

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Pengolahan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengujian mekanik yang terbagi menjadi dua jenis pengujian, yaitu uji tarik dan uji impak dengan material komposit serat karbon kevlar, serat rami, serat agave serta karet dengan presentase 30%, 40% dan 50% sebagai penguat dengan matriks *epoxy*. Spesimen yang sudah diuji selanjutnya dianalisa dengan mengidentifikasi bentuk patahan dari specimen tersebut.

#### 4.1.1 Perhitungan Pengujian Tarik

Dari hasil pengujian dibuat dengan tiga variasi perbandingan penguat karet, serta masing-masing specimen dibuat rangkap tiga sebagai pembandingan. Spesimen yang dibuat dengan orientasi serat rajutan dan dianalisis perbedaan dari masing-masing sampel untuk mengetahui kekuata tariknya.

Dari hasil pengujian tarik yang dihasilkan oleh mesin uji tarik, maka dapat dirumuskan

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

Dimana :

F = Beban maksimal (Kg)

A<sub>0</sub> = Luas mula dari penampang awal (mm<sup>2</sup>)

Regangan ( persentase pertambahan panjang ) yang diperoleh dengan membagi perpanjangann ( $\Delta L$ ) dengan panjang ukur mula-mula benda uji.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Regangan (%)

L = Panjang Akhir (mm)

$L_0$  = Panjang Awal (mm)

Pembebanan tarik dilakukan terus menerus dengan menambahkan beban sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada benda berupa pertambahan panjang dan pengecilan luas permukaan dan akan mengakibatkan kepatahan dengan rumus sebagai berikut :

$$q = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100$$

Dimana :

Q = Reduksi penampang (%)

$A_0$  = Luas penampang mula ( $\text{mm}^2$ )

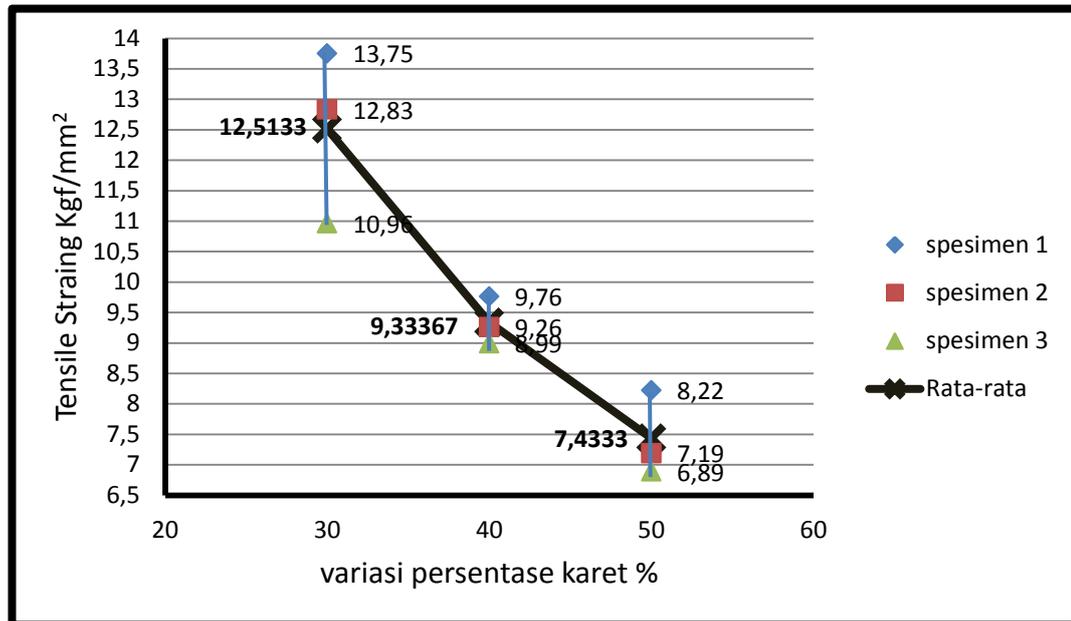
$A_1$  = Luas penampang akhir ( $\text{mm}^2$ )

#### 4.1.2 Pengolahan Data Hasil Uji Tarik

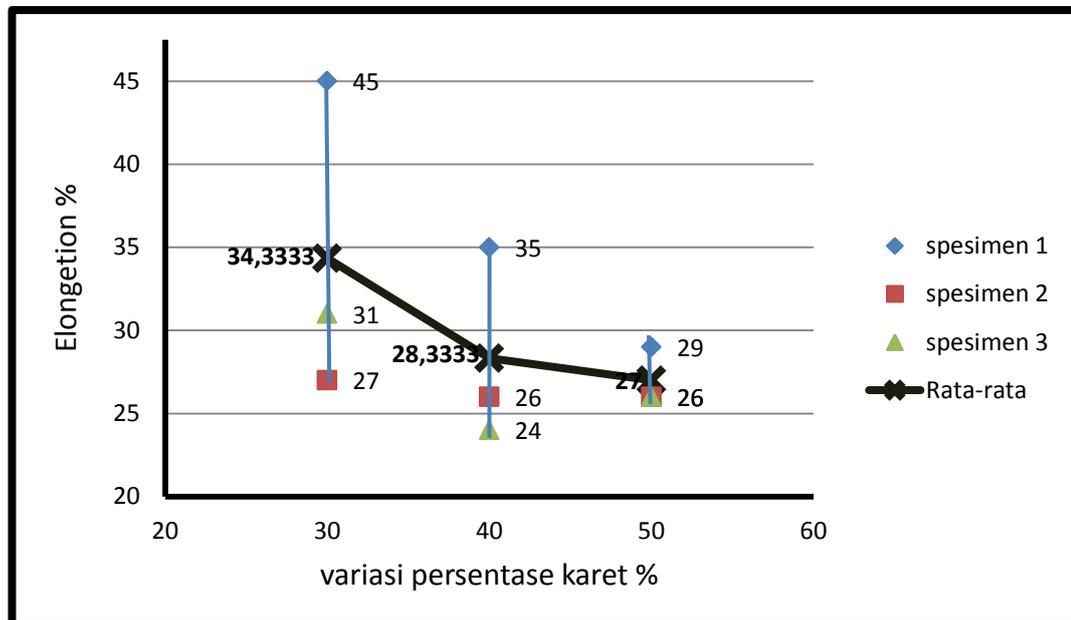
Dari pengujian tersebut didapat data komposit untuk masing-masing variasi persentase karet dimana disajikan pada table 4.1. terlihat bahwa setiap variasi campuran penguat karet dapat mempengaruhi kekuatan tariknya.

Tabel 4. 1 pengolahan data hasil uji kekuatan tarik

Variasi Persentase Karet	Jumlah Specimen	Area $\text{mm}^2$	Max Force Kgf	0.2% Y.S $\text{Kgf/mm}^2$	Tensile Straing $\text{Kgf/mm}^2$	Elongetion %
30%	1	252	3466	5.73	13.75	45
	2	252	3270	5.32	12.83	27
	3	252	2762	4.79	10.96	31
Rata-rata					12,5133	34,3333
40%	1	252	2468	3.95	9.76	35
	2	252	2332	3.98	9.26	26
	3	252	2265	3.89	8.99	24
Rata-rata					9,3367	28,3333
50%	1	252	2071	3.32	8.22	29
	2	252	1812	3.00	7.19	26
	3	252	1735	3.05	6.89	26
Rata-rata					7,4333	27



Grafik 4.1 Perbandingan Tensile Straing



Grafik 4.2 Perbandingan Elongetion

#### 4.1.3 Pembahasan Pengujian Tarik

Dari tabel 4.1 Menunjukkan bahwa material komposit dengan variasi penguat campuran karet dan *epoxy* dengan persentase karet 30% memiliki rata-rata kekuatan tarik sebesar 12,5133 Kgf/mm<sup>2</sup>. Kemudian pada penambahan persentase

karet sebesar 40% mengalami penurunan kekuatan dengan rata-rata 9,3367 Kgf/mm<sup>2</sup>. Dan pada persentase 50% karet kembali turun dengan rata-rata kekuatan 7,4333 Kgf/mm<sup>2</sup>.

Bila dilihat dari data grafik yang tertera diatas, dapat dikatakan bahwa persentase campuran karet 30% memiliki kekuatan tarik terbesar dibandingkan dengan persentase karet 40% dan 50%. Dan persentase campuran karet 40% memiliki elongitas terbesar yaitu 19%. Sedangkan kekuatan tarik yang terkecil pada spesimen dengan campuran karet 50% dengan elongitas terkecil yaitu 27%. Jadi semakin besar persentase kandungan karet pada material komposit maka kekuatan tarik material semakin menurun sama halnya dengan elongitas material yang juga menurun. Hal ini sejalan 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 pada regangan (*elongation*) didapat hasil yang tidak sejalan karena pada penelitian ini didapat bahwa reganganya semakin menurun seiring bertambahnya fraksi volume karet pada penguat”. hasil patahan spesimen pengujian akan dijelaskan pada sub bab 4.2.2.

#### 4.1.4 Pembahasan dan Analisa Spesimen Hasil Uji Tarik

1. Foto patahan specimen 30% karet silikon.



Gambar 4. 1 Foto hasil uji tarik spesimen 30% karet silikon



**Gambar 4. 2 Foto patahan salah satu specimen 30% karet silikon**

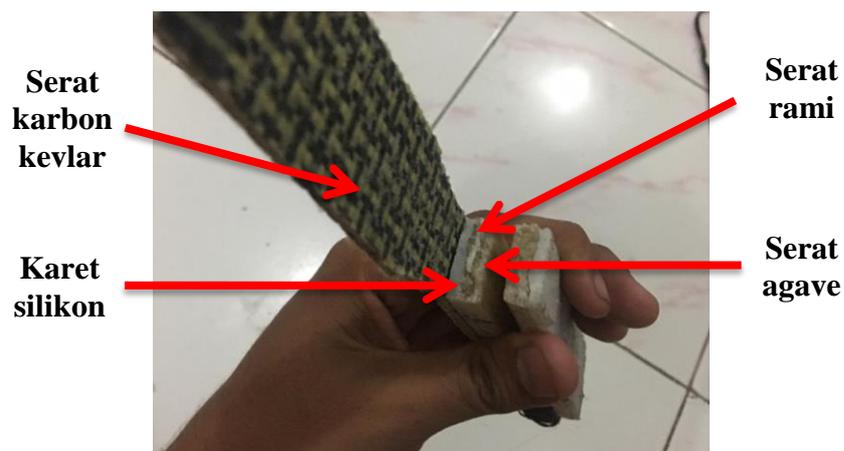
Menurut Matthew, 1999 perbedaan campuran unsur matrik dan serat akan menghasilkan kekuatan *adhesive* yang berbeda sehingga kekuatan *interface* pada setiap seratpun berbeda hal tersebut sangat berpengaruh pada kekuatan tarik suatu komposit.

Dapat dilihat bahwa specimen 30% mengalami patah secara keseluruhan serat, akan tetapi pada proses pengujian dimana saat spesimen ditarik dikarenakan tidak adanya transfer tegangan antar serat yang mengakibatkan dimana serat rami dan serat Agave patah tidak pada posisi yang sama dengan serat karbon kevlar dan karet silikon. Selain beda sifat mekanis material, penyebab lainnya yang menyebabkan spesimen tidak putus bersamaan adalah dikarenakan metode pelapisan saat pembuatan spesimen yang menggunakan metode laminasi yang dimana metode ini menumpuk semua serat penguat dan dipisah sesuai dengan jenis serat masing-masing.

2. Foto patahan specimen 40% karet silikon.



**Gambar 4.3 Foto patahan specimen 40% karet silikon**



**Gambar 4.4 Foto patahan salah satu specimen 40% karet silikon**

Dapat dilihat pada spesimen 40% hanya 1 spesimen yang patah secara keseluruhan penguatnya sedangkan 2 spesimen yang lain patah terjadi hanya pada penguat karet silikon, serat rami dan agave untuk serat karbon kevlar tidak terjadi patah.

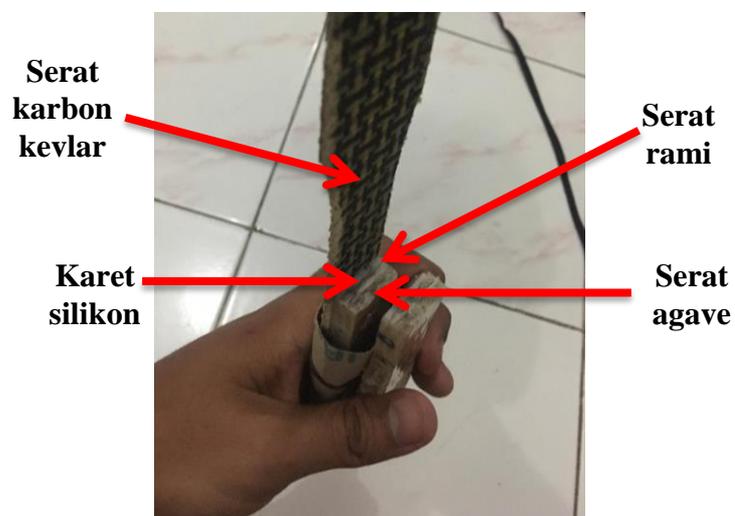
Pada gambar 4.4 merupakan patahan pada salah satu spesimen yang tidak patah pada keseluruhan penguat dikarenakan kondisi ikatan antar serat dan matrik yang lemah apabila diberi beban tarik, ikatan antara serat dan matrik mudah terlepas atau mengalami *debonding* dan mengurangi performa komposit secara keseluruhan (Niu. 2001). Pada proses pengujian dimana saat spesimen ditarik

terjadi ketidakseimbangan beban penarikan dikarenakan beda sifat mekanis material penyusunnya. Selain beda sifat mekanis material, hal yang menyebabkan hanya penguat karet silikon, serat rami dan agave yang patah adalah dikarenakan metode laminasi yang dimana metode laminasi ini menumpuk semua serat penguat sesuai dengan jenis serat penguatnya masing-masing metode tersebut berdampak dengan kurangnya daya ikat antar muka pada serat yang berbeda (Irianpoo. 2016). Sehingga pada proses uji tarik tidak adanya transfer tegangan antara serat karbon kevlar dengan serat/penguat yang yang lainnya. Dari spesimen dengan campuran karet 30% dan 40% dapat dilihat lepasnya ikatan antara serat terjadi pada penguat karet silikon.

3. Foto patahan specimen 50% karet silikon.



Gambar 4. 5 Foto patahan specimen 50% karet silikon



#### Gambar 4. 6 Foto patahan salah satu specimen 50% karet silikon

Pada Spesimen dengan persentase karet silikon 50% ketiga spesimen mengalami patah hanya pada penguat karet silikon, serat rami dan agave. Sama halnya dengan spesimen berpenguat karet silikon 40% hal tersebut karena tidak ada transfer tegangan pada serat karbon dengan penguat lainnya.

Antara spesimen 30%, 40% dan 50% terdapat kesamaan yaitu lepasnya ikatan *interface* selalau terjadi pada karet silikon, hal tersebut membuktikan bahwa karet silikon memiliki daya rekat yang lemah dengan material yang lain seperti pada serat karbon kevlar maupun dengan serat rami hal tersebut sangat mempengaruhi kekuatan tarik dari suatu material (Matthew, 1999), dan semakin bertambahnya fraksi volume karet semakin menurun kekuatan tariknya.

#### 4.1.5 Perhitungan Pengujian Impak

Pengujian impact dilakukan untuk mengetahui harga impact dari material komposit serat karbon kevlar, serat rami, serat agave serta karet dengan presentase 30%, 40% dan 50% sebagai penguat dengan matriks *epoxy*

Dari hasil pengujian impact yaitu ketahanan specimen terhadap pembenan dipersentasikan dengan besarnya energy yang diperlukan untuk mematahkan specimen tersebut. Besar energy yang terjadi dapat dihitung dengan rumus :

$$E = W \times R (\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$HI = \frac{E}{A_0}$$

Dimana : E = energy yang diserap (*joule*)

W = Berat pendulum (26,31)

R = panjang lengan pendulum

$\cos \beta$  = sudut akhir setelah pembebanan ( $^{\circ}$ )

$\cos \alpha$  = sudut awal specimen ( $45^{\circ}$ )

dimana : HI = Harga Impact (*joule/mm<sup>2</sup>*)

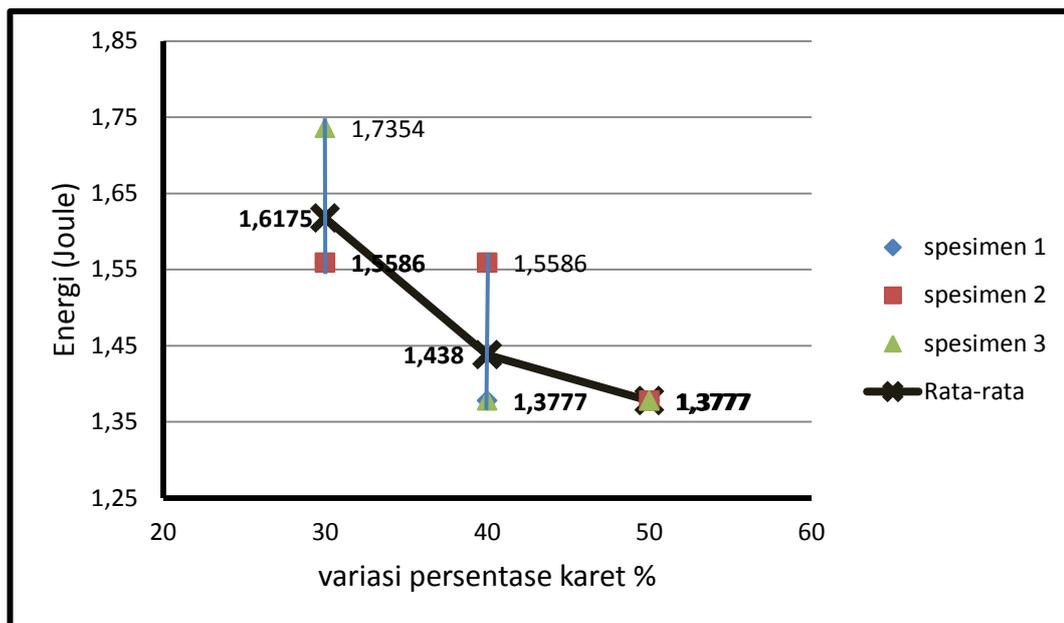
E = energy yang dibutuhkan untuk mematahkan Beban (*joule*)

A<sub>0</sub> = Luas Penampang (*mm<sup>2</sup>*)

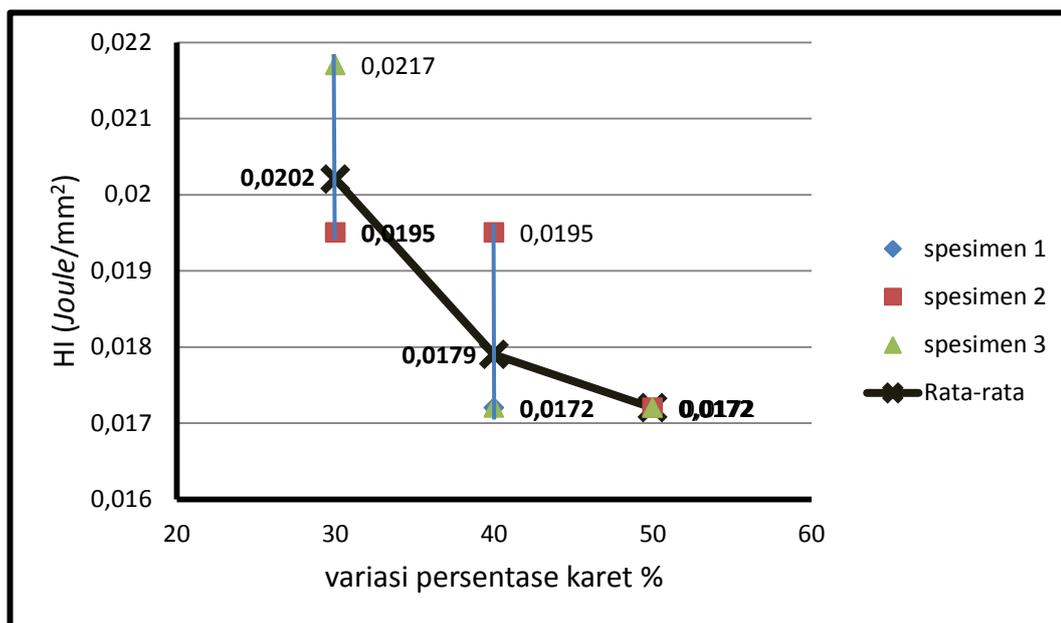
#### 4.1.6 Pengolahan Data Hasil Pengujian Impak

Tabel 4. 2 pengolahan data hasil uji impact

Variasi Persentase Karet	l (mm)	b (mm)	T (mm)	h (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Energi (Joule)	HI (Joule/mm <sup>2</sup> )
30%	55	10	10	8	80	45	37	1,5586	0,0195
	55	10	10	8	80	45	37	1,5586	0,0195
	55	10	10	8	80	45	36	1,7354	0,0217
Rata-rata								1,6175	0,0202
40%	55	10	10	8	80	45	38	1,3777	0,0172
	55	10	10	8	80	45	37	1,5586	0,0195
	55	10	10	8	80	45	38	1,3777	0,0172
Rata-rata								1,438	0,0179
50%	55	10	10	8	80	45	38	1,3777	0,0172
	55	10	10	8	80	45	38	1,3777	0,0172
	55	10	10	8	80	45	38	1,3777	0,0172
Rata-rata								1,3777	0,0172



Grafik 4.3 Perbandingan Energi



Grafik 4.4 Perbandingan HI

#### 4.1.7 Pembahasan Uji Impak

Hasil pengolahan data dengan material komposit serat karbon kevlar, serat rami, serat agave serta karet dengan presentase 30%, 40% dan 50% sebagai penguat dengan matriks *epoxy* di dapat grafik perbandingan dari rata-rata energi impact dan harga impact seperti pada tabel diatas. Pada spesimen dengan presentase karet 30% sebagai penguat didapat energi impact sebesar 1,6175 Joule dan harga impact sebesar 0,0202 Joule/mm<sup>2</sup> dengan kondisi material komposit yang kaku, dari presentase karet silikon 40% sebagai penguat didapat energi impact sebesar 1,438 Joule dan harga impact sebesar 0,0179 Joule/mm<sup>2</sup> dengan kondisi material komposit sedikit lembek, dan pada presentase karet silikon 50% sebagai penguat diperoleh energi impact sebesar 1,3777 Joule dan harga impact sebesar 0,0172 Joule/mm<sup>2</sup> dengan kondisi material komposit yang lembek.

Jadi komposit dengan energi impact dan harga impact terbesar adalah komposit dengan variasi presentase karet silikon 30% sebagai penguat sebesar 1,6175 Joule untuk energi impact dan 0,0202 Joule/mm<sup>2</sup> untuk harga impact, sedangkan energi impact dan harga impact terendah pada presentase karet 50% sebagai penguat yaitu sebesar 1,3777 Joule untuk energi impact dan 0,0172 Joule/mm<sup>2</sup> untuk harga impact.

Maka presentase karet silikon yang paling baik digunakan pada material komposit serat karbon kevlar, serat rami, serat agave dan karet sebagai penguat adalah presentase karet silikon 30%.

Dapat di ambil kesimpulan bahwa spesimen dengan presentase karet silicon yang paling baik digunakan pada material komposit serat karbon kevlar, serat rami, serat agave dan karet sebagai penguat adalah presentase karet silikon 30%. yang terbaik Karena memiliki nilai energi impak dan harga impact yang paling tinggi di bandingkan dengan variasi persentase karet yang lain.

#### 4.1.8 Pembahasan dan Analisa Spesimen Hasil Uji Impact

1. Foto patahan spesimen 30% karet silikon.



**Gambar 4. 7 Foto patahan specimen 30% karet silikon**

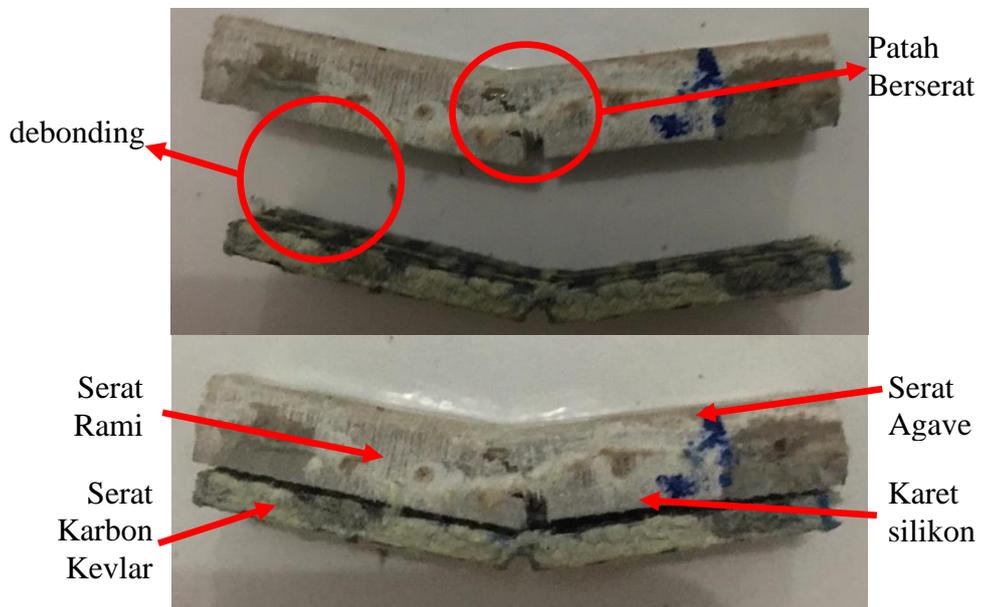


**Gambar 4. 8 Foto patahan salah satu specimen 30% karet silikon**

2. Foto patahan specimen 40% karet silikon.

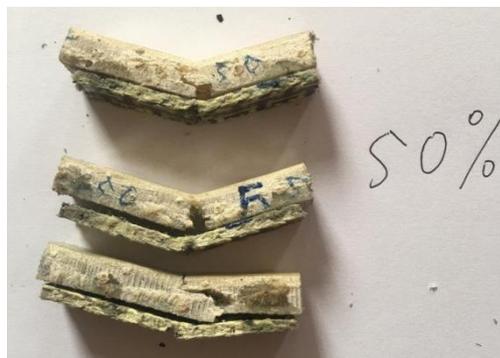


**Gambar 4. 9 Foto patahan specimen 40% karet silikon**

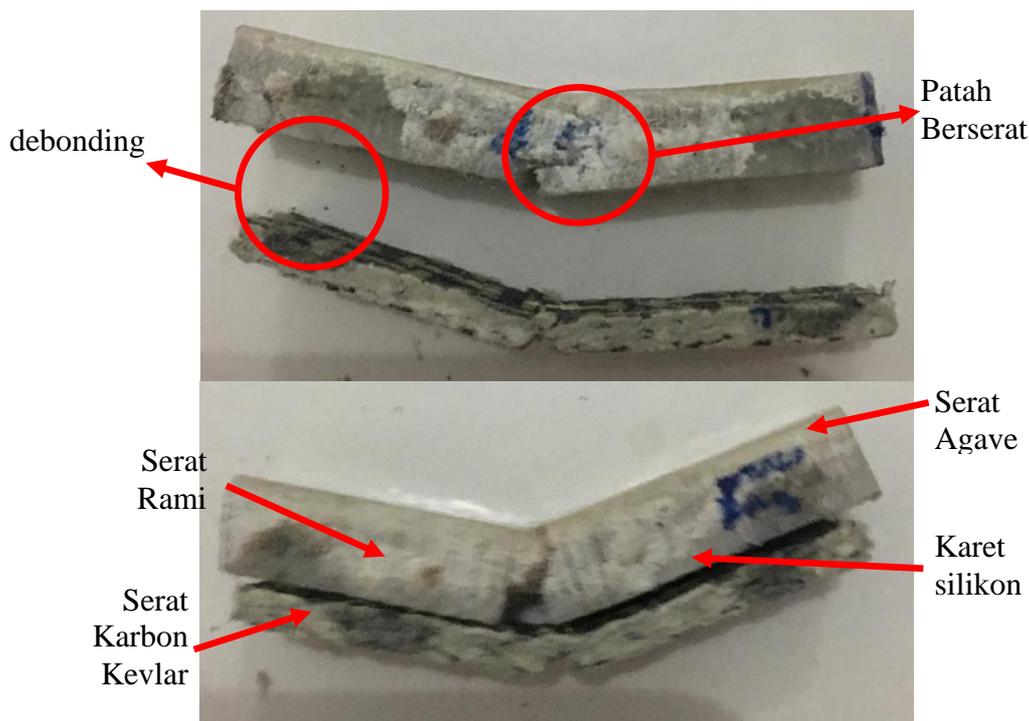


**Gambar 4. 10 Foto patahan salah satu specimen 40% karet silikon**

3. Foto patahan specimen 50% karet silikon.



**Gambar 4. 11 Foto patahan specimen 50% karet silikon**



**Gambar 4. 12 Foto patahan salah satu specimen 50% karet silikon**

Dapat dilihat pada semua spesimen uji impak terdapat *debonding* atau lepasnya ikatan antar serat dan matriks (Niu. 2001). Serat karbon kevlar lepas dengan karet silikon namun karet silikon masih menempel dengan serat rami dan agave. Terlepasnya antara serat karbon kevlar dengan karet silikon dan penguat lainnya dapat terjadi karena karet silikon berbentuk lempengan sehingga matriks *epoxy* yang berfungsi sebagai pengikat tidak menempel dengan baik dengan serat karbon, berbeda dengan serat rami dan agave karet silikon sebagai penguat menempel dengan baik. Dari berbagai hal tersebut, bisa dikatakan bahwa lepasnya ikatan antara serat karbon kevlar dengan penguat karet silikon dikarenakan menggunakan metode laminasi yang dimana metode laminasi ini menumpuk semua serat penguat sesuai dengan jenis serat penguatnya masing-masing yang mengakibatkan lemahnya ikatan antar serat (Irianpoo. 2016).

Selain lepasnya ikatan antara serat karbon kevlar dengan karet silikon dapat dilihat juga pada spesimen 30% pada penguat karet silikon, serat rami dan agave terjadi patah getas sedangkan pada spesimen 40% dan 50% terjadi patah berserat, hal tersebut terjadi karena pengaruh dari persentase penggunaan karet

silikon pada spesimen tersebut, semakin bertambahnya pesentase karet yang digunakan semakin ulet pula spesimen tersebut. Sifat ulet tersebut ditandai dengan adanya pelepasan ikatan antara matrik dan serat yang diteruskan dengan adanya pemunculan ujung serat yang patah pada permukaan patah (Arthur Dkk. 2013).