

Kekuatan *Impact* Dan *Bending* Komposit Poliester Batu Apung

K. Trio Dedy Anggara, NPG Suardana, IKG. Sugita

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran butir batu apung terhadap kekuatan *impact* dan *bending* pada komposit polyester batu apung. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah unsaturated polyester resin type 3814 CM sebagai matrik, dan bahan penguat adalah butir batu apung dengan fraksi volume batu apung sebesar 40%. Variasi ukuran butir batu apung adalah 3 mm, 5 mm, dan 10 mm. Komposit dicetak menggunakan alat cetak teknik Press Hand Lay-Up. Ukuran panjang cetakan 120 mm, lebar 100 mm, dan tebal 10 mm, kemudian dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai dari kekuatan *impact* dan *bending* komposit poliester batu apung. Kekuatan *impact* tertinggi terdapat pada ukuran butir batu apung 3 mm, dengan nilai rata-rata kekuatan *impact* sebesar 0,00415 Nm/mm². Kekuatan *bending* tertinggi terdapat pada ukuran butir batu apung 3 mm, dengan nilai rata-rata kekuatan *bending* sebesar 1,037 MPa. Semakin kecil ukuran butir batu apung maka semakin besar kekuatan *impact* dan kekuatan *bending* komposit poliester batu apung.

Kata kunci : komposit, kekuatan *impact*, kekuatan *bending*, poliester, limbah batu apung

Abstract

The objective of this study is to determine the effect of variation of the size of pumice stone on *impact* and *bending* on pumice stone polyester composite. The material used in this research is unsaturated polyester resin type 3814 CM as matrix, and the reinforcing material is a pumice stone with the volume fraction of pumice stone by 40%. The variation of the size of pumice stone is 3 mm, 5 mm, and 10 mm. The composite is printed using Press Hand Lay-Up printing tool. The print length size is 120 mm, width 100 mm, and thickness 10 mm, then tested to get the value of *impact* and *bending* composite polyester pumice stone. The highest *impact* strength is found in 3 mm pumice stone size, with an average value of *impact* strength of 0.00415 Nm/mm². The highest *bending* strength is found in 3 mm pumice stone size, with an average *bending* strength of 1.037 MPa. The smaller the size of the pumice the more *impact* strength and *bending* strength of the composite pumice.

Keywords : composite, *impact* strength, *bending* strength, polyester, waste of pumice

1. Pendahuluan

Batu Apung (*Pumice*) ialah salah satu jenis batuan beku bersifat asam yang terbentuk dari pembekuan letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara. Karena terbentuk di daerah permukaan bumi maka termasuk batu Ekstrusif (Vulkanik). Batu apung sering digunakan untuk menghaluskan kayu, bahan pengisi (*filter*), isolator temperatur tinggi, dan lain-lain.

Batu apung dapat dimanfaatkan sebagai material pengisi dalam pembuatan komposit untuk peredam suara, karena memiliki struktur berpori yang serupa dengan ciri-ciri bahan peredam suara yang telah ada. Batu apung yang digunakan adalah batu apung limbah dari pengerajin patung yang berada dilombok, NTB. Sebelum diaplikasikan pada dinding perlu diketahui kekuatan dari komposit peredam suara itu sendiri, agar dapat menahan beban ketika ada benturan atau tekanan dari benda lain. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari komposit itu sendiri adalah uji *impact* dan *bending*.

Batu apung merupakan salah satu jenis material yang berasal dari letusan gunung berapi. Kemudian dilanjutkan proses pendinginan secara alami dan terendap di dalam lapisan tanah selama bertahun-tahun [7].

Massa jenis benda dapat dihitung dengan rumus ;

ρ : massa jenis benda ($\frac{g}{cm^3}$)

m : massa benda (g)

v : volume benda (cm^3)

Sifat-sifat yang dimiliki oleh batu apung antara lain :

- densitas 0,98 ($\frac{g}{cm^3}$)
- daya serap air 21%
- dan kuat tekan 30 MPa [2].

Poliester adalah polimer *termosetting* yang terbentuk jika dicampur dengan *catalyzing agent* atau yang biasa disebut dengan *hardener*. Poliester dikenal karena daya rekat yang sangat baik, daya tahan panas yang cukup tinggi, serta mempunyai sifat mekanik (*Mechanical Properties*) dan sifat isolasi listrik yang baik. Poliester telah dipergunakan secara umum oleh masyarakat pada bidang otomotif dan industri [1].

Komposit adalah bahan heterogen yang terdiri dari bahan pengikat (*matrik*) dan bahan penguat (*reinforcement*) [6]. Sesuai dengan definisinya, maka bahan material komposit terdiri dari unsur-unsur penyusun. Komponen ini dapat berupa unsur organik, anorganik ataupun metalik dalam bentuk serat, serpihan, partikel dan lapisan.

Pada umumnya komposit dibagi dalam tiga kelompok yaitu :

$$1. \text{ Komposit Matrik Polimer. Bahan ini } \rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Dimana :

merupakan bahan komposit yang sering digunakan yang biasa disebut dengan polimer berpenguat serat. Bahan ini menggunakan suatu polimer berbahan dasar resin sebagai matriknya, dan bahan penguat yang digunakan adalah kaca, karbon, dan aramid (Kevlar).

2. Komposit Matrik Logam. Bahan ini ditemukan berkembang pada industri otomotif, bahan ini menggunakan suatu logam aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti silikon karbida.
3. Komposit Matrik Keramik. Bahan ini digunakan pada lingkungan bertemperatur sangat tinggi, bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (*Whizkers*) dimana serabut tersebut dari silikon karbida.

Fraksi volume partikel dalam komposit adalah perbandingan antara volume partikel dan volume komposit, yang dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume partikel. Volume partikel didapat berdasarkan pada hasil penelitian dengan cara dihitung menggunakan rumus telah ditentukan (V_p), dan perhitungan volume komposit hasil percobaan (V_c), dan fraksi volume partikel dengan persamaan sebagai berikut:

Volume Cetakan (V_c)

$$V_c = p \times l \times t \quad (2)$$

Dimana :

V_c : Volume Cetakan (cm^3)

p : Panjang Cetakan (cm)

l : Lebar Cetakan (cm)

t : Tinggi Cetakan (cm)

Fraksi volume partikel dapat dihitung dengan persamaan :

$$FV = \frac{V_f}{V_f + V_r} \times 100\% \quad (3)$$

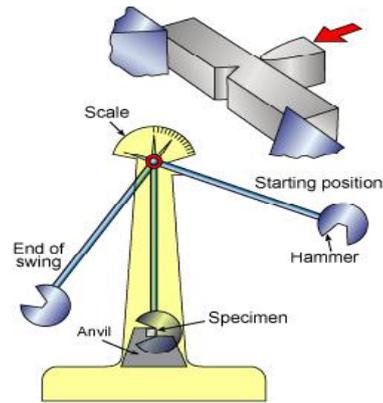
Dimana :

FV : Fraksi Volume Partikel (%)

V_f : Volume Partikel (gram)

V_r : Volume Resin (gram)

Pengujian *impact* menurut [5], bertujuan untuk mengetahui kemampuan material menyerap energi yang diberikan. Metode yang telah menjadi standar uji *impact* ada dua yaitu, uji *impact* metode Charpy dan metode Izod. Perbedaan pada kedua metode ini adalah pada pembebanannya.



Gambar 1. Pembebanan metode charpy

Untuk mengetahui kekuatan *impact* yang diterima oleh material, dapat dihiitung dengan persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

I_s : Kekuatan Impact (Nm/mm^2)

ΔE : Beban energi yang diserap (Nm) = $E_b - E_0$

A : Luas penampang material (mm^2) = lebar x tebal

E_b : Energi yang terbaca pada skala setelah terisi material (Nm)

E_0 : Energi yang terbaca pada skala sebelum terisi material (Nm)

Uji bending dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan yang dapat diterima oleh suatu material. Untuk mengetahui kekuatan *bending* yang diterima pada material, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (5)$$

Dimana :

σ_b : Tegangan Bending (Mpa)

P : Beban (N)

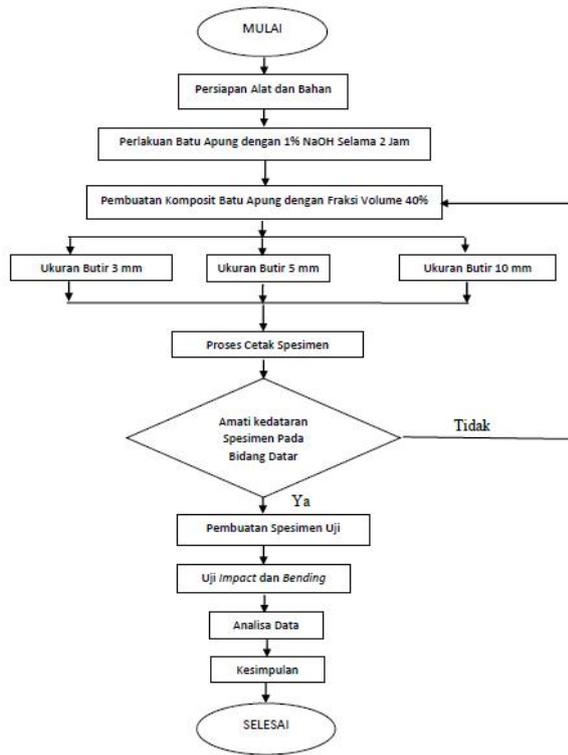
L : Jarak Tumpuan (mm)

b : Lebar Batang (mm)

d : Tebal Batang (mm)

2. Metode Penelitian

Analisa data hasil pengujian *impact* dan *bending* dilakukan dengan analisa grafik dengan bantuan Microsoft Excel, dimana dari data hasil uji yang telah didapat akan dihitung berdasarkan persamaan (4) dan persamaan (5) sehingga hasil akhir yang didapat adalah berupa angka. Data hasil akhir yang didapat pada pengujian *impact* dan *bending*, selanjutnya dibuatkan grafik hubungan antara variasi ukuran butir batu apung pada komposit poliester batu apung dengan kekuatan *impact* dan *bending*.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Data Spesimen Uji Impact

Pengujian impact dilakukan dengan metode *charpy impact test*, selanjutnya dilakukan pengukuran dimensi spesimen uji dengan hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi Awal Komposit 40% Batu Apung

Ukuran Butir Batu Apung	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
3	55	10	10
	55	10	10
	55	10	10
	55	10	10.5
	55	10	10
5	55	10	10
	55	10	10
	55	10	10
	55	10	10
	55	10	10
10	55	10	10
	55	10	10
	55	10	10
	55	10	10.5
	55	10	10

Hasil Perhitungan Uji Impact

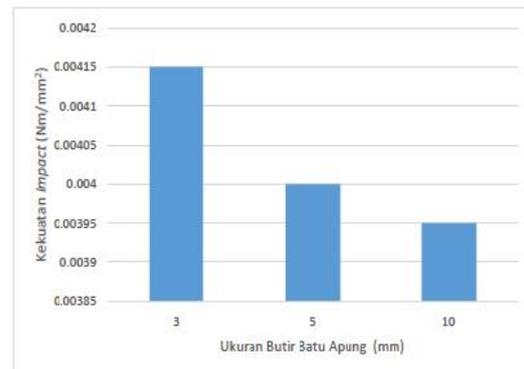
Berdasarkan hasil uji *impact* yang telah dilakukan untuk mengetahui kekuatan spesimen, diperoleh hasil seperti pada tabel dan grafik berikut :

Menghitung Kekuatan *Impact* :

$$I_s = \frac{\Delta E}{A}$$

Tabel 2. Hasil Pengambilan Data Uji Impact 40% Batu Apung

Ukuran Butir Batu Apung	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	E0	Eb	A (mm ²)	ΔE (Nm)	Is (Nm/mm ²)	Rata-Rata
3	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	0.00415
	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	
	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	
	55	10	10.5	0.5	1	105	0.5	0.0047619	
	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	
5	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	0.00400
	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	
	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	
	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	
	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	
10	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	0.00395
	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	
	55	10	10	0.5	0.9	100	0.4	0.0040000	
	55	10	10.5	0.5	1	105	0.5	0.0047619	
	55	10	10	0.5	0.8	100	0.3	0.0030000	



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Variasi Ukuran Butir Batu Apung pada Komposit Poliester Batu Apung dengan Kekuatan Impact (Nm/mm²)

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3 di atas dapat terlihat bahwa hubungan antara variasi ukuran butir batu apung pada komposit polyester batu apung dengan kekuatan *impact* mengalami penurunan. Pada ukuran butir batu apung 3 mm memiliki nilai rata – rata kekuatan *impact* sebesar 0,00415 Nm/mm², butir batu apung 5 mm memiliki nilai rata – rata kekuatan *impact* sebesar 0,00400 Nm/mm², dan untuk butir batu apung 10 mm memiliki nilai rata – rata kekuatan *impact* sebesar 0,00395 Nm/mm². Kekuatan *impact* tertinggi terdapat pada ukuran butir batu apung 3 mm, dengan nilai rata-rata kekuatan *impact* sebesar 0,00415 Nm/mm². Kekuatan *impact* terendah terdapat pada ukuran butir batu apung 10 mm dengan nilai rata-rata kekuatan *impact* sebesar 0,00395 Nm/mm². Kecenderungan ini sama dengan kekuatan *bending* yang ditunjukkan pada gambar 3. Hal ini disebabkan karena rongga-rongga pada butiran batu

apung yang lebih kecil terisi semua oleh poliester, sehingga kekuatannya lebih tinggi.

3.2. Data Spesimen Uji Bending

Pengujian bending dilakukan dengan metode *three point bending*, selanjutnya dilakukan pengukuran dimensi spesimen uji dengan hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Dimensi Awal Komposit 40% Batu Apung

Ukuran Butir Batu Apung	b (mm)	d (mm)	P (kN)
3	10	10	0,16600
	10	10	0,09700
	10	10	0,17800
	10	10	0,18100
5	10	10	0,15300
	10	10	0,17100
	10	10	0,04600
	10	10	0,16800
10	10	10	0,09800
	10	10	0,12400
	10	10	0,11200
	10	10	0,14700

Hasil Perhitungan Uji Bending

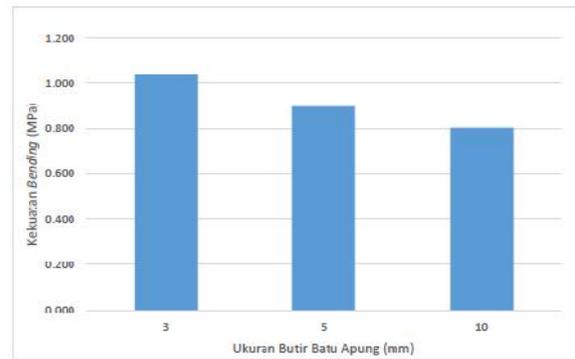
Berdasarkan hasil uji bending yang telah dilakukan untuk mengetahui kekuatan spesimen, diperoleh hasil seperti pada tabel dan grafik berikut :

Menghitung Kekuatan Bending :

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

Tabel 4. Hasil Pengambilan Data Uji Bending 40% Batu Apung

Ukuran Butir Batu Apung	b (mm)	d (mm)	P (N)	σ_b (MPa)	Rata-Rata
3	10	10	166	1,10667	1,037
	10	10	97	0,64667	
	10	10	178	1,18667	
	10	10	181	1,20667	
5	10	10	153	1,02000	0,897
	10	10	171	1,14000	
	10	10	46	0,30667	
	10	10	168	1,12000	
10	10	10	98	0,65327	0,802
	10	10	124	0,82658	
	10	10	112	0,74659	
	10	10	147	0,97990	



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Variasi Ukuran Butir Batu Apung pada Komposit Poliester Batu Apung dengan Kekuatan Bending (MPa)

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 4 di atas dapat terlihat bahwa hubungan antara variasi ukuran butir batu apung pada komposit polyester batu apung dengan kekuatan bending mengalami penurunan. Pada ukuran butir batu apung 3 mm memiliki nilai rata – rata kekuatan bending sebesar 1,037 MPa , butir batu apung 5 mm memiliki nilai rata – rata kekuatan bending sebesar 0,897 MPa, dan untuk butir batu apung 10 mm memiliki nilai rata – rata kekuatan bending sebesar 0,802 MPa. Kekuatan bending tertinggi terdapat pada ukuran butir batu apung 3 mm, dengan nilai rata-rata kekuatan bending sebesar 1,037 MPa. Kekuatan bending terendah terdapat pada ukuran butir batu apung 10 mm, dengan nilai rata-rata kekuatan bending sebesar 0,802 MPa. Ukuran butir batu apung sangat mempengaruhi sifat mekanis komposit poliester batu apung. Hal ini dikarenakan rongga pada butiran batu apung yang berdiameter lebih besar tentu lebih banyak, bila rongga-rongga ini tidak terisi dengan sempurna akan mengakibatkan butiran batu apung menjadi rapuh [4].

4. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar ukuran butir batu apung, maka semakin rendah kekuatan *impact* dan *bending* material komposit dengan fraksi volume batu apung 40%.

Kekuatan *impact* tertinggi terdapat pada ukuran butir batu apung 3 mm, dengan nilai rata-rata kekuatan *impact* sebesar 0,00415 Nm/mm².

Kekuatan *impact* terendah terdapat pada ukuran butir batu apung 10 mm, dengan nilai rata-rata kekuatan *impact* sebesar 0,00395. Kekuatan *bending* tertinggi terdapat pada ukuran butir batu apung 3 mm, dengan nilai rata – rata kekuatan *bending* sebesar 1,037 MPa. Kekuatan *bending* terendah terdapat pada ukuran butir batu apung 10 mm, dengan nilai rata – rata kekuatan *bending* sebesar 0,802 MPa.

Dari kesimpulan diatas, ada beberapa saran dan masukan yang dapat dikemukakan yaitu:

1. Gunakanlah alat yang lebih akurat dalam pengujian

2. Agar penelitian selanjutnya dapat memperoleh hasil yang lebih maksimal, maka dibutuhkan ukuran partikel batu apung yang lebih kecil

Daftar Pustaka

- [1] Bramantiyo, A., 2008, *Pengaruh Konsentrasi Serat Rami Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester - Serat Alam*.
- [2] Cavaleri, L., Miraglia, N., & Papia, M., 2003. *Pumice Concrete for Structural wall Panels*. Engineering structures. Juwairiah 2009, Efek Komposisi Pumice. USU : tesis.
- [3] Darmakusuma, D., 2012, *Jalur Gunung Api Lingkar Pasifik dan Lintas Asia*, Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.
- [4] Hermansyah, 2013, *Pengaruh Ukuran Gradasi Batu Apung Terhadap Kuat Tekan dengan Ukuran Agregat Seragam 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm* . 25 - 33.
- [5] Malau. Viktor dan Adhika Widyaparaga, 2008, *Pengaruh perlakuan panas Quench Dan Temper Terhadap Laju Keausan, Ketangguhan Impak, Kekuatan Impak Dan Kekerasan Baja XW 42 Untuk Keperluan Cetakan Keramik*. Universitas Hasanuddin : Makasar

- [6] Maryanti, B., Soniel, A., & Wahyudi, S., 2011, *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa - Poliester Terhadap Kekuatan Tarik*, Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 2 (123-29).
- [7] Muljadi, 2008, *Pengaruh Komposisi Batu Apung (pumice) pada Pembuatan Panel Beton Ringan terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik*, Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke 14 Yogyakarta.

	<p><u>K. Trio Dedy Anggara menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2012 sampai 2018. Ia menyelesaikan studi program sarjana dengan topic penelitian Kekuatan Impact dan Bending Komposit Poliester Batu Apung.</u></p>
<p><u>Bidang penelitian yang diminati adalah komposit.</u></p>	