



Pengaruh Penambahan Serbuk Alumina (Al_2O_3) Pada Resin Polyester BTQN 157 Terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*)

Viky Hermawan^{1*} Nova R.Ismail¹ Akhmad Farid¹ Arief Rizki Fadhillah¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Widyagama Malang Jalan Taman Borobudur Indah No.3 Malang

*Email Penulis: vikyrudeboy@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 27/08/2020
Naskah Direvisi 31/12/2020
Naskah Disetujui 31/12/2020
Naskah Online 31/12/2020

ABSTRAK

Penggunaan serat alam sebagai *reinforcement* pada material komposit semakin diminati pada satu dasawarsa terakhir ini. Hal ini disebabkan karena serat alam lebih ramah lingkungan, memiliki densitas yang rendah, kompatibel dengan alam, dan harganya yang relatif murah. Salah satu penggunaan serat alam pada material komposit adalah serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*). Kekuatan komposit serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) tidak hanya dipengaruhi oleh *reinforcement* dan komposisi antara serat-resin, akan tetapi juga dipengaruhi oleh jenis resin sintesis yang digunakan. Serbuk Alumina (Al_2O_3) adalah salah satu contoh material *filler* yang sering digunakan pada material komposit. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan serbuk alumina (Al_2O_3) terhadap energi *impact* yang diserap, harga *impact* dan patahan komposit kulit pohon waru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Dalam penelitian ini peneliti menginginkan pemanfaatan serat kulit pohon waru sebagai bahan alternatif penguat komposit. Dari hasil pengujian *impact* didapatkan energi yang diserap komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) variasi penambahan serbuk alumina metode *vacumm infusion* resin tertinggi pada variasi penambahan serbuk alumina 5 gram yaitu sebesar 10240,44 Joule. Dari hasil pengujian *impact* didapatkan harga *impact* komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) variasi penambahan serbuk alumina metode *vacumm infusion* resin tertinggi pada variasi penambahan serbuk alumina 10 gram yaitu sebesar 90,98 Joule/mm². Pola Patahan pada komposit uji *impact* dari variasi penambahan serbuk alumina metode *vacumm infusion* resin menunjukkan mekanisme *fiber pull out* pada variasi 7,5 gram dan delaminasi pada variasi 5 dan 10 gram.

Kata kunci: serbuk alumina, serat kulit pohon waru, komposit, uji *impact*, resin

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan serat alami dalam bidang rekayasa material biokomposit berkembang pesat. Kebutuhan material ramah lingkungan menjadi hal yang sangat penting saat ini, karena tingkat pencemaran lingkungan dari material-material yang tidak dapat didaur ulang semakin tinggi. Maka dari itu dibutuhkan material alternatif yang ramah lingkungan dan dapat didaur ulang. Salah satu material tersebut adalah material komposit serat alam.

Penggunaan serat alam sebagai *reinforcement* pada material komposit semakin diminati pada satu dasawarsa

terakhir ini. Hal ini disebabkan karena serat alam lebih ramah lingkungan, memiliki densitas yang rendah, kompatibel dengan alam, dan harganya yang relatif murah. Salah satu penggunaan serat alam pada material komposit adalah serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*). Serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) memiliki potensi yang sangat baik sebagai *reinforced* pada komposit karena serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) banyak digunakan sebagai tali tampar untuk hewan ternak dan kerajinan karena memiliki kekuatan dan ketangguhan. Serat kulit batang waru adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan dan tergolong dalam serat alam yang berpotensi sebagai penguat material komposit. Penelitian bertujuan untuk mengetahui

pengaruh fraksi volume serat kulit waru resin epoxy terhadap ketangguhan *impact*, dan mengamati struktur mikro pada komposit melalui foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Komposit yang dibuat menggunakan penguat serat waru dengan matrik berupa resin *epoxy* dan *hardener* dengan perbandingan 1:1. Serat direndam dengan larutan alkali 5% NaOH selama 2 jam, kemudian serat dibilas menggunakan *aquades*. Panjang serat 3 cm sedangkan fraksi volume serat 5%, 10%, dan 15%. Komposit dibuat dengan metode *press hand lay-up* dengan standar ASTM D 6110-04. Selanjutnya spesimen komposit dilakukan pengujian *impact*. Ketangguhan *impact* meningkat seiring meningkatnya fraksi volume. Dari hasil penelitian, diperoleh nilai ketangguhan *impact* terbaik sebesar 0,1235 J/cm² [1].

Penelitian selanjutnya adalah mengetahui seberapa besar kekuatan tarik dan kekuatan *bending* komposit berpenguat serat kulit kayu waru (*Hibiscus tiliaceus*) bermatriks polyester dengan perlakuan alkali dan variasi orientasi arah serat sehingga didapatkan pemanfaatan yang tepat terhadap properti kekuatannya [2]. Diharapkan juga material komposit ini dapat menggantikan serat gelas (*fiberglass*) yang harganya mahal sebagai material penguat pada proses pembuatan lambung atau badan kapal. Metode yang dilakukan yaitu melakukan alkalisasi serat kulit waru dengan larutan NaOH 5% selama 2 jam. Penelitian sebelumnya tentang Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Alam Batang Kulit Waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan Matrik Polyester. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh orientasi serat terhadap kekuatan *impact* dan model patahan komposit *polyester* berpenguat serat batang kulit waru. Penelitian ini merupakan penelitian metode eksperimen dengan variabel terikat kekuatan *impact*, dan variabel bebas yaitu orientasi serat *continuous*, *discontinuous*, dan *hybrid* [3]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serbuk alumina pada epoksi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *bending*. Penambahan 20% fraksi berat alumina pada epoksi menghasilkan nilai tertinggi didalam *flexural modulus*, ketangguhan retak, ketahanan aus, kekuatan *impact* berturut-turut 4316,1 MPa, 2,001 MPa.m^{1/2}, 1,1x10⁻⁶ mm²/kg, 4177,56 J/mm². [4]

Komposit serat kulit waru adalah bahan yang terdiri dari resin sintesis sebagai matriks dan serat kulit pohon waru sebagai penguat [5]. Serat kulit pohon kembang sepatu memiliki serat yang baik sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai penguat. Empat jenis resin sintesis digunakan dalam penelitian ini, yaitu: poliester BTQN 157, bisphenol A LP-1Q-EX, ripoxy R-802, dan epoksi. Rasio fraksi massa antara serat dan resin adalah 60:40. Pengobatan awal kulit pohon serat kembang sepatu direndam dalam larutan NaOH 6% selama dua jam. Kompositnya diproduksi melalui proses mengantongi vaksin. Selanjutnya kekuatan tarik dan mode fraktur komposit diperiksa. Hasil dari proses ini adalah komposit serat kulit pohon kembang sepatu dengan bisphenol A LP1Q-EX resin yang memiliki kekuatan tarik terbaik dan resin epoksi memiliki area fraktur kecil.

Berdasarkan beberapa ulasan yang telah dideskripsikan di atas, maka perlu adanya pengembangan penelitian tentang pengaruh penambahan serbuk alumina (Al₂O₃) pada Komposit Serat Kulit Pohon Waru (*hibiscus tiliaceus*)

Bermatrik Polyester BTQN 157 Terhadap Kekuatan Impak. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan serbuk alumina akan mampu meningkatkan kekuatan komposit serat kulit pohon waru.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Dalam penelitian ini peneliti menginginkan pemanfaatan serat kulit pohon waru sebagai bahan alternatif penguat komposit. Serat kulit pohon waru yang merupakan serat alam akan dijadikan sebagai penguat *matriks polyester*. Material alternatif komposit ini dibuat dengan penguat serat kulit waru dengan penambahan filler serbuk alumina Al₂O₃. Kekuatan mekanis dari komposit berpenguat serat kulit waru didapatkan dengan pengujian *impact*.

Variabel Penelitian :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti, adapun variabel bebas pada penelitian ini, antara lain:

- Resin poliester 114 gram, mekpo 1 gram, serbuk alumina (Al₂O₃) 5 gram
- Resin poliester 114 gram, mekpo 1 gram, serbuk alumina (Al₂O₃) 7.5 gram
- Resin poliester 114 gram, mekpo 1 gram, serbuk alumina (Al₂O₃) 10 gram

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang faktornya diamati dan diukur untuk menentukan pengaruh yang disebabkan oleh variabel bebas, adapun variabel bebas pada penelitian ini, antara lain:

- Analisa kekuatan *impact* komposit (Uji Impak)
- Analisa Patahan dan Regangan (Foto Patahan)

3 Variabel Terkontrol

- Komposit Menggunakan serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*)
- Komposit Menggunakan resin *Polyester BTQN 157*
- Komposit di produksi dengan metode *vaccum infusion resin*
- Waktu perendaman serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*) dengan alkali NaOH 6⁰ selama 120 menit.
- Uji Impak komposit menggunakan standar ASTM A370.
- Struktur serat model *unidirectional* searah dengan beban impak
- Komposisi resin *polyester* (resin: 114 gram, mekpo: 1 gram)
- Serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*) diberi perlakuan perendaman alkali NaOH sebesar 6% *aquades* 938,8 gram dan NaOH 61,2 gram.

Proses pengerjaan penelitian dilakukan secara bertahap mulai dari persiapan, pencetakan, pengujian dan analisis data. Peralatan yang digunakan dalam kegiatan ialah *Vacuum Infusion Resin*, meja cetak, ph meter, gelas ukur, timbangan digital, dan clamp.

Adapun proses komposisi resin poliester BTQN 157 dengan Serbuk Alumina (Al_2O_3) adalah:

- a. Menyiapkan timbangan digital
- b. Menyiapkan gelas ukur
- c. Menyiapkan resin Polyester BTQN 157
- d. Menyiapkan Mekpo
- e. Menyiapkan Serbuk Alumina Al_2O_3
- f. Menimbang resin Polyester BTQN 157 sebesar 114 gram
- g. Menimbang mekpo 1 gram
- h. Menimbang serbuk Alumina Al_2O_3 sebesar 10 gram
- i. Campurkan dan aduk resin Polyester BTQN 157, mekpo, dan serbuk Alumina Al_2O_3 yang telah ditimbang
- j. Lakukan proses f-i pada variasi yang lainnya. Adapun yang digunakan pada penelitian ini adalah serat kulit pohon waru. Langkah-langkah dalam persiapan serat ini adalah
- k. Mempersiapkan peralatan, antara lain: mesin jahit, bulpoin, penggaris dan gunting.
- l. Mempersiapkan bahan serat kulit pohon waru
- m. Mengukur serat dengan ukuran 120 x 60 mm
- n. Memotong serat yang telah diukur dengan ukuran 10 x 55 mm
- o. Serat yang telah dipotong dengan ukuran 10 x 55 mm, maka dilanjutkan dengan proses penumpukan serat sampai tebal 10 mm (tebal sesuai dengan standar ASTM A370)
- p. Jahit ujung-ujung serat agar tidak lepas

Proses produksi komposit dengan metode vacumm resin infusio yaitu:

- a. Mempersiapkan kaca ukuran 600 x 500 mm dengan tebal 10 mm
- b. Menyusun serat dengan maksimal serat dalam 1 kaca sebanyak 1-4 bendel
- c. Memberi batas berupa persegi mengelilingi kaca dengan lakban hitam
- d. Melapisi permukaan kaca dengan *mirror glaze* hingga rata
- e. Meletakkan serat pada kaca yang telah dilapisi oleh *mirror glaze*
- f. Memotong *peel ply* sesuai lebar dan panjang lakban hitam
- g. Memotong *flow media* sesuai lebar dan panjang lakban hitam
- h. Memasang *spiral tube* dan *T-conector* di atas *flow media*
- i. Memasang *sealent tape* dan buka pembungkus *sealent tape*
- j. Memasang *bag film* pada *sealent tape*
- k. Memasang *flow tube* pada *bagging* dan *vacuum trap*
- l. Menutup tutup *flow tube-in* dengan tang penjepit
- m. Menyalakan pompa vakum
- n. Mematikan pompa vakum dan periksa kebocoran pada sistem *vacuum bag* dengan durasi waktu 30 menit
- o. Mempersiapkan dan menimbang resin yang akan digunakan pada gelas plastik

- p. Menyalakan pompa vakum dan buka *flow tube-in* yang telah tersambung pada gelas resin
- q. Mematikan pompa jika resin telah mengalir pada *flow tube-out*
- r. Membuka *bagging* pada cetakan, jika komposit telah *full cure*
- s. *Finishing* komposit/spesimen dengan gerinda.



Gambar 1. Vacumm Infusion Resin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *Impact* dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Pengujian *Impact* bertujuan untuk mengetahui energi yang diserap dan harga *impact* komposit.



Gambar 2. Alat Uji Impact

Berdasarkan hasil Pengujian Impak Komposit serat kulit pohon waru dengan variasi penambahan serbuk alumina 5 gram, 7,5 gram, dan 10 gram, maka dapat dilihat energi impak dari tiap spesimen pada masing-masing variasi seperti pada gambar.

- Kedalaman takik (t_2) : 2 mm
- Massa Bandul (m) : 8,1 kg
- Jarak lengan pengayun (λ) : 620 mm
- Gaya gravitasi (g) : 9,81 m/s

Tabel 1. Data Uji *Impact* Komposit Serat Kulit Waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina 5 gram

No	Spesi- men	(t_1), mm	(w), mm	h_1 (mm)	h_2 (mm)	(α)	(β)
----	---------------	------------------	------------	---------------	---------------	--------------	-------------

1.	51	13,5	12	605	425	90	76
2.	52	14	12,6	605	450	90	78
3.	53	14	12	605	475	90	78
4.	54	14	11,8	605	450	90	78
5.	55	12,8	11,4	605	475	90	80

Tabel 2. Data Uji *Impact* Komposit Serat Kulit Waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina 7,5 gram

No	Spesi- men	(t ₁), mm	(w), mm	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	(α)	(β)
1.	751	12	10,9	605	450	90	78
2.	752	10,5	11	605	450	90	78
3.	753	12,3	11,5	605	425	90	76
4.	754	11,5	12,5	605	475	90	80
5.	755	12,5	11	605	475	90	80

Tabel 3. Data Uji *Impact* Komposit Serat Kulit Waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina 10 gram

No	Spesi- men	(t ₁), mm	(w), mm	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	α	β
1.	101	11	11	605	475	90	80
2.	102	11,3	12	605	450	90	78
3.	103	10,5	12,4	605	450	90	78
4.	104	10	11,3	605	450	90	80
5.	105	10	12,6	605	450	90	80

Untuk perhitungan luasan dan penampang *impact* dihitung berdasarkan hasil yang telah dilakukan pengujian patah, dengan rumus luas penampang ,

$$A = a \cdot b \quad (1)$$

Dimana:

- A = Luas penampang permukaan [mm²]
- a = Tinggi takik benda uji [mm]
- b = Lebar benda uji [mm]
- t₁ = Tebal benda uji [mm]
- t₂ = Kedalaman Takik [mm]

Contoh Perhitungan luas spesimen 53:

$$A = a \cdot b$$

$$A = (t_1 - t_2) \cdot b$$

$$A = (14 - 2) \cdot 12$$

$$A = 144 \text{ mm}^2$$

Perhitungan Berat Bandul (W), Newton

$$W = m \cdot g \quad (2)$$

Dimana:

- g = gravitasi [m/s²]
- m = massa bandul [kg]

Contoh perhitungan Berat Bandul:

$$W = 8,1 \cdot 0,00981$$

$$W = 0,079 \text{ Newton}$$

Perhitungan Energi yang diserap ΔE

$$\Delta E = W \ell (\cos\beta - \cos\alpha) \quad (3)$$

Dimana:

- W = berat bandul [N]

- ℓ = Panjang lengan pengayun [mm]
- cosβ = sudut akhir bandul [°]
- cosa = sudut awal bandul [°]

Contoh perhitungan Energi yang diserap ΔE spesimen 51

$$\Delta E = W \ell (\cos\beta - \cos\alpha)$$

$$\Delta E = 8,1 \cdot 9,81 \cdot 620,0 \cdot 2419$$

$$\Delta E = 11918,48 \text{ Joule}$$

Perhitungan Harga *impact* (Is):

$$I_s = \Delta E / A \quad (4)$$

Dimana:

- I_s = Kekuatan *impact* / *Impact strength* (joule/mm²)
- A = Luas penampang permukaan (mm²)
- ΔE = Energi yang dibutuhkan (joule)

Contoh perhitungan harga *impact* (Is) spesimen 101

$$I_s = \Delta E / A = 8554,92 / 99 = 86,41333 \text{ (joule/mm}^2\text{)}$$

Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Uji *Impact* Komposit Serat Kulit Waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina 5 gram

No	Spe- sim- en	luas spesime- n	(W), Newton	cos β - cos α	ΔE	I _s
1	51	138	0,079	0,241922	11918,48	86,37
2	52	151,2	0,079	0,207912	10242,94	67,74
3	53	144	0,079	0,207912	10242,94	71,13
4	54	141,6	0,079	0,207912	10242,94	72,34

Tabel 5. Data Hasil Perhitungan Uji *Impact* Komposit Serat Kulit Waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina 7.5 gram

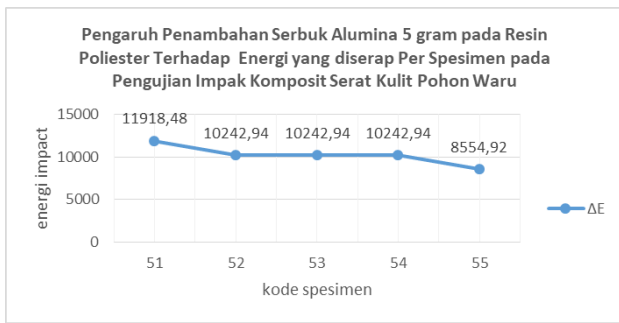
No	Spe- sim- en	luas spesime- n	(W), Newton	cos β - cos α	ΔE	I _s
1	751	109	0,079	0,207912	10242,94	93,97
2	752	93,5	0,079	0,207912	10242,94	109,55
3	753	118,45	0,079	0,241922	11918,48	100,62
4	754	118,75	0,079	0,173648	8554,92	72,04

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Uji *Impact* Komposit Serat Kulit Waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina 10 gram

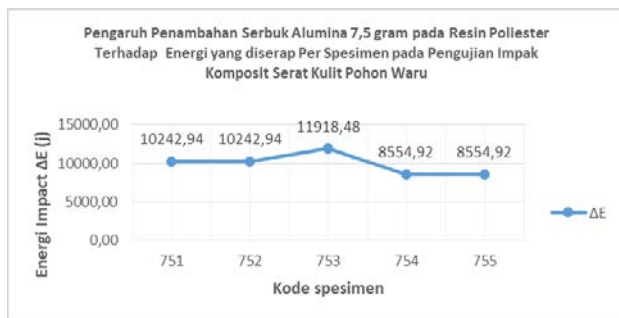
No	Spe- sim- en	luas spesime- n	(W), Newton	cos β - cos α	ΔE	I _s
1	101	99	0,079	0,173648	8554,92	86,41
2	102	111,6	0,079	0,207912	10242,94	91,78
3	103	105,4	0,079	0,207912	10242,94	97,18
4	104	90,4	0,079	0,173648	8554,92	94,63

Analisa Data Energi yang Diserap Pada Pengujian Impact Komposit Serat Kulit Pohon Waru dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina Per-Spesimen.

Analisa Data Harga Impact Pada Pengujian Impact Komposit Serat Kulit Pohon Waru dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina Per-Spesimen.



(a)



(b)



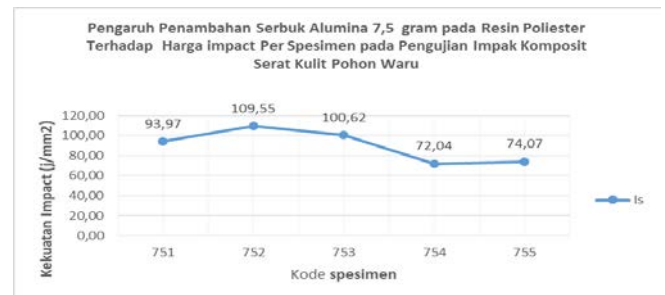
(c)

Gambar 3(a-c). Grafik pengaruh penambahan serbuk alumina 5 gram 7,5 gram dan 10 gram pada resin poliester terhadap harga *impact* per spesimen pada pengujian *impact* komposit serat kulit pohon waru

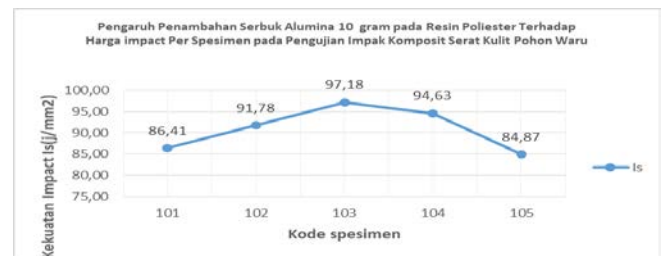
Berdasarkan hasil Pengujian *Impact* Komposit serat kulit pohon waru dengan variasi penambahan serbuk alumina 5 gram 7.5 gram dan 10 gram diatas dapat diketahui komposit yang menghasilkan energi yang diserap paling tinggi dari setiap variasi yaitu pada spesimen 51 yaitu sebesar 11918.48 joule, spesimen 753 sebesar 11918.48 Joule dan spesimen 102 dan 103 yaitu sebesar 10242.24 Joule. Hal ini membuktikan bahwa material komposit adalah material yang tergolong dalam material anisotropik yaitu sifat material yang tidak sama pada seluruh bagian dan material tidak homogen [5].



(a)



(b)



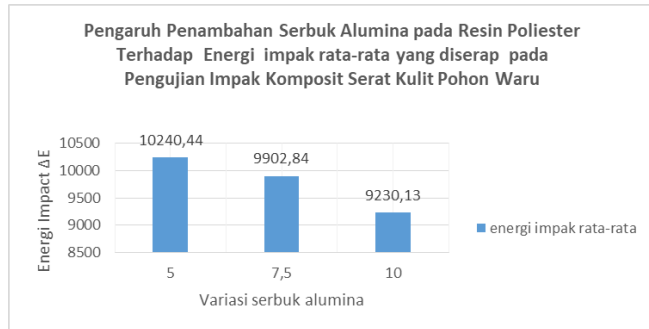
(c)

Gambar 4(a-c). Grafik pengaruh penambahan serbuk alumina (a) 5 gram 7,5 gram dan 10 gram pada resin poliester terhadap harga *impact* per spesimen pada pengujian *impact* komposit serat kulit pohon waru

Berdasarkan hasil Pengujian *Impact* Komposit serat kulit pohon waru dengan variasi penambahan serbuk alumina 5 gram 7.5 gram dan 10 gram diatas dapat diketahui komposit yang menghasilkan harga *impact* paling tinggi dari setiap variasi yaitu spesimen 51 yaitu sebesar 86,37 Joule/mm², Spesimen 752 sebesar 109,55 Joule/mm² dan spesimen 103 yaitu sebesar 97,78 Joule/mm².

Analisa Data Energi yang Diserap Pada Pengujian Impact Komposit Serat Kulit Pohon Waru dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina Rata-rata.

maka patahan yang terjadi pada masing-masing spesimen variasi sebagai berikut:



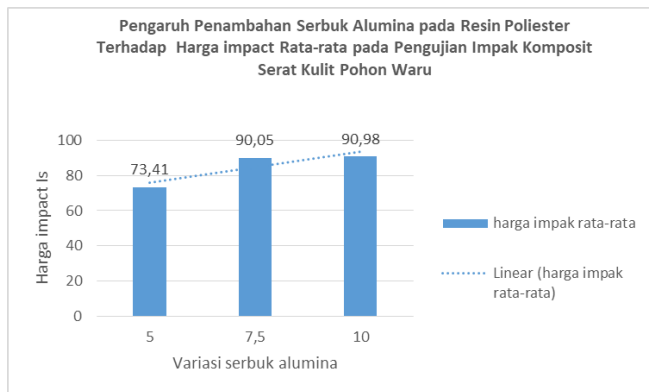
(a)

Gambar 5. Diagram Batang Energi Impact rata-rata

Pada gambar 5 di atas menunjukkan komposit serat kulit waru dengan variasi penambahan serbuk alumina 5 gram menghasilkan energi yang diserap paling tinggi yaitu sebesar 10240,44 Joule. Dan komposit serat kulit waru dengan variasi penambahan serbuk alumina 10 gram menghasilkan energi yang diserap paling rendah yaitu sebesar 9230.13 Joule Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak serbuk alumina yang ditambahkan energi *impact* yang diserap akan semakin rendah dan sebaliknya bahwa semakin sedikit serbuk alumina yang ditambahkan energi *impact* yang diserap akan semakin tinggi.

(b)

Analisa Data Harga Impact Pada Pengujian Impact Komposit Serat Kulit Pohon Waru dengan Variasi Penambahan Serbuk Alumina Rata-rata.



(c)

Gambar 6. Diagram Batang Harga Impact rata-rata

Pada gambar 6 di atas menunjukkan komposit serat kulit waru dengan variasi penambahan serbuk alumina 10gram menghasilkan harga *impact* paling tinggi yaitu sebesar 90,98 Joule/mm². Sedangkan komposit serat kulit waru dengan variasi penambahan serbuk alumina 5 gram menghasilkan harga *impact* paling rendah yaitu sebesar 73.41 Joule/mm². Hal ini membuktikan semakin ditambah variasi jumlah serbuk alumina semakin tinggi harga *impact* dan keuletan material komposit.

Berdasarkan uji *impact* komposit serat kulit waru variasi penambahan serbuk alumina yang telah dilakukan

Gambar 7(a-c). Foto Makro Patahan Komposit Serat Kulit Waru Variasi (a) Serbuk Alumina 5 gram (b) Serbuk Alumina 7.5 gram dan (c) Serbuk Alumina 10gram.

Analisa Foto Patahan Uji *Impact* Komposit serat kulit waru dengan variasi penambahan serbuk alumina pada gambar 7 menunjukkan bahwa patahan komposit 7(b) menunjukkan mekanisme *fiber pull out* ini terjadi karena ikatan antara serat dan matrik melemah apabila spesimen terkena beban kejut pendulum/bandul. Pada saat matrik mengalami kegagalan serat masih dapat menanggung beban sehingga proses terjadinya patahan tidak langsung getas. Ini menandakan bahwa beban terdistribusi sampai ke serat waru sehingga menyebabkan serat tertarik keluar. Sehingga membuat komposit menjadi semakin tangguh dalam menyerap beban.

Sedangkan pada gambar 7(a) dan 7(c) patahan menunjukkan hasil delaminasi pada lapisan serat komposit. Foto Patahan Uji *Impact* Komposit serat kulit waru dengan variasi penambahan serbuk alumina pada gambar 7 menunjukkan bahwa seluruh variasi penambahan serbuk alumina tidak dapat diprediksi hasil patahannya yang akan terjadi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil pengujian *impact* didapatkan energi yang diserap komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) variasi penambahan serbuk alumina metode *vacumm infusion* resin tertinggi pada variasi penambahan serbuk alumina 5 gram yaitu 10240,44 Joule.
2. Dari hasil pengujian *impact* didapatkan harga *impact* komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) variasi penambahan serbuk alumina metode *vacumm infusion* resin tertinggi pada variasi penambahan serbuk alumina 10 gram yaitu sebesar 90,98 Joule/mm².
3. Pola Patahan pada komposit uji *impact* dari variasi penambahan serbuk alumina metode *vacumm infusion* resin menunjukkan mekanisme *fiber pull out* pada variasi 7,5 gram dan delaminasi pada variasi 5 dan 10 gram

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. E. Saputra, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Ketangguhan *Impact* Komposit Berpenguat Serat Kulit Batang Waru (*Hibiscus Tiliaceus*)–Resin Epoxy," 2016.
- [2] M. Masdani and Y. Dharta, "Potensi Pengembangan Komposit Berpenguat Serat Kulit Gaharu Sebagai Material Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Dashboard," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 10, no. 01, pp. 33–38, 2018.
- [3] I. W. Widiarta, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, "PENGARUH ORIENTASI SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT ALAM BATANG KULIT WARU (*HIBISCUS TILIACEUST*) DENGAN MATRIK POLIYESTER," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 6, no. 1, pp. 41–57, 2018.
- [4] S. T. RUSNOTO and I. M. W. Wildan, "STUDI SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK KOMPOSIT EPOKSI-ALUMINA." Universitas Gadjah Mada, 2012.
- [5] A. R. Fadhillah, S. A. Setiyabudi, and A. Purnowidodo, "Karakteristik komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*) berdasarkan jenis resin sintetis terhadap kekuatan tarik dan patahan komposit," *Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 101–108, 2017.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)