jr., David, G. Rethwisch., (2010). *Materials Science and Engineering An Introduction, Eight Edition*. John Wiley & Sons. Inc.
- [2] Subadra, I Nengah., I N. P. Nugraha., K. Rihendra, Dantes. (2018). *Analisis Kekuatan Impact Komposit Matrix Polyester Berpenguat Serat Rami Dengan Perlakuan Alkali 0%, 5%, 10%, 15% NaOH Untuk Bodi Kendaraan Ganesha Sakti*. JJTM, Vol 6 No. 2, Agustus. Universitas Pendidikan Ganesha.
- [3] Salam, Syahrul. (2007). *Studi Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Matriks Resin Epoxy Yang Diperkuat Dengan Serbuk Titinia (TiO₂)*. Universitas Negeri Malang.



Amrullah Muttakin menyelesaikan studi SMK di SMK Negeri 1 Kuta Selatan pada tahun 2014 dan melanjutkan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, serta menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada tahun 2022.

Bidang penelitian yang diminati seputar polimer komposit.