

**ANALISA UJI TARIK DAN UJI IMPAK KOMPOSIT PENGUAT KARBON,
CAMPURAN EPOXY-KARET SILIKON 30%,40%,50%, RAMI, ANYAMAN
KAWAT MATRIK EPOXY**

I Gede Nyoman Rai Wijaya¹, Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT.²
Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dan kekuatan impact dari material komposit menggunakan campuran epoxy-karet yang digunakan sebagai penguat selain dari penggunaan serat rami, serat karbon dan anyaman kawat. Persentase fraksi volume karet yang ditambahkan pada epoxy adalah sebesar 30%, 40% dan 50%. Hasil pengujian tarik dengan hasil tertinggi ditunjukkan oleh spesimen dengan persentase 40% karet yaitu sebesar 74,17 MPa, dan hasil terendah pada pengujian tarik terdapat pada spesimen dengan persentase 50% karet yaitu sebesar 57,52 MPa. Hasil pengujian tarik ini merupakan hasil yang tidak sempurna karena spesimen mengalami debonding saat pengujian tarik. Pada pengujian impact, Harga Impact tertinggi terdapat pada spesimen dengan persentase karet 50% yaitu sebesar 29, 39 Kj/m². Sedangkan Harga Impact terendah terdapat pada spesimen dengan persentase 30% karet yaitu sebesar 24,70 kJ/m². Dari data pengujian impact tersebut, seiring dengan bertambahnya fraksi volume persentase karet, maka kekuatan impact material komposit semakin meningkat.

Kata kunci: Komposit, campuran epoxy-karet, kekuatan tarik,kekuatan impact

1. PENDAHULUAN

Komposit merupakan material teknik yang merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda serta masing-masing memiliki sifat dan karakteristik dari material penyusunnya. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan suatu sifat khusus dari material yang digabungkan namun sifat alami atau bawaan dari material penyusun masih tetap ada dan bila dipecah, material penyusun komposit masih bisa dilihat dengan kasat mata.

Material komposit terdiri dari matriks dan penguat. Matriks bisa dari polimer, keramik maupun logam, dan penguatnya dapat berupa serat baik itu serat alami maupun serat sintetis. Penggunaan material komposit dapat didesain dan disesuaikan dengan kebutuhan yang diinginkan. Polimer adalah material yang sering digunakan sebagai matriks dalam material komposit.

Mengingat bahwa resin polimer akan mengeras saat kering, sehingga produk yang dihasilkan akan terasa sangat kaku dan getas bila produk komposit memiliki lapisan yang agak tebal sehingga dibutuhkan material tambahan pada komposit untuk mendapatkan produk komposit yang keras,kuat,ringan, namun agak lentur.

Karet merupakan material polimer yang memiliki sifat lentur (*fleksible*) yang bisa didapatkan dari alam maupun sintetis. Material karet sendiri sudah banyak diaplikasikan

dalam berbagai bidang seperti transportasi yang dimana karet digunakan sebagai roda kendaraan yang diperkuat dengan serat sehingga roda kendaraan yang dihasilkan memiliki sifat kuat tetapi tetap lentur. Dalam penelitian yang dilakukan oleh I Wayan Sujana dan I Komang Astana Widi (2013), mereka melakukan penelitian dengan mencampur resin epoxy dengan silicone rubber sebagai matriks dalam material komposit dengan variasi penambahan silicone rubber sebanyak 10%, 20% dan 30%. Dalam pengujian tarik dan pengujian impact penelitian tersebut, didapatkan hasil bahwa dalam pengujian tarik “Kekuatan tarik (Tensile Strength) komposit semakin menurun seiring bertambahnya fraksi volume karet putih pada matriks, sedangkan regangan (elongation) meningkat”. Dan dalam pengujian impact “Semakin banyak fraksi volume karet putih yang ditambahkan, kekuatan impact komposit semakin meningkat”. Dalam penelitian tersebut penulis belum mengetahui apakah penambahan karet silikon di atas 30% pada epoxy mengalami kenaikan atau penurunan sehingga diperlukan kajian lebih lanjut.

Dari hal tersebut penulis ingin melakukan penelitian material komposit tentang penambahan campuran karet silikon pada epoxy dengan persentase penambahan karet sebesar 30%, 40% dan 50% sebagai penguat dalam komposit laminasi. Apakah dalam penggunaan campuran epoxy-karet sebagai penguat pada material komposit laminasi pada pengujian tarik dan pengujian impact mengalami kenaikan atau penurunan kekuatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposit

Komposit adalah suatu sistem material yang merupakan campuran dari dua atau lebih material yang berbeda namun sifat bawaan dari masing-masing material berbeda tersebut masih tetap ada dan diharapkan dapat saling melengkapi kelemahan-kelemahan yang ada pada material penyusunnya (Mawardi,I., & Lubis,H., 2018).

B. Komposit Laminasi

Komposit laminasi adalah komposit yang terbentuk dari beberapa lapisan yang berbeda dan terikat bersama.

C. Serat Alami

Serat alami adalah serat yang didapatkan dari alam khususnya serat seperti rambut, bulu, akar, dan batang yang diolah menjadi serat.

D. Serat Sintetis

Serat sintetis merupakan serat yang dibuat oleh manusia atau serat yang tidak berasal dari makhluk hidup. Serat sintetis memiliki beberapa kelebihan seperti tidak mudah rusak, awet dan tahan lama.

E. Elastomer

Elastomer adalah polimer yang menunjukkan regangan yang sangat besar dikenai tegangan, dan akan kembali ke dimensi semula jika tegangannya dihilangkan. Elastomer adalah polimer amorf yang mempunyai temperatur transisi kaca (T_g) di bawah temperatur kerjanya.

Perhitungan Pengujian Tarik

Perhitungan pengujian tarik yaitu untuk mengetahui tegangan pada tiap spesimen menggunakan rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

σ = Tegangan (N/mm²)

P = Beban Tarik (N)

A₀ = Luas penampang specimen awal (mm²)

Perhitungan Pengujian Impact

Pada perhitungan pengujian impact untuk mencari energi dan harga impact dengan menggunakan rumus :

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

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
 - A₀ : Luas penampang terkecil takik (cm²)
-

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan bahan penelitian

A. Alat penelitian

Mesin bor, Mesin gerinda, Gergaji kasar, Gergaji halus, Kunci kombinasi pas ring, Gunting, Kikir segi tiga, Alat pres cetakan, Kuas, Gelas takar, Amplas, Spet, Sarung tangan, Lap kain, Gelas tempat mencampur, Sendok, Timbangan gram digital, Jangka sorong, Mistar baja.

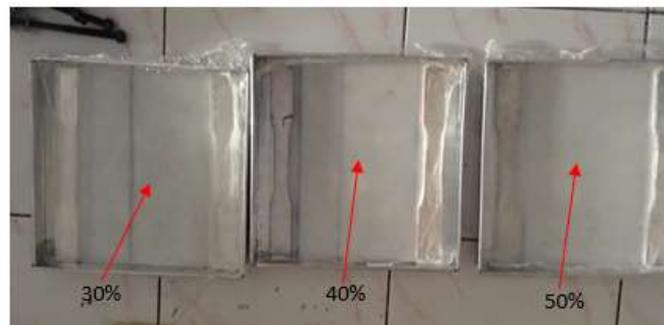
B. Bahan penelitian

Serat karbon kevlar, serat rami, anyaman kawat SS304, resin *epoxy*, *silicone rubber* RTV 888.

3.2 Pembuatan Spesimen

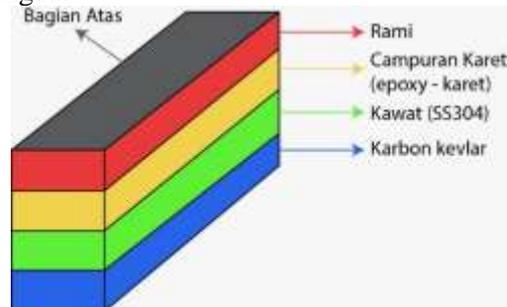
A. Pembuatan penguat campuran epoxy-karet

1. Campuran 70% epoxy dan 30% karet. (140 gram epoxy dan 60 gram karet silicon).
2. Campuran 60% epoxy dan 40% karet. (120 gram epoxy dan 80 gram karet silicon).
3. Campuran 50% epoxy dan 50% karet. (100 gram epoxy dan 100 gram karet silicon).



Gambar 1. Lempengan Penguat Campurann Epoxy-karet

B. Penempatan lapisan penguat



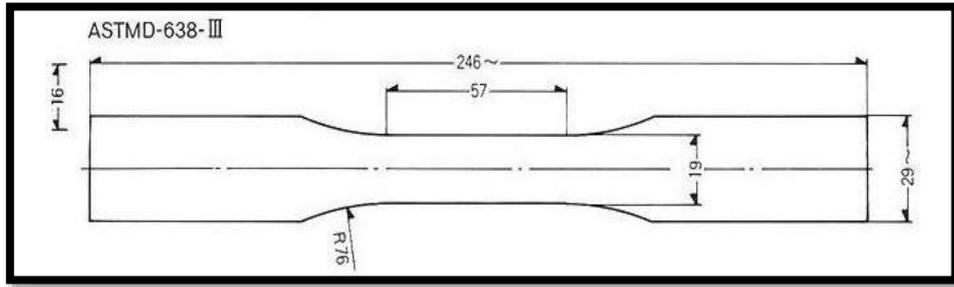
Gambar 2. Skema Laminasi Spesimen Komposit



Gambar 3. Hasil Laminasi Spesimen Komposit

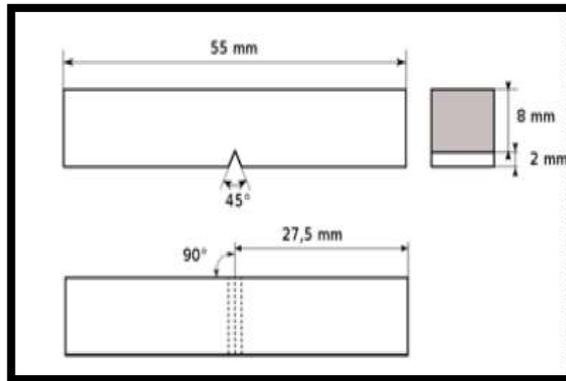
C. Dimensi Spesimen Untuk Pengujian Tarik dan Pengujian Impact

1. Standar dimensi spesimen uji tarik (ASTMD 638 Type III)



Gambar 4 Standar dimensi spesimen uji tarik (ASTMD 638 Type III)

2. Standar dimensi uji *impact* (ASTMD 256)



Gambar 5 Standar dimensi spesimen uji *impact* (ASTMD 256)

3.3 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Oktober 2019 sampai Januari 2020. Pengujian tarik dan impact dilaksanakan di Lab. Material Jurusan Teknik Mesin kampus ITN Malang,

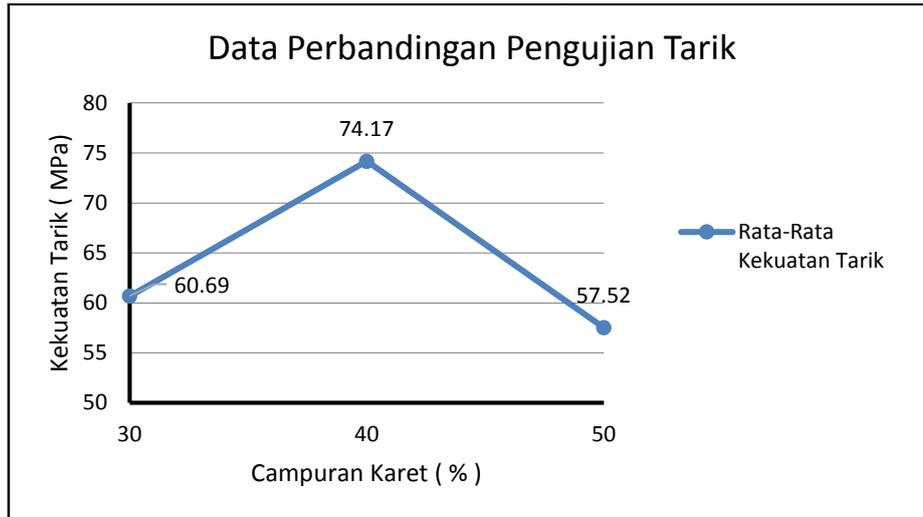
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan data hasil uji tarik

Tabel 1 Data hasil pengujian tarik

no	Variasi penguat (campuran karet)	Tebal carbon kevlar (mm)	Tebal epoxy-karet (mm)	Tebal anyaman kawat (mm)	Tebal anyaman rami (mm)	Area (A) mm ²	Gaya (Kgf)	Kekuatan tarik (MPa)
1	30 %	2	2	3	3	231	1335	56,58
2		2	2	3	3	231	1476	62,56
3		2	2	3	3	231	1502	63,74
Rata-rata								60,96
1	40%	2	2	3	3	231	1959	83,16
2		2	2	3	3	231	1757	74,16
3		2	2	3	3	231	1529	64,82
Rata-rata								74,17
1	50 %	2	2	3	3	231	1387	58,83
2		2	2	3	3	231	1327	56,29
3		2	2	3	3	231	1354	57,46
Rata-rata								57,52

Grafik 1. Data hasil pengujian tarik

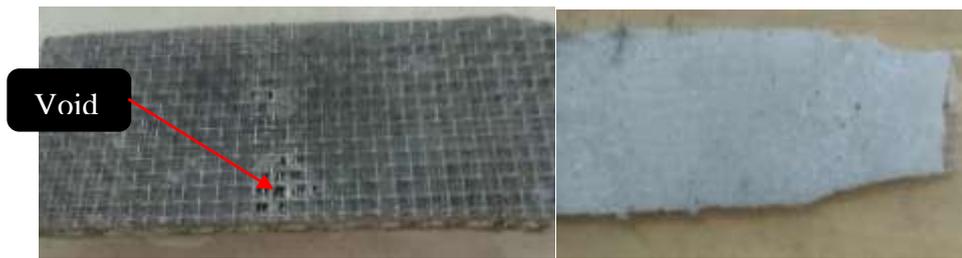


Bila dilihat dari data grafik 1, dapat dikatakan bahwa persentase campuran karet 40% memiliki kekuatan tarik terbesar dibandingkan dengan persentase karet 30% dan 50%. Sehingga bisa dikatakan bahwa semakin besar persentase kandungan karet maka kekuatan tarik material semakin menurun dikarenakan sifat karet yang ulet bila kandungannya semakin banyak. Akan tetapi dalam data hasil pelaksanaan pengujian tarik yaitu pada data hasil pengujian spesimen campuran epoxy-karet dengan persentase karet 30% yang dimana pada persentase 30% kekuatan tariknya lebih kecil yaitu 60,96 MPa dibandingkan dengan dengan persentase 40% karet dengan kekuatan tariknya sebesar 74,17 MPa. Hal ini bertentangan dengan data hasil pengujian yang dilakukan oleh Wayan Sujana, I Komang Astana Widi (2013) yang di dalam kesimpulan hasil pengujian tarik penelitiannya menyatakan bahwa “Kekuatan tarik (Tensile Strenght) komposit semakin menurun seiring bertambahnya fraksi volume karet putih pada matrik, sedangkan regangan (elongation) meningkat”. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada saat proses pengujian tarik, material tidak putus dengan sempurna (putus sebagian).

4.2 Pembahasan hasil patahan spesimen uji tarik



Gambar 6 Patahan Uji Tarik Persentase 30%, 40% dan 50 Karet



(A). Permukaan anyaman Kawat SS304

(B). Permukaan penguat Campuran epoxy-karet

Gambar 7 Permukaan Antar Lapisan Penguat Yang Mengalami Debonding.
A). Permukaan anyaman kawat SS304. B). Permukaan penguat campuran Epoxy-karet

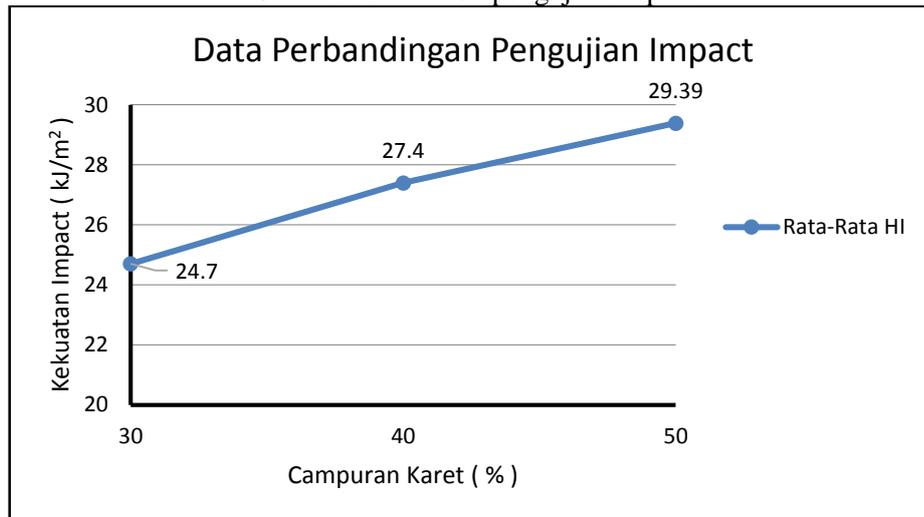
Gambar 6 Merupakan patahan pada spesimen pengujian tarik. Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa terjadi debonding. Debonding merupakan mekanisme lepasnya ikatan interface antar material penyusun komposit saat terjadi pembebanan dan terkelupasnya serat atau penguat dari matriks. Hal ini disebabkan ikatan antar muka (interfacial bonding) yang lemah antara serat dan matriks. Kondisi ikatan antar serat dan matrik yang lemah apabila diberi beban tarik, ikatan antara serat dan matrik mudah terlepas atau mengalami debonding sebelum dapat mendistribusikan beban pada penguat secara sempurna dan mengurangi performa komposit secara keseluruhan (Hapsoro, D.S.,2010). Cacat debonding dapat dilihat pada gambar 6 yang terjadi pada ikatan antar muka antara penguat campuran epoxy-karet dengan anyaman kawat SS304. Pada gambar 7 (B), menunjukkan permukaan atau interface antara anyaman kawat dengan penguat campuran epoxy-karet. pada permukaan penguat campuran epoxy-karet dapat dilihat bahwa permukaan penguat tersebut tidak memiliki celah atau pori sehingga matriks tidak bisa masuk untuk mengikat penguat tersebut.

4.3 Pengolahan data hasil uji impact

Tabel 2. Data hasil pengujian impact

no	Variasi penguat (campuran karet)	Tebal carbon kevlar (mm)	Tebal epoxy-karet (mm)	Tebal anyaman kawat (mm)	Tebal anyaman rami (mm)	Luas mm ²	α	β	Energi (Joule)	HI (kJ/m ²)
1	30 %	2	2	3	3	80	45	34	2,079	25,98
2		2	2	3	3	80	45	35	1,926	24,07
3		2	2	3	3	80	45	35	1,926	24,07
Rata-rata										24,70
1	40%	2	2	3	3	80	45	34	2,079	25,98
2		2	2	3	3	80	45	33	2,250	28,12
3		2	2	3	3	80	45	33	2,250	28,12
Rata-rata										27,40
1	50 %	2	2	3	3	80	45	32	2,403	30,03
2		2	2	3	3	80	45	33	2,250	28,12
3		2	2	3	3	80	45	32	2,403	30,03
Rata-rata										29,39

Grafik 2. Data hasil pengujian impact



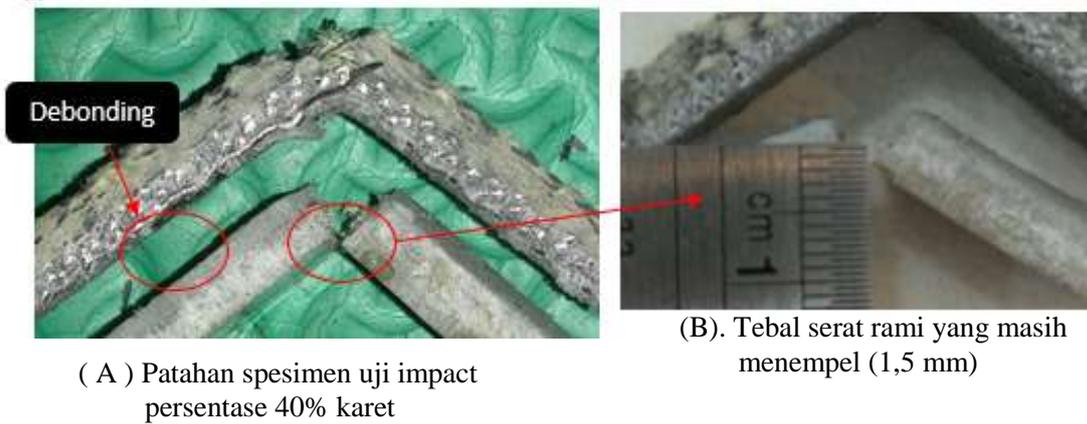
Pada grafik 2 Merupakan data hasil pengujian impact material komposit dengan matriks epoxy berpenguat serat rami, anyaman kawat, serat karbon kevlar dan campuran epoxy-karet dengan variasi persentase karet silicon 30%,40% dan 50%. Pada persentase 30% karet silicon harga impact (HI) rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 24,70 KJ/m². Kemudian pada variasi persentase karet silicon sebanyak 40%, HI mengalami peningkatan dengan rata-rata HI sebesar 27,40 kJ/m². Dan data rata-rata harga impact (HI) terbesar terdapat pada komposit dengan penguat campuran epoxy-karet dengan persentase karet 50% sebesar 29,39 kJ/m². Dari data hasil penelitian data dari grafik, dapat dipaparkan bahwa HI terbesar terdapat pada komposit dengan penguat campuran epoxy-karet dengan persentase karet sebesar 50% (29,39 kJ/m²). Sedangkan HI terkecil dari data hasil penelitian dan grafik terdapat pada komposit berpenguat campuran epoxy-karet dengan persentase sebesar 30% (24,70 kJ/m²).

Dari data hasil pengujian impact dan data dari grafik yang telah dipaparkan diatas, dapat dikatakan bahwa semakin besar variasi persentase penambahan karet pada penguat campuran epoxy-karet maka HI yang didapat akan semakin besar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh I Wayan Sujana, I Komang Astana Widi (2013). Yang dalam penelitiannya menyatakan bahwa “Semakin banyak fraksi volume karet putih yang ditambahkan, kekuatan impact komposit semakin meningkat”.

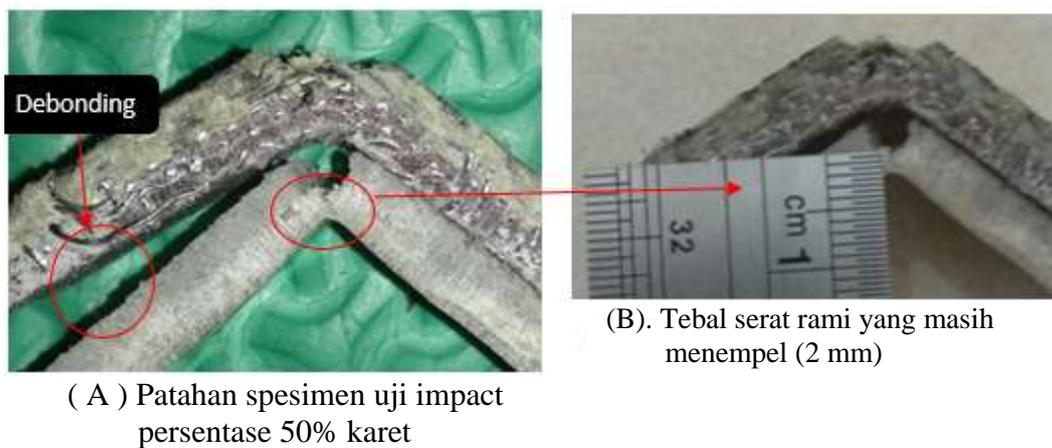
4.4 Pembahasan hasil patahan spesimen uji impact



Gambar 8 Patahan Spesimen Uji Impact Persentase 30% Karet



Gambar 9 Patahan Spesimen Uji Impact Persentase 40% Karet. A). Patahan spesimen uji impact Persentase 40% karet. B). Tebal serat rami yang masih menempel (1,5 mm).



Gambar 10 Patahan spesimen uji impact Persentase 50% karet A). Patahan spesimen uji impact Persentase 50% karet. B). Tebal serat rami yang masih menempel (2 mm).

Pada gambar 8 Merupakan patahan dari spesimen komposit dengan penguat serat rami, karbon kevlar, anyaman kawat dan campuran epoxy-karet dengan persentase karet 30%. Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengujian impact, spesimen mengalami patah keseluruhan pada penguat serat rami dan campuran epoxy-karet. Dari gambar tersebut pula dapat kita lihat bahwa serat rami dan campuran epoxy-karet dapat menyatu dan tidak lepas. Namun penguat campuran epoxy-karet dan serat rami mengalami patah keseluruhan yang dapat dilihat pada gambar 8 hal tersebut terjadi karena spesimen dengan penguat campuran epoxy-karet dengan persentase 30% karet memiliki Harga Impact paling kecil dibandingkan dengan spesimen dengan persentase karet 40% dan 50%.

Pada gambar 9 Merupakan patahan dari spesimen komposit dengan penguat serat rami, karbon kevlar, anyaman kawat dan campuran epoxy-karet dengan persentase karet 40%. dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengujian impact, spesimen mengalami patah pada penguat serat rami dan campuran epoxy-karet. namun masih ada serat rami yang masih melekat dengan ketebalan 1,5 mm yang dapat dilihat pada gambar 9 (B). Serat yang rami yang masih menempel pada patahan disebabkan karena penambahan persentase karet sebesar 40% pada penguat campuran epoxy-karet memiliki Harga Impact yang lebih besar dibandingkan dengan penguat dengan persentase 30% karet

Pada gambar 10 Merupakan patahan dari spesimen komposit dengan penguat serat rami, karbon kevlar, anyaman kawat dan campuran epoxy-karet dengan persentase karet 40%. dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengujian impact, spesimen mengalami patah pada penguat serat rami dan campuran epoxy-karet. namun masih ada serat rami yang masih melekat dengan ketebalan 2 mm yang dapat dilihat pada gambar 10 (B). Serat yang rami yang masih menempel pada patahan disebabkan karena penambahan persentase karet sebesar 50% pada penguat campuran epoxy-karet memiliki Harga Impact yang lebih tinggi dibandingkan dengan penguat dengan persentase 30% dan 40% karet karena Semakin banyak fraksi volume karet putih yang ditambahkan, kekuatan impact komposit semakin meningkat. (Sujana.W., Widi.I.K.A.,2013)..

Dari gambar patahan spesimen pengujian impact, dapat dilihat bahwa semua spesimen rata-rata mengalami debonding pada antar muka (interface) antara penguat campuran epoxy-karet dengan anyaman kawat karena kawat SS304 merupakan logam dan memiliki permukaan yang halus sehingga matrik epoxy memiliki daya lekat (adhesi) yang kecil pada kawat SS304. Dan daya lekat (adhesi) yang rendah juga terdapat pada interface antara penguat campuran epoxy-karet dengan anyaman kawat karena bentuk penguat campuran epoxy-karet berupa lempengan dan tidak adanya celah-celah masuknya matriks resin epoxy ke celah-celah lempengan penguat campuran epoxy-karet tersebut. Daya lekat juga dipengaruhi oleh kekasaran material sehingga semakin kasar suatu bahan, maka koefisien gesekan akan tinggi, dan adhesi juga akan meningkat (Hersyamsi, 2005).

Dari penjelasan tentang patahan yang terjadi pada tiap spesimen diatas maka dapat dikatakan bahwa lepasnya ikatan (debonding) antara penguat hasil camparan epoxy-karet dengan anyaman kawat. Hal tersebut terjadi karena daya lekat (adhesi) epoxy sebagai pengikat antara penguat campuran epoxy-karet dengan anyaman kawat memiliki daya lekat yang rendah sehingga perlu dilakukan penelitian lanjut tentang daya lekat epoxy dengan material-material pembentuk komposit laminasi.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Material komposit dengan tambahan penguat campuran karet dan epoxy dengan persentase karet 30% memiliki rata-rata kekuatan tarik sebesar 60,96 MPa. Pada penambahan persentase karet sebesar 40% mengalami kenaikan kekuatan rata-rata menjadi 74,17 MPa. Dan pada persentase 50% karet kekuatan rata-rata komposit kembali turun menjadi 57,52 MPa. Namun data tersebut kurang maksimal karena pada pengujian tarik, material tidak putus dengan sempurna alias putus sebagian karena beda kekuatan pada tiap material. Hal tersebut dapat terjadi karena metode pembuatan komposit menggunakan metode laminasi.
 2. Pada persentase 30% karet silicon haraga impact (HI) rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 24,70 kJ/m². Kemudian pada variasi persentase karet silicon sebanyak 40%, HI mengalami peningkatan dengan rata-rata HI sebesar 27,40 kJ/m². Dan data rata-rata haraga impact (HI) terbesar terdapat pada komposit dengan penguat campuran epoxy-karet dengan persentase karet 50% sebesar 29,39 kJ/m². Dari data hasil penelitian data dari grafik, HI terbesar terdapat pada komposit dengan penguat campuran epoxy-karet dengan persentase karet sebesar 50% (29,39 kJ/m²). Sedangkan HI terkecil dari data
-

hasil penelitian dan grafik terdapat pada komposit berpenguat campuran epoxy-karet dengan persentase sebesar 30% (24,70 kJ/m²).

3. Terjadinya debonding atau lepasnya ikatan antar muka komposit laminasi karena daya lekat (adhesi) yang lemah antara penguat campuran epoxy-karet dengan anyaman kawat.

5.2 Saran

1. Penelitian ini menggunakan metode hand lay up untuk pembuatan komposit. Bila menemukan metode yang lebih baik, maka lakukanlah metode tersebut untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. Perhatikanlah kondisi spesimen sebelum diuji. Karena dapat memengaruhi data hasil yang akan didapatkan nantinya.
3. Carilah metode dalam penganyaman serat alam. Karena karakteristik serat alam yang berserabut memiliki dimensi atau diameter yang berbeda bila diurai menjadi untaian seperti tali.
4. Untuk pembuatan spesimen, hendaklah lebih teliti agar pengikat atau resin dapat mengikat seluruh bagian penguat dalam material komposit.
5. Untuk penelitian selanjutnya bila menggunakan campuran epoxy-karet, coba lakukan dengan metode lain seperti metode serat acak, metode sandwich, atau metode lainnya.
6. Diperlukannya penelitian lebih lanjut tentang ikatan antar muka antara setiap penguat pada komposit laminasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Altari, S.M. 2016. *Pengembangan Komposit Dari Karet Ebonit Dengan Penguat Serat Rami Untuk Bahan Komponen Otomotif Penutup Spion Sepeda Motor*. [Skripsi] Surakarta (ID) : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anonim. 2019. Silicone Rubber. <http://id.rx-si.org/news/the-main-properties-of-silicone-rubber-4965402.html> diakses tanggal 20 Oktober 2019
- Anonim. 2019. Hand Lay Up. <https://www.sealersupply.com/Handlayup.html> diakses tanggal 20 Oktober 2019
- Biruni, AFA. 2018. *Analisa Serat Pelepah Palem Putri Dengan Sabut Kelapa Dalam Pembuatan Door Trim Mobil Model Matrik Komposit Terhadap Sifat Mekanik* [Skripsi] Malang (ID) : Institut Teknologi Nasional Malang.
- Dektiyin. 2012. Definisi Serat Dan Jenis-Jenisnya. <https://dektiyin.wordpress.com/2012/02/28/definisi-serat-dan-jenis-jenisnya/> diakses tanggal 19 Oktober 2019.
- Finanda, F. 2010. *Pengaruh Perbedaan Pigmen Dan Binder Pada Organic Coating Terhadap Ketahanan Korosi Dan Daya Lekat Pelapisan Yang Diaplikasikan Pada Pelat Baja Karbon Rendah* [Skripsi] Depok (ID) : Universitas Indonesia.
-

- Hadi, S. 2018. *Teknologi Bahan Lanjut*. Yogyakarta : ANDI
- Hapsoro, D.S.2010. Pengaruh Kandungan Lem Kanji Terhadap Sifat Tarik Dan Densitas Komposit Koran Bekas. [Skripsi] Surakarta (ID) : Universitas Sebelas Maret
- Hersyamsi.2005. Penggunaan Bahan Yang Mempunyai Nilai Adhesi Dan Koefisien Gesekan Dengan Tanah Yang Rendah Pada Landside Bajak Singkal Dalam Upaya Memperkecil Tahan Tarik [Disertasi] Bogor (ID) : Sekolah Pascasarjana Institut pertanian Bogor
- Irianpoo. 2016. Material Komposit. <http://irianpoo.blogspot.com/2016/01/material-komposit.html> diakses tanggal 23 Oktober 2019
- Kiswadi. 2017. Kekuatan Tarik Komposit Lamina Berbasis Anyaman Karung Plastik Bekas. [Skripsi] Semarang (ID) : Universitas Negeri Semarang
- Kurokime. 2015. Patah Getas Dan Patah Ulet. <https://kurokimebox.wordpress.com/2015/03/05/patah-getas-dan-patah-ulet-brittle-fracture-ductile-fracture/> diakses tanggal 10 Januari 2020
- Mawardi, Indra., Lubis, Hasrin. 2018. *Proses Manufaktur Plastik & Komposit*. Yogyakarta : ANDI.
- Mirfan, D. 2017. Uji Impact Charpy. mirfandaniputra.wordpress.com/2017/01/07/uji-impact-charpy diakses tanggal 19 Oktober 2019
- Nariyoh, N. 2013. *Teknologi Material Komposit*. <http://nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wpcontent/uploads/sites/7/2013/03/MaterialKomposit.pdf> diakses tanggal 22 Januari 2020.
- Prabowo, L. 2007. Pengaruh Perlakuan Kimia Pada Serat Kelapa (Coir Fiber) Terhadap Sifat Mekanis Komposit Serat Dengan Matrik Polyester [Tugas Akhir] Yogyakarta (ID) : Universitas Sanata Dharma.
- Sadino., Fajarin., Mukti, A.S., 2019. Pengaruh Proses Perlakuan Panas Normalizing Dan Pemanasan Kembali Dengan Annealing Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja Aar M201 Grade C. *Jurnal Teknik*.
- Safitri. 2012. Serat Sintetis. <https://blog.ub.ac.id/riskamaulanisafitri/2012/serat-sintetis/>, diakses 9 oktober 2019.
- Sathivel, M., Vijayakumar, S. 2017 Influence Of Stainless-Steel Wire Mesh On The Mechanical Behavior In A Glass-Fiber-Reinforced Epoxy Composit, 51 (3), 455-461. doi : 10.17222/mit.2016.063.
- Septyawan Dwi. 2010. Kevlar Komposit. <http://dwi-septyawan.blogspot.com/2010/01/kevlar-composite.html>, diakses tanggal 18 oktober 2019.
-

- Sinta. 2019. Karakteristik Cacat Komposit Epoxy Berpenguat Hybrid Anyaman Serat Karbon Dan Serat Basalt Pada Permesinan Drilling Proses. https://sinta.unud.ac.id/uploads/dokumen_dir/c985911d762b4e4cc466e1fb2fd52655.pdf diakses tanggal 10 Januari 2020
- Sujana, W. & Astana Widi, I.K. 2013. Pemanfaatan Silicon Rubber Untuk Meningkatkan Ketangghian Produk Otomotif Buatan Lokal. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 6 (1), 37-42
- Utomo.T, Rusnoto, Samyono.D, 2016. Analisa Sifat Mekanis Komposit Metrik Epoksi Diperkuat Serbuk Cangkang Telur Itik Untuk Roda Gigi Transportir Pada Mesin Bubut. *Jurnal Teknik*, 12 (6), 57-63
- Znanzhu. 2017. Standard Tensile Test ASTM D 638 Specimen Type I-V. <http://www.thingivers.com/thing:2332080> diakses tanggal 19 Oktober 2019
-