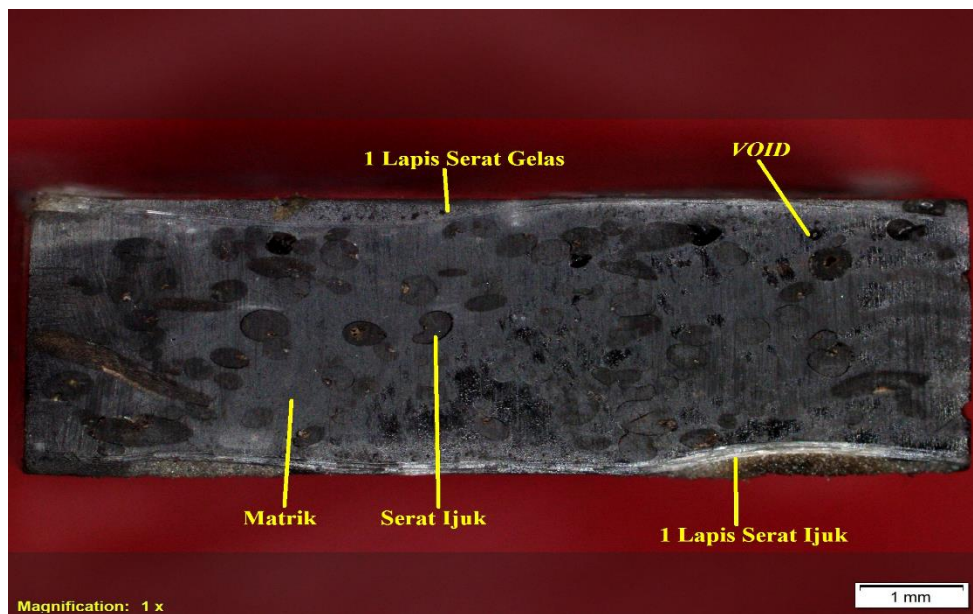


## BAB IV

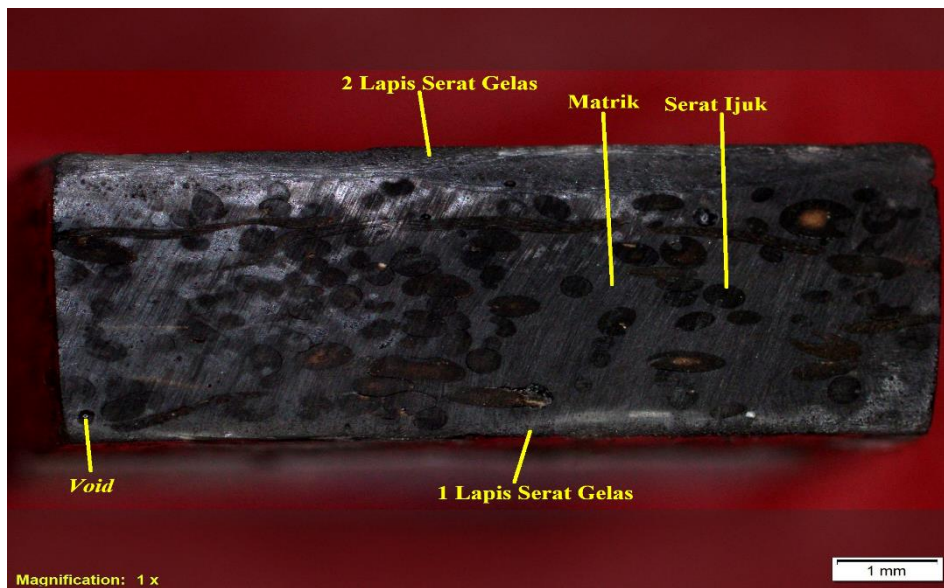
### HASIL PENGUJIAN DAN PENGAMATAN

#### 4.1. Distribusi Serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya dan diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi. Dalam penelitian ini menggunakan komposit *hybrid* dimana merupakan komposit gabungan antara tipe serat anyam dan serat acak (random). Tipe ini digunakan supaya dapat menggantikan kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya. Distribusi serat dapat dilihat pada gambar 4.1.



(a)



(b)

**Gambar 4.1.** Distribusi Serat Pada Spesimen Uji (a). Spesimen 2 Lapis Serat Gelas; (b) Spesimen Lapis 3 Serat Gelas.

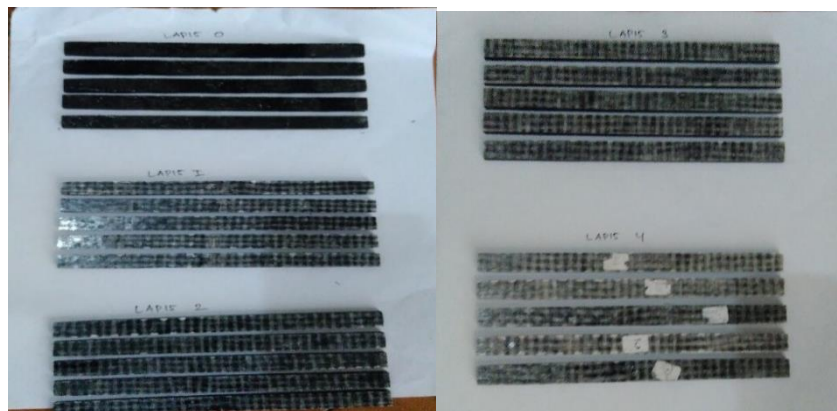
Pada gambar terlihat bahwa serat ijuk terdistribusi secara acak kesegala arah dan pada spesimen terdapat *void*, hal ini terjadi karena adanya gelembung udara yang terjebak diantara matrik kemudian pada saat penekanan gelembung udara tidak pecah.

#### 4.2. Hasil Pengujian Tekan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tekan, regangan tekan dan modulus elastisitas tekan material komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik *polyester* dengan kecepatan pembebanan uji tekan 2 mm/menit. Dari hasil pengujian tekan diketahui harga kekuatan, regangan dan modulus elastisitas tekan material komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas anyam dengan bermatrik *polyester*. Hasil pengujian ini diperoleh harga gaya tekan ( $F_{max}$ ) dan *deformasi* ( $\Delta L$ ). Harga kekuatan tekan didapat dari besarnya gaya *longitudinal* maksimum sampai spesimen tertekuk. Sedangkan *deformasi* didapat dari perpendekan panjang spesimen ketika ditekan dengan mesin uji.

**Tabel 4.1.** Karakterisasi *Polyester* (Zhou & Keller, 2005).

Property	Iso-Polyester	E-glass Fiber
Volume Fraction ( $V_f$ )	48%	52%
Tensile Modulus ( $E_t$ )	3.4 GPa	72.4GPa
Tensile Strength ( $f_t$ )	76 MPa	3.5 MPa
Compressive Strength ( $f_c$ )	117 MPa	N.A.
Onset of Glass Transition ( $T_{g,onset}$ )	85 °C	N.A.
Glass Transition Temperature ( $T_g$ )	117 °C	N.A.
Onset of Decomposition ( $T_{d,onset}$ )	255 °C	N.A.
Decomposition Temperature ( $T_d$ )	300 °C	N.A.
Softening Temperature ( $T_s$ )	N.A.	830 °C

**Gambar 4.2.** Spesimen Uji Tekan.

#### 4.2.1. Kekuatan Tekan

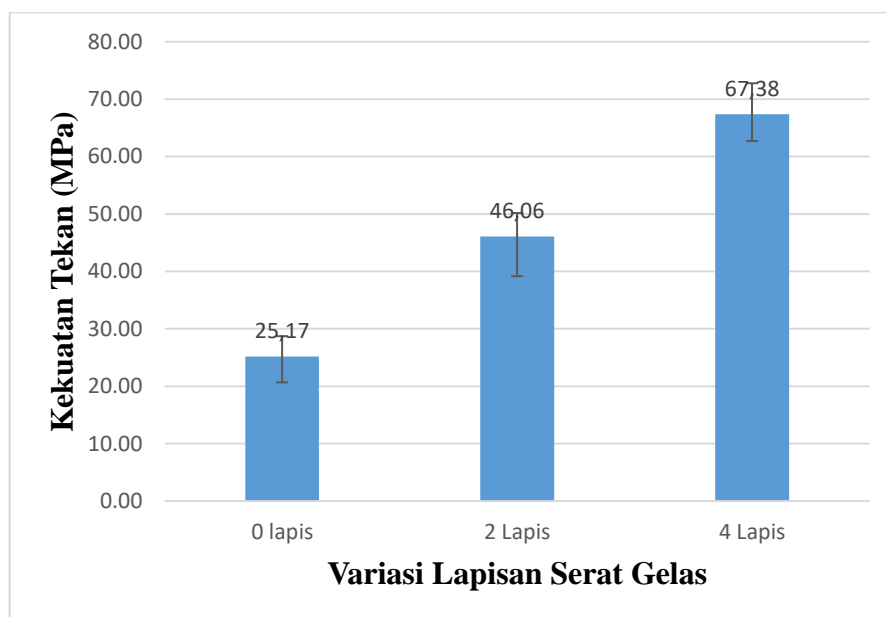
Contoh perhitungan kekuatan tekan variasi 0 lapis serat gelas untuk spesimen satu yaitu:

$$\sigma_c = P/A = \frac{1000 \text{ N}}{38,304 \text{ mm}^2} = 26,11 \text{ MPa}$$

**Tabel 4.2.** Nilai Kekuatan Tekan.

No Sps	Kekuatan Tekan (Mpa)		
	0 lapis	2 Lapis	4 Lapis
1	26,11	50,17	72,77
2	28,72	44,79	66,66
3	20,67	46,90	62,70
4		49,25	
5		39,17	
Rata-rata	25,17	46,06	67,38
Min	20,67	39,17	62,70
Max	28,72	50,17	72,77
SD	4,11	4,38	5,07

Tabel 4.2 menunjukkan nilai kekuatan tekan untuk variasi lapisan gelas yang berbeda. Dari tabel 4.2 selanjutnya dibuat grafik hubungan antara variasi lapisan serat gelas dengan nilai kekuatan tekan rata-rata seperti yang di tunjukkan pada gambar 4.3.



**Gambar 4.3.** Pengaruh Lapisan Serat Gelas Terhadap Nilai Kekuatan Tekan.

Grafik 4.3 hasil pengujian kekuatan tekan pada komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik *polyester*. Menunjukkan bahwa nilai kekuatan tekan rata-rata terendah pada variasi 0 lapisan serat gelas sebesar 25,17 MPa sedangkan nilai kekuatan tekan rata-rata tertinggi diperoleh pada variasi 4 lapisan serat gelas sebesar 67,38 MPa. Hal tersebut membuktikan bahwa variasi lapisan serat gelas mampu meningkatkan kekuatan tekan pada komposit *hybrid* serta nilai kekuatan tekan rata-rata di pengaruhi juga oleh keberadaan *void* pada area patahan.

#### 4.2.2. Regangan Tekan

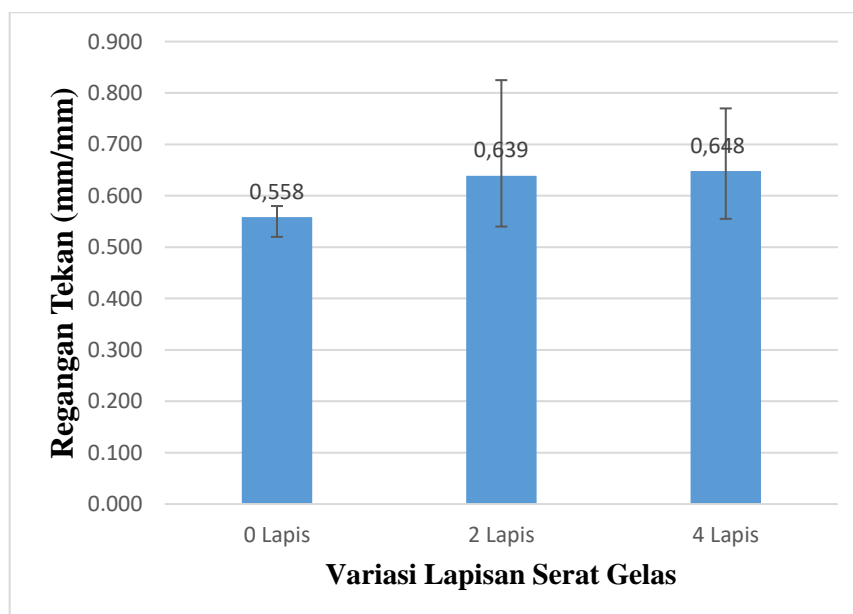
Perhitungan rata-rata regangan tekan dihitung dengan pers 2.9 hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.3. Sedangkan grafik hubungan pengaruh variasi lapisan serat gelas terhadap nilai regangan tekan dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Contoh perhitungan regangan tekan variasi lapisan gelas tanpa lapis spesimen satu, yaitu :

$$\varepsilon = \Delta L / L_0 = \frac{5,2}{10} = 0,52 \text{ mm/mm}$$

**Tabel 4.3.** Nilai Regangan Tekan.

Regangan Tekan (mm/mm)			
No Sps	0 Lapis	2 Lapis	4 Lapis
1	0,52	0,825	0,62
2	0,58	0,63	0,77
3	0,575	0,57	0,555
4		0,54	
5		0,63	
Rata-rata	0,558	0,639	0,648
Min	0,52	0,54	0,555
Max	0,58	0,825	0,77
SD	0,033	0,111	0,110



**Gambar 4.4.** Pengaruh Variasi Lapisan Serat Gelas Terhadap Nilai Regangan Tekan.

Gambar 4.4 menunjukkan nilai rata-rata regangan tekan terendah diperoleh pada variasi lapis 0 yaitu sebesar 0,558 dan nilai rata-rata regangan tekan tertinggi diperoleh pada variasi 4 lapis yaitu sebesar 0,648. Hal ini disebabkan oleh kuat ikatan *interface* antara serat dengan matrik berbeda pada setiap spesimen, sehingga deformasi yang terjadi semakin besar. Dimana deformasi ( $\Delta L$ ) berbanding lurus dengan regangan ( $\varepsilon$ ). Selain itu, keberadaan *void* juga mempengaruhi besar kecilnya regangan, karena dengan adanya *void* kuat ikatan *interface* antar serat dengan matriknya menjadi kurang sehingga memperbesar nilai regangannya.

#### 4.2.3. Modulus Elastisitas Tekan

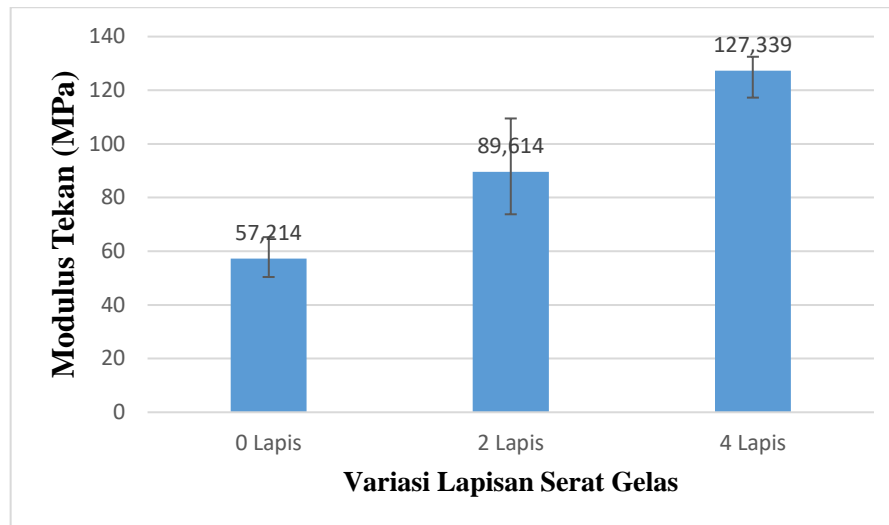
Perhitungan nilai modulus elastisitas dilakukan dengan melihat nilai perubahan tegangan ( $\Delta\sigma$ ) dan perubahan regangan ( $\Delta\varepsilon$ ) dari grafik hasil pengujian spesimen tekan. Selanjutnya dengan menggunakan persamaan 2.10 dapat di ketahui nilai modulus elastisitas ( $E$ ) tekan untuk masing-masing variasi dan di tampilkan pada tabel 4.4. Sedangkan hubungan antara variasi antar lapisan serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik *polyester* terhadap nilai rata-rata modulus elastis tekan digambarkan dalam sebuah grafik, ditunjukkan seperti pada gambar 4.5.

Contoh perhitungan regangan tekan variasi lapisan gelas tanpa lapis spesimen satu, yaitu :

$$E^c = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon = \frac{10,4428}{0,16} = 65,267 \text{ MPa}$$

**Tabel 4.4.** Nilai Modulus Elastisitas Tekan.

Modulus Elastisitas (Mpa)			
No Sps	0 Lapis	2 Lapis	4 Lapis
1	65,267	73,783	132,485
2	55,961	108,455	117,259
3	50,413	73,831	132,275
4		82,506	
5		109,495	
Rata-rata	57,214	89,614	127,339
Max	65,267	109,495	132,485
Min	50,413	73,783	117,259
SD	7,506	18,031	8,731



**Gambar 4.5.** Pengaruh Variasi Lapisan Serat Gelas Terhadap Nilai Modulus Elastisitas Tekan.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai rata-rata modulus elastisitas tekan terendah diperoleh pada lapis 0 sebesar 57,214 MPa dan nilai rata-rata modulus elastisitas tekan tertinggi diperoleh pada variasi 4 lapis yaitu sebesar 127,767 MPa. Hal ini membuktikan bahwa seiring bertambahnya variasi lapisan serat gelas secara kontinyu menaikkan nilai rata-rata modulus elastisitas tekan dan meningkatkan kekuatan komposit sehingga membuat spesimen komposit semakin kaku.

### 4.3. Hasil Pengujian Impak

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketangguhan impak material komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik *polyester*. Hasil pengujian ini akan digunakan untuk mengetahui karakteristik patahan komposit tersebut.

#### 4.3.1. Ketangguhan Impak

Tabel 4.5 menunjukkan ketangguhan impak dari spesimen uji impak dengan luasan penampang yang bervariasi. Selanjutnya dengan menggunakan pers.2.7 maka nilai ketangguhan impak masing-masing variasi lapisan gelas dapat diketahui.

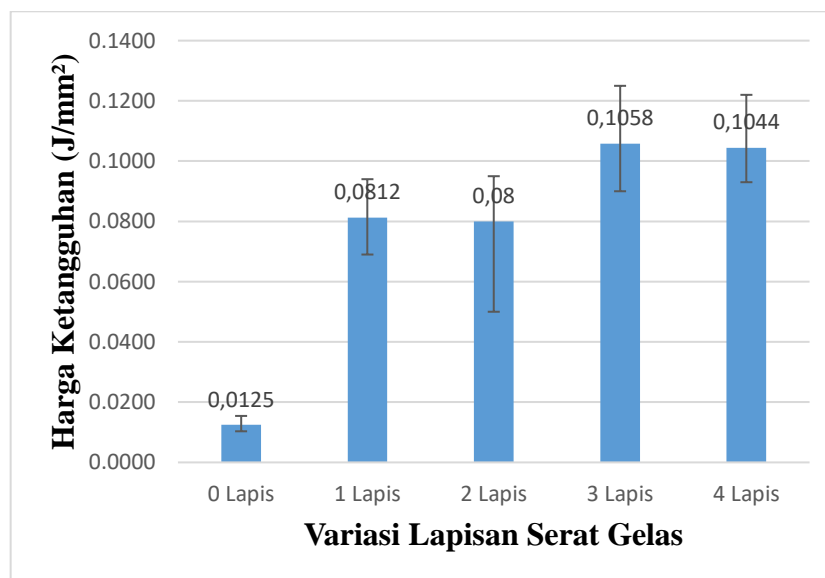
Contoh perhitungan ketangguhan impak variasi lapisan gelas 0 lapis untuk spesimen satu, yaitu:

$$\sigma_{impak} = \frac{E_{impak}}{A}$$

$$\sigma_{impak} = \frac{0,28989251}{50,7} = 0,005717801 \text{ J/mm}^2$$

**Tabel 4.5.** Nilai Ketangguhan Impak. (J/mm<sup>2</sup>).

No Sps	Harga Ketangguhan (J/mm <sup>2</sup> )				
	0 Lapis	1 Lapis	2 Lapis	3 Lapis	4 Lapis
1		0.085		0.1	0.112
2	0.010	0.086	0.095	0.09	0.122
3		0.069	0.05	0.112	0.099
4	0.015	0.094	0.095	0.102	0.093
5	0.012	0.072		0.125	0.096
Rata-rata	0.0125	0.0812	0.08	0.1058	0.1044
Min	0.010	0.069	0.05	0.09	0.093
Max	0.015	0.094	0.095	0.125	0.122
SD	0.0026	0.0104	0.0260	0.0133	0.0122



**Gambar 4.6.** Grafik Ketangguhan Impak Rata-Rata.

Gambar 4.7 menunjukkan hasil nilai rata-rata ketangguhan impak terendah pada variasi 0 lapis serat gelas anyam 0,0124 (J/mm<sup>2</sup>) dan tertinggi pada variasi 3 sebesar



0,1058 (J/mm<sup>2</sup>). Nilai ketangguhan impak dipengaruhi oleh nilai energi terserap dan luas penampang spesimen yang diuji, serta penambahan jumlah lapisan serat gelas anyam menyebabkan peningkatan ketahanan material komposit terhadap beban kejut pendulum.

#### 4.4. Analisis Patahan

##### 4.4.1. Patahan spesimen tekan



(a)



(b)



(c)

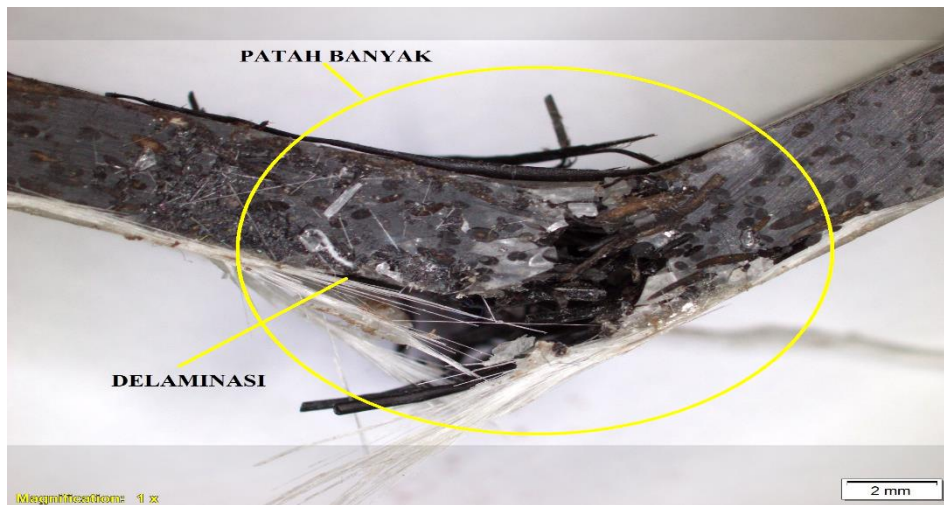
**Gambar 4.7.** Foto Patahan Spesimen Tekan (a) 0 Lapis Serat Gelas; (b) 2 Lapis Serat Gelas (c) 4 Lapis Serat Gelas.

Gambar 4.7 menunjukkan patahan yang berbeda pada spesimen pengujian tekan. Spesimen a dan c mengalami tekuk dalam fasa di mana serat pada spesimen tertekuk pada arah yang sama. Hal ini disebabkan tegangan tekan serat berbanding lurus (proporsional) dengan tegangan geser matriknya. Sedangkan spesimen b mengalami tekuk di luar fasa di mana serat pada spesimen tertekuk pada arah yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tegangan tekan serat dan tegangan geser matriknya.

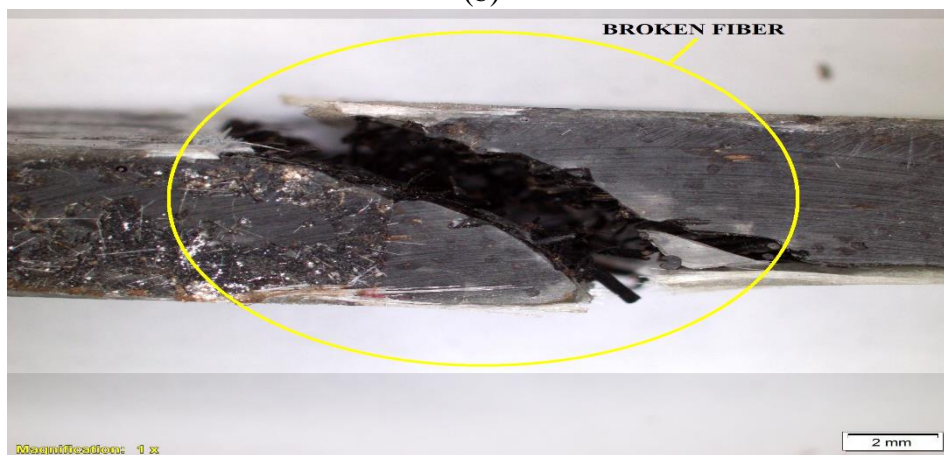
#### 4.4.2. Patahan spesimen impak



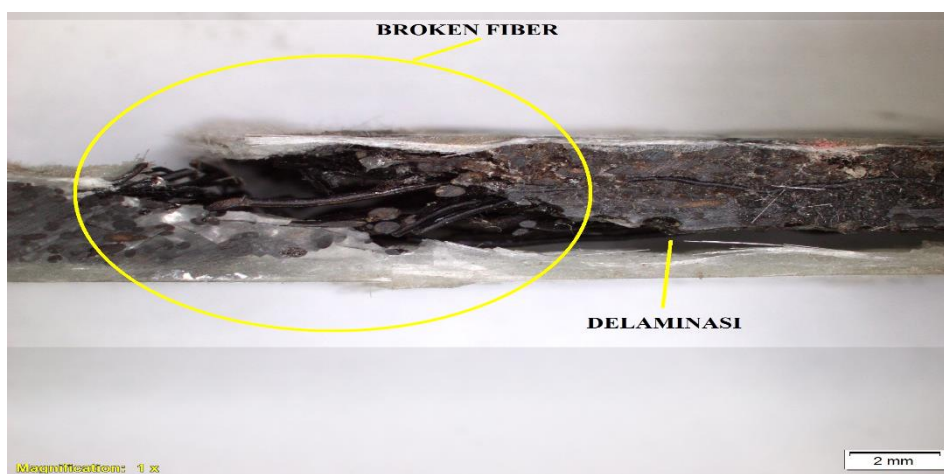
(a)



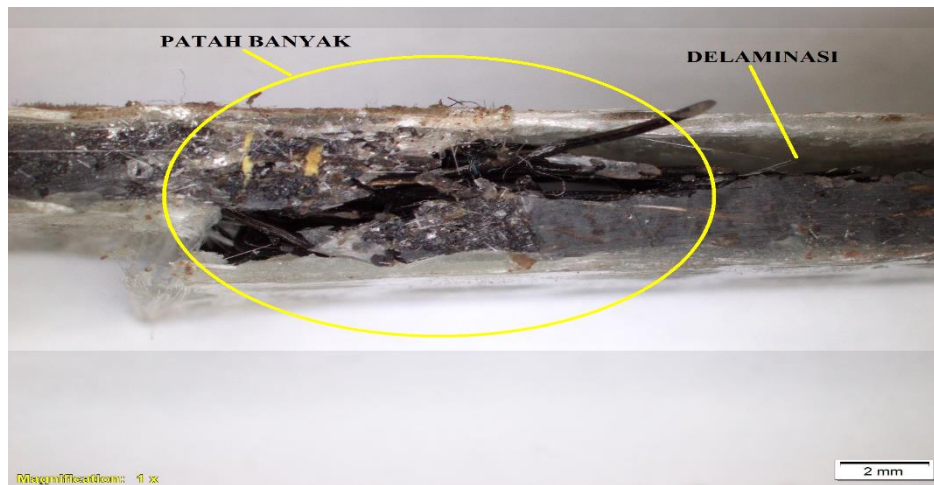
(b)



(c)



(d)



(e)

**Gambar 4.8.** Foto Patahan Spesimen Impak Tekan (a) 0 Lapis Serat Gelas; (b) 1 Lapis Serat Gelas (c) 2 Lapis Serat Gelas; (d) 3 Lapis Serat Gelas; dan (e) 4 Lapis Serat Gelas.

Dari Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa patahan yang terjadi pada setiap spesimen diatas yaitu: patah banyak dan *broken fiber*. Selain itu spesimen juga mengalami delaminasi dan patah getas. Delaminasi terjadi akibat terlepasnya lapisan serat gelas terhadap matrik yang disebabkan gaya adhesi antara penguat dan matrik yang lemah. Patah getas adalah retakan secara cepat tanpa deformasi plastis terlebih dahulu sehingga penyerapan energi kecil dan mengakibatkan patah getas.