

ANALISA UJI TARIK DAN UJI IMPAK KOMPOSIT PENGUAT KARBON, CAMPURAN EPOXY-KARET SILIKON 30%, 40%, 50%, RAMI, KENAF Matrik EPOXY

I Made Agung Dwipayana¹⁾, I Komang Astana Widi²⁾

Mahasiswa Teknik Mesin S1 ITN Malang¹⁾, Dosen Teknik Mesin ITN Malang²⁾

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

E-mail : agungdwipayana09@gmail.com

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan teknologi dalam industri manufaktur di era modern seperti sekarang ini menuntut adanya perbaikan dalam segi material yang memiliki sifat-sifat yang lebih baik tetapi ramah lingkungan, lebih kuat, ringan murah dan tahan lama seperti halnya penggunaan serat alam maupun serat sintesis untuk material komposit, oleh karena itu penulis akan meneliti komposit dengan variasi komposisi epoksi, karbon kevlar, serat rami, serat kenaf dan karet silikon sebagai penguat dengan presentase karet sebesar 30%, 40% dan 50%. Hasil dari pengujian kekuatan impact menunjukkan harga impact terbesar adalah pada 30% karet sebagai penguat yaitu sebesar 0,0217 Joule/mm², sedangkan harga impact terendah pada presentase karet 50% sebagai penguat yaitu sebesar 0,0186 Joule/mm². Hasil pengujian tarik menunjukkan kekuatan tarik terbesar adalah pada presentase karet silikon 30% sebagai penguat yaitu sebesar 9,67 Kgf/mm², sedangkan nilai kekuatan tarik terendah pada presentase karet 50% sebagai penguat yaitu sebesar 7,86 Kgf/mm². Maka presentase karet silikon yang paling baik digunakan pada material komposit serat karbon kevlar, serat rami, serat kenaf dan karet silikon sebagai penguat adalah presentase karet silikon 30%.

Kata kunci : Komposit, Karet Silikon, Laminasi, Uji Tarik, Uji Impact.

PENDAHULUAN

Kata komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti penyusun atau menggabung secara sederhana bahan komposit yang berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Jadi komposit adalah salah satu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih dari skala makroskopis untuk membentuk material

ketiga yang lebih bermanfaat. Komposit dan *alloy* memiliki perbedaan dari cara penggabungannya yaitu apabila komposit digabung secara makroskopis sehingga masih kelihatan serat maupun matriknya (komposit serat) sedangkan pada *alloy* paduan digabung secara mikroskopis sehingga tidak lagi kelihatan unsur-unsur pendukungnya (Jones, 1975).

Dewasa ini semakin berkembangnya penggunaan dan pemanfaatan material komposit, seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan tersebut yang semakin meluas mulai dari peralatan rumah tangga, sampai sektor industri skala kecil maupun industri skala besar (Wijoyo, 2013). Dalam perkembangannya serat yang digunakan tidak hanya serat sintetis tetapi juga serat alami. Komposit serat alam memiliki keunggulan lain dibandingkan dengan serat gelas, komposit serat alam sekarang lebih banyak digunakan karena jumlahnya yang banyak dan ramah lingkungan dan mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan dengan serat gelas (Muandar, 2013 :52).

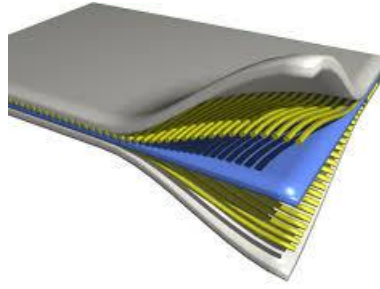
Penggunaan serat alam ini untuk material komposit sangat baik mengingat ketersediaannya melimpah dan bisa diperbarui karena dapat di budidaya. Selain bagus untuk material komposit jika benar-benar dimanfaatkan dengan baik juga akan memberikan dampak positif terhadap keuntungan bagi petani. Oleh sebab itu penulis ingin mengembangkan sifat mekanis dari komposit dengan matrik epoxy yang diperkuat dengan serat karbon kevlar, serat rami, serat kenaf dan karet silikon dengan presentase 30%, 40% dan 50% sebagai penguat dengan metode laminasi yang diharapkan memiliki kekuatan tarik dan kekuatan impact yang lebih baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu :

1. Penguat, yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih rigid serta lebih kuat.
2. Matrik, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah.

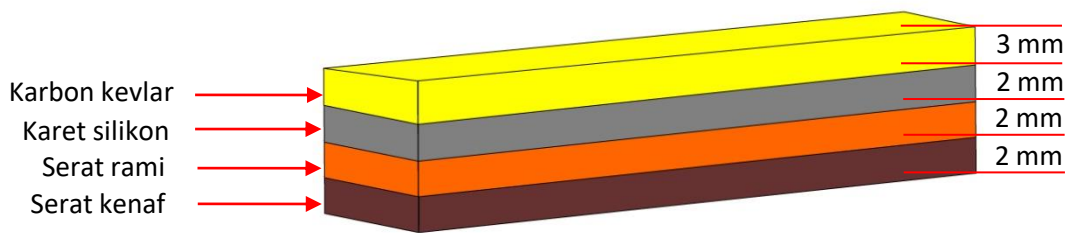
Komposit matrik polimer dan komposit matrik karbon (umumnya ditunjukkan sebagai komposit karbon-karbon). Komposit matrik karbon sebenarnya dibentuk dari komposit matrik polimer melalui pemasukan langkah ekstra dari kombinasi dan densifikasi matrik polimer asal. Kelompok kedua merujuk pada bentuk penguatnya, misalnya penguat serbuk, penguat *whisker*, serat memanjang dan komposit tenunan.



Gambar 1. Contoh lapisan pada komposit

Unsur penyusun bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat dan bahan pengikat serat yang disebut matrik (Epoxy).

1. Serat adalah salah satu unsur penyusun bahan komposit adalah serat, serat inilah yang terutama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, serta sifat-sifat mekanik lainnya. Serat inilah yang menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit. Ada dua jenis serat, yaitu serat alam maupun serat sintetik. Serat alam yang utama adalah kapas, wol, sutra dan rami. Sedangkan serat sintetik adalah rayon, polyester, akrilik, dan nilon. Masih banyak serat lainnya dibuat untuk memenuhi keperluan, sedangkan yang disebut di atas adalah jenis yang paling banyak dikenal. Secara garis besar dapat disebutkan bahwa serat alam adalah kelompok serat yang dihasilkan dari tumbuhan, binatang dan mineral. Penggunaan serat alam di industri tekstil dan kertas secara luas tersedia dalam bentuk serat sutera, kapas, kapuk, rami kasar, goni, rami halus dan serat daun.
2. Epoxy merupakan resin cair yang mengandung beberapa grup epoksida seperti *diglycidyl ether of bisphenol A* (DGEBA) yang memiliki dua grup epoksida. Proses curing dilakukan dengan cara menambahkan *curing agent*, misalnya *diethylene triamine* (DELTA) selama proses curing molekul-molekul DGEBA akan membentuk ikatan *cross-link*. Ikatan ini akan menghasilkan bentuk tiga dimensi yang disebut *network* dan akhirnya membentuk epoxy padat. Epoxy merupakan salah satu polimer termoset yang merupakan material serba guna yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Epoxy banyak digunakan dalam industry penerbangan maupun digunakan untuk peralatan olahraga. Ada berbagai jenis dan grade, sehingga bisa disesuaikan untuk aplikasinya. Pada penelitian ini specimen dibuat dengan metode laminasi yaitu disusun mulai dari serat karbon kevlar, karet silikon dengan presentase 30%, 40%,50%, serat rami, serat kenaf , susunan serat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penempatan susunan serat

Dalam pengujian tarik benda uji mengalami perlakuan tertentu yang berkaitan dengan tegangan. Secara matematik tegangan tarik dapat di tulis sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

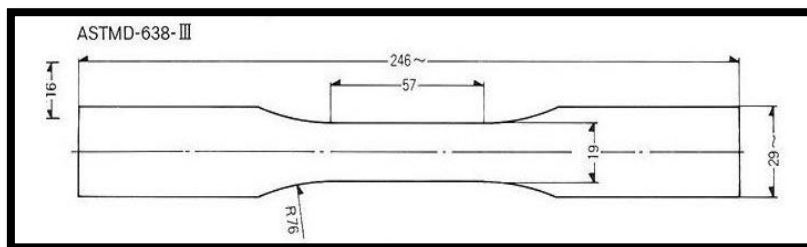
Dimana :

σ = Tegangan (N/mm²)

P = Beban Tarik (N)

A₀ = Luas penampang specimen awal (mm²)

Dalam pelaksanaan uji tarik, peneliti menggunakan standar ukuran spesimen yaitu ASTM D638 – Type III yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk specimen ASTM D638

Uji impact dilakukan untuk mengetahui keuletan suatu bahan atau material yang diberikan beban secara tiba-tiba. Cara kerja alat uji impact adalah dengan memukul benda yang akan diuji kekuatannya dengan pendulum yang berayun. Pendulum tersebut ditarik

hingga ketinggian tertentu lalu dilepas, sehingga pendulum tersebut memukul benda uji hingga patah (Irfan, M. 2017).

Usaha untuk mematahkan material atau spesimen dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$E = W \times R [\cos(\beta) - \cos(\alpha)] \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- E : Energi (joule)
- W : Weight of hammer
- R : Panjang lengan bandul
- β : Sudut akhir bandul
- α : Sudut awal bandul

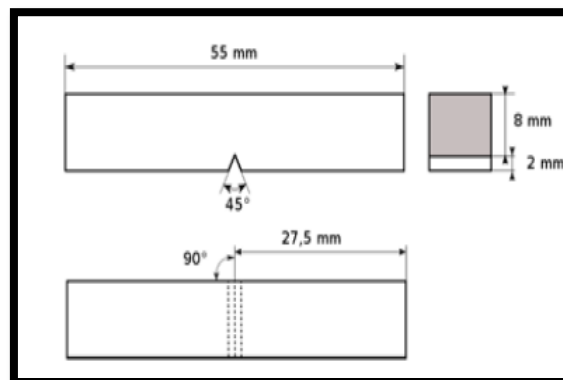
Harga impact dapat dihitung dengan rumus :

$$HI = \frac{E}{A_0} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

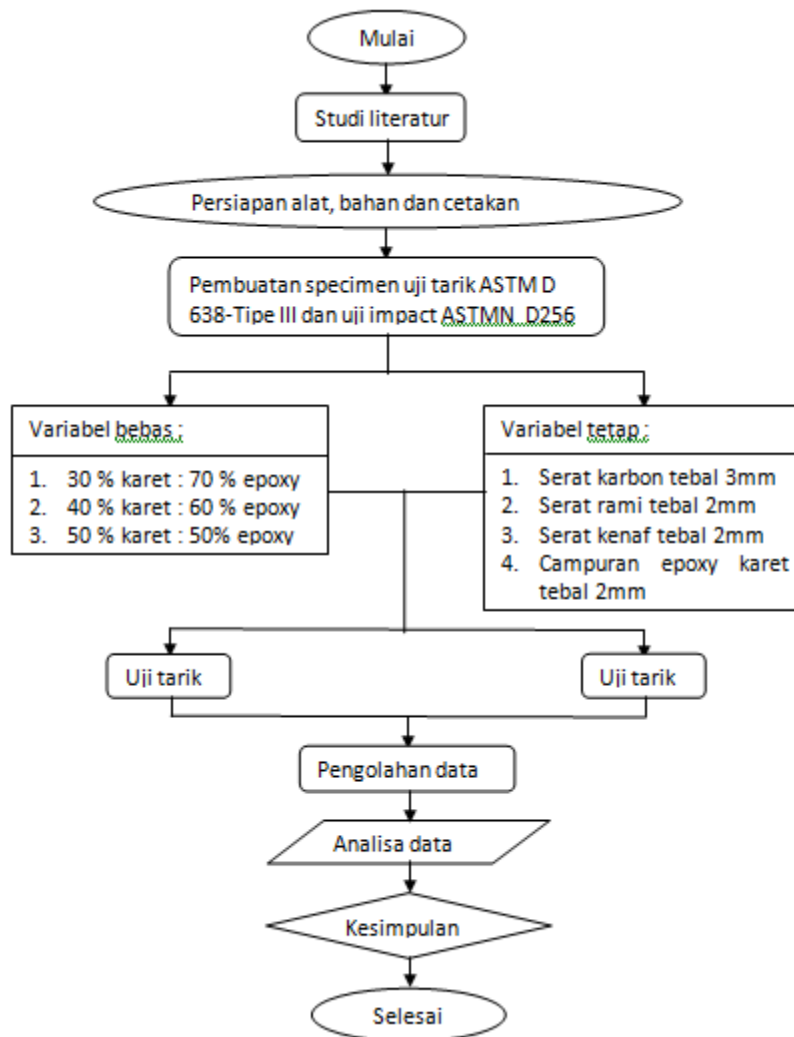
- HI : Harga impact (joule)
- E : Energi untuk mematahkan material
- A_0 : Luas penampang terkecil takik (cm^2)

Dimensi untuk spesimen uji impact dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Dimensi bahan pengujian impact ASTM D256

3. METODELOGI PENELITIAN



Gambar 5. Diagram alir penelitian

Alat penelitian

1. Mesin bor
2. Mesin gerinda
3. Gergaji kasar
4. Gergaji halus
5. Kunci kombinasi pas ring
6. Gunting
7. Kikir segi tiga
8. Alat pres cetakan
9. Cetakan
10. Rol cat
11. Kuas
12. Gelas takar
13. Amplas
14. Spet
15. Sarung tangan
16. Lap kain
17. Gelas tempat mencampur
18. Sendok
19. Timbangan gram digital
20. Jangka sorong

21. Mistar baja

Bahan yang digunakan

1. Wax
2. *Cling wrap*
3. Serat Penguat
 - a. Serat karbon kevlar
 - b. Serat rami
 - c. Serat kenaf
4. Matriks
 - a. Polimer *epoxy*
 - b. Karet silikon

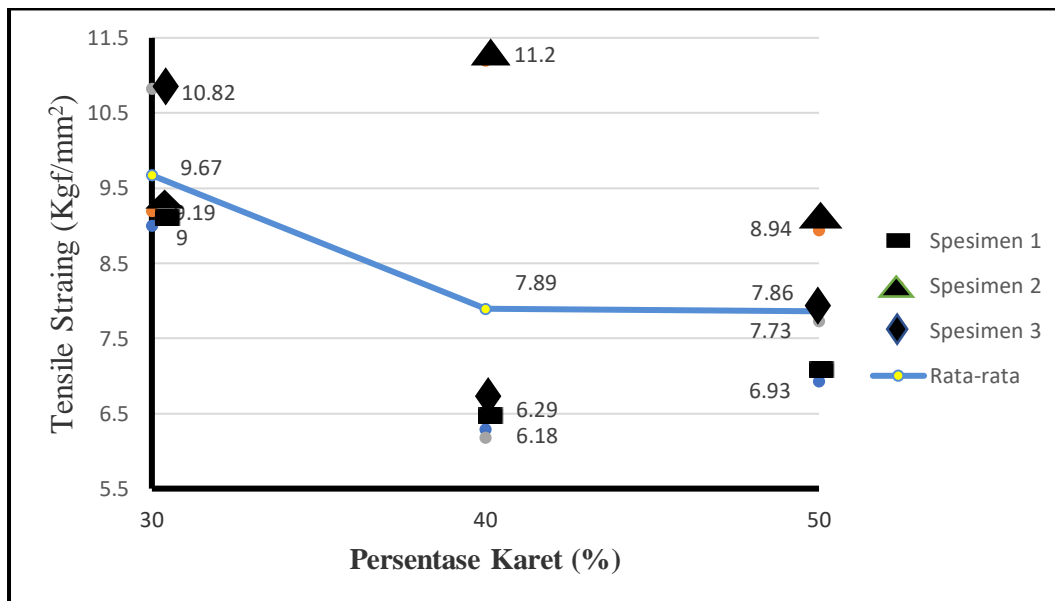
Penelitian ini dilaksanakan di LAB Teknik Mesin kampus 2 ITN Malang yang beralamat di JL. Raya Karanglo KM.2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65153 pada tanggal 10 sampai 11 Desember 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data hasil dari uji tarik

Presentase Karet	Jumlah Specimen	Area Mm ²	Max Force Kgf	0,2 % Y.S Kgf/mm ²	Tensile straing Kgf/mm ²	Elongation (%)
30%	1	252	2269	4,27	9,00	24
	2	252	2317	4,64	9,19	28
	3	252	2727	7,37	10,82	31
	Rata-rata				9,67	27,6
40%	1	252	1585	3,07	6,29	25
	2	252	2822	4,85	11,20	19
	3	252	1558	2,55	6,18	11
	Rata-rata				7,89	18,3

50%	1	252	1746	2,97	6,93	11
	2	252	2252	3,76	8,94	39
	3	252	1949	3,30	7,73	20
	Rata-rata				7,86	23,3



Grafik 1. Nilai rata-rata kekuatan tarik

Pada grafik 4.1 Menunjukkan bahwa material komposit dengan tambahan penguat campuran karet dan epoxy dengan persentase karet 30% memiliki rata-rata kekuatan tarik sebesar 9,67 Kgf/mm², kemudian pada penambahan persentase karet silikon 40% mengalami penurunan kekuatan dengan nilai rata-rata 7,89 Kgf/mm² atau turun sebanyak 18,4%, dan pada persentase 50% karet silikon kekuatan rata-rata komposit kembali turun menjadi 7,86 Kgf/mm² atau turun 18,7%. Bila dilihat dari data grafik yang tertera diatas, dapat dikatakan bahwa persentase campuran karet silikon 30% memiliki kekuatan tarik paling besar dibandingkan dengan persentase karet silikon 40% dan 50%. Dan persentase campuran karet silikon 40% memiliki elongitas terkecil yaitu sebesar 18,3%. Sedangkan elongitas terbesar terdapat pada campuran karet silikon 30% dengan elongitas sebesar 27,6%.

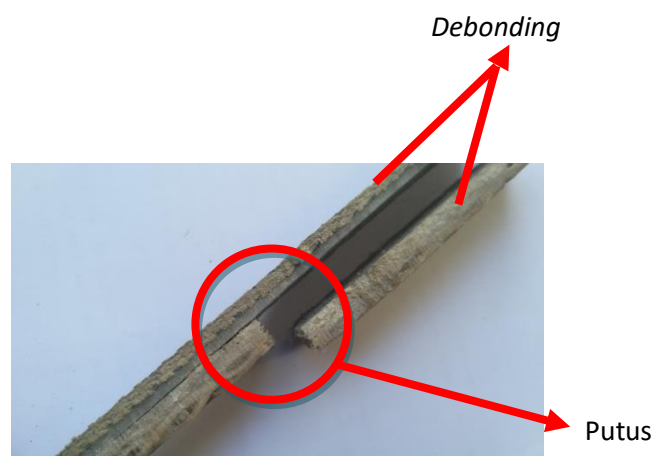
Analisa spesimen hasil uji tarik dengan 30% karet silikon



Gambar 6. Hasil uji tarik specimen karet silikon 30%

Pada gambar 6. merupakan hasil uji tarik pada specimen dengan persentase karet silikon 30%, dari gambar di atas dapat dilihat bahwa specimen mengalami putus secara keseluruhan, akan tetapi dimana saat proses pengujian ketika sepesimen ditarik dikarenakan tidak adanya transfer tegangan antar serat yang mengakibatkan serat rami dan serat kenaf tidak putus pada posisi yang sama dengan karet silikon dan serat karbon kevlar. Selain beda kekuatan material, penyebab lainnya yang menyebabkan specimen tidak putus pada posisi yang sama adalah dikarenakan metode pelapisan saat pembuatan specimen yang menggunakan metode laminasi yang dimana metode laminasi ini menumpuk semua serat penguat dan dipisah sesuai dengan jenis serat masing-masing, laminasi terdiri dari minimal dua lapisan yang berbeda yang terkait secara bersamaan, Iranpoo (2010).

Analisa spesimen hasil uji tarik dengan 40% dan 50% karet silikon

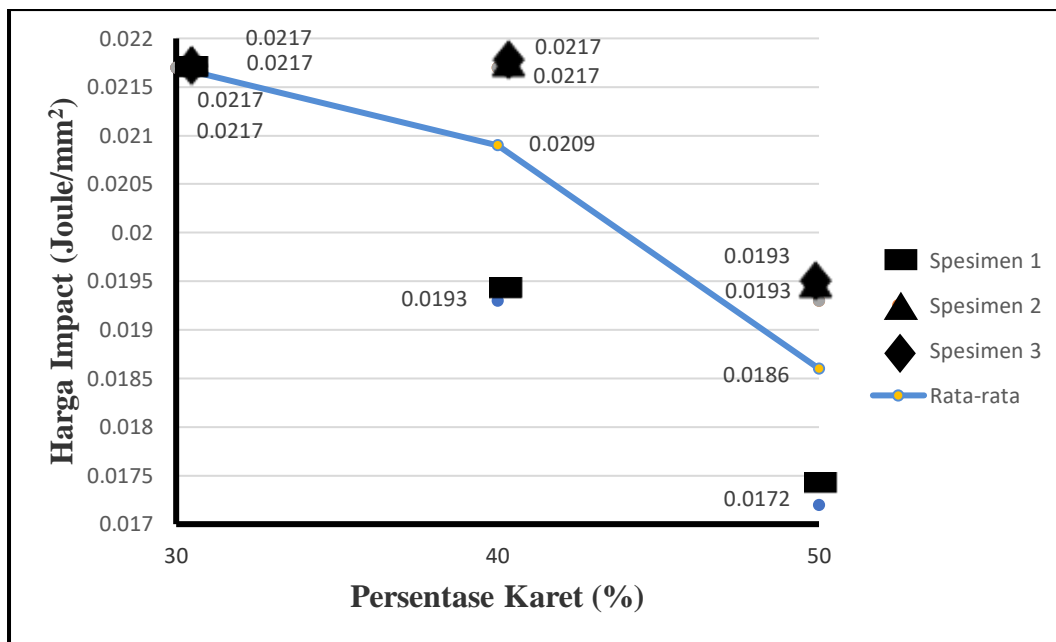


Gambar 7. Hasil uji specimen karet silikon 40% dan 50%

Pada gambar 7. merupakan spesimen dengan persentase karet silikon 40% dan 50%. Dari gambar 7. di atas dapat dilihat bahwa specimen tidak patah sempurna (hanya terjadi pada serat rami dan serat kenaf) pada saat dilakukan pengujian dimana saat spesimen ditarik terjadi ketidakseimbangan beban penarikan dikarenakan beda kekuatan material penyusun dan ikatan antar serat dan matriks yang lemah apabila diberi beban tarik, ikatan antar matriks dan serat akan mudah terlepas atau mengalami *debonding* sehingga mengurangi performa komposit secara keseluruhan. Niu (2001). Danang, S (2010) dalam landasan teori penelitiannya menulis “*debonding* disebabkan karena ikatan antar muka (*interfacial bonding*) yang lemah anatar serat dan matriks”.

Tabel 2. Data hasil energi impact dan harga impact

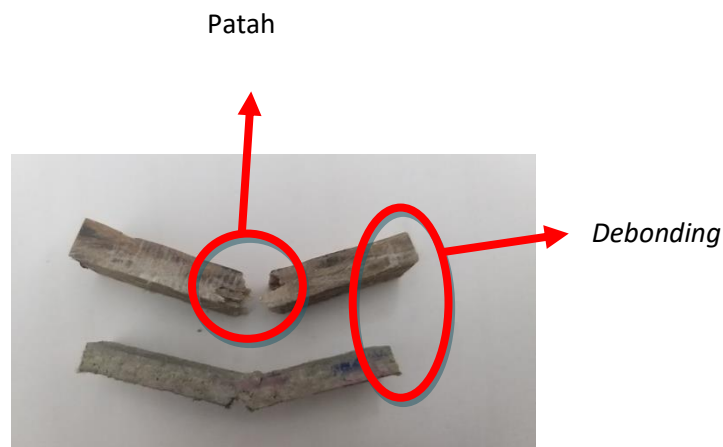
Presentase Karet	Nomor spesimen	(A°) (mm²)	(α) (°)	(β) (°)	Energi (Joule)	HI (Joule/mm²)
30%	1	80	45	36	1,736	0,0217
	2	80	45	36	1,736	0,0217
	3	80	45	36	1,736	0,0217
	Rata-rata				1,736	0,0217
40%	1	80	45	37	1,548	0,0193
	2	80	45	36	1,736	0,0217
	3	80	45	36	1,736	0,0217
	Rata-rata				1,673	0,0209
50%	1	80	45	38	1,378	0,0172
	2	80	45	37	1,548	0,0193
	3	80	45	37	1,548	0,0193
	Rata-rata				1,491	0,0186



Grafik 2. Nilai rata-rata harga impact

Pada grafik 4.2 menunjukkan data hasil pengujian impact material komposit dengan matriks epoxy berpenguat serat karbon kevlar, serat rami, serat kenaf dan karet silikon dengan variasi persentase karet silikon 30%, 40% dan 50%. Pada persentase 30% karet silikon harga impact (HI) rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 0,0217 Joule/mm², kemudian pada variasi persentase karet silikon sebanyak 40%, HI mengalami penurunan dengan rata-rata HI sebesar 0,0209 Joule/mm² atau mengalami penurunan sebanyak 3,6866%, dan data rata-rata harga impact (HI) terkecil terdapat pada komposit dengan persentase 50% karet silikon yaitu 0,0186 Joule/mm² atau mengalami penurunan sebanyak 14, 285%. Dari data grafik 4.2 dapat dijelaskan bahwa HI terbesar terdapat pada komposit dengan penguat campuran karet silikon dengan persentase karet silikon 30% yaitu sebesar 0,217 Joule/mm². Sedangkan HI terkecil dari data hasil penelitian dan grafik terdapat pada komposit dengan persentase karet silikon 50% yaitu sebesar 0,0186 Joule/mm².

Analisa spesimen hasil uji impact dengan 30%,40% dan 50% karet silikon



Gambar 8. Hasil uji impact specimen karet silikon 30%, 40% dan 50%

Pada gambar 8. menunjukkan patahan dari spesimen komposit variasi komposisi serat karbon kevlar, serat rami, serat kenaf dan karet silikon sebagai penguat dengan persentase karet silikon 30%, 40% dan 50%. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengujian impact, spesimen mengalami *debonding* antara karet silikon dan serat rami. Patahan terjadi hanya pada penguat serat rami dan serat kenaf. Danang, S (2010) dalam landasan teori pada penelitiannya menulis *debonding* merupakan mekanisme lepasnya ikatan antar muka pada material penyusun komposit saat terjadi pembebanan dan terkelupasnya serat dari matriks. Dari gambar 4.3 tersebut dapat kita lihat bahwa serat karbon kevlar dan karet silikon dapat menyatu dengan baik, hal tersebut terjadi setelah spesimen dilakukan pengujian impact. Terjadinya *debonding* antara karet silikon dengan serat rami menurut pengamatan secara visual karena karet silikon yang berbentuk lempengan dan tidak memiliki pori-pori sehingga matriks epoxy yang berfungsi sebagai pengikat tidak menempel dengan baik, berbeda dengan penguat lainnya yang merupakan serat-serat yang dirajut atau disatukan menjadi satu kesatuan sehingga matriks dapat menyatu dengan baik. Dari berbagai hal tersebut, bisa dikatakan bahwa terjadinya *debonding* antara karet silikon dengan serat rami adalah karena bentuk karet silikon berupa lempengan dan tidak adanya pori-pori untuk masuknya matriks epoxy ke celah-celah lempengan penguat karet silikon tersebut. Berbeda halnya dengan serat rami dan serat kenaf yang memiliki lubang atau celah masuknya matriks resin epoxy sehingga terjadi ikatan yang baik.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Hasil pengujian kekuatan impact menunjukkan harga impact terbesar pada presentase campuran karet silikon 30% yaitu sebesar sebesar 0,0217 Joule/mm², pada presentase campuran karet 40% mengalami penurunan 3,6866% dengan nilai rata-rata sebesar 0,0209 Joule/mm² sedangkan pada presentase karet silikon 50% mengalami penurunan sebanyak 14,285% dengan nilai rata-rata 0,0186 Joule/mm².
2. Hasil pengujian tarik menunjukkan kekuatan tarik terbesar pada presentase karet silikon 30% sebagai penguat yaitu sebesar 9,67 Kgf/mm², pada presentase karet silikon 40% mengalami penurunan 18,4% dengan nilai rata-rata 7,89 Kgf/mm² pada presentase karet silikon 50% mengalami penurunan 18,7% dengan nilai rata-rata 7,86 Kgf/mm².
3. Hasil dari specimen karet silikon 30% setelah pengujian tarik mengalami patah pada semua serat, sedangkan pada specimen karet 40% dan 50% karet silikon terlepas (*debonding*) antara karet silikon dan serat rami yang diakibatkan karena pada karet silikon berbentuk lempengan dan tidak memiliki pori-pori atau celah untuk masuknya matriks saat proses pembuatan specimen.
4. Hasil specimen setelah dilakukan pengujian impact adalah sama pada semua specimen karet silikon 30%, 40% dan 50% mengalami lepas (*debonding*) antara karet silikon dan serat rami yang berdasarkan pengamatan secara visual diakibatkan karena penguat karet silikon berbentuk lempengan dan tidak memiliki pori-pori atau celah untuk masuknya matriks. Pada specimen uji impact yang terjadi patah hanya serat rami dan serat kenaf sedangkan serat karbon kevlar dan karet silikon hanya bengkok.

Saran

1. Selalu memastikan dengan baik fraksi volume setiap campuran matriks epoxy maupun karet silikon dengan hardener dan mengaduknya secara merata saat pencampuran untuk mengurangi resiko terjadinya perbedaan lama waktu pengeringan, bahkan resiko tidak keringnya matriks sesuai rencana.
2. Setelah melakukan penyusunan serat maka specimen wajib di press dengan baik menggunakan alat peress guna mengurangi cacat porositas yang mengakibatkan berkurangnya kekuatan bahan, serta selalu pastikan ketebalan specimen sesuai dengan standar karena perbedaan ketebalan specimen menentukan hasil kekuatan.

3. Menggunakan pakaian dan alat *safety* pada saat proses pengerjaan specimen maupun saat pemotongan specimen menggunakan mesin jig karena debu saat proses pemotongan dapat menyebabkan rasa gatal yang cukup parah pada kulit dan berlangsung cukup lama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jones, R. M., 1975. *Mechanis Of Composite Materials*, Hemisphere Publishing Co., New York.
2. Wijoyo, dan Nurhidayat, 2013. *Kajian Ketangguhan Impak Komposit Sandwich Serat Aren Polyester dengan Core Gedebong Pohon Pisang*. Teknik Mesin Universitas Surakarta.
3. Muandar, I. 2013. *Kekuatan Tarik Serat Ijuk (Arengan Pinata Merr)*. <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/fema/article/view/63> [Diakses 6 Februari 2020]
4. Irfan, M. 2017. *Uji Impact Charpy*. <https://mirfandaniputra.wordpress.com/2017/01/07/uji-impact-charpy/> [Diakses 6 Februari 2020]
5. Irianpoo, *Material Komposit*, 2010, <http://irianpoo.blogspot.com/2016/01/material-komposit.html> [Diakses pada 23 Oktober 2019]
6. Niu, H. D and Wu, Z, S. 2001. *Interfacial Debonding Mechanism Influenced by Flexcural Crack in FRP-Strenghtened Beams*. Jurnal Structural Engineering.
7. Danang S, Hapsoro. 2010. *Pengaruh Kandungan Lem Kanji Terhadap Sifat Tarik dan Densitas Komposit Koran Bekas*. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.