

PENGARUH SERAT KARBON TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN TOPOGRAFI PADA KOMPOSIT BERMATRIKS *POLYESTER* BQTN 157

Dedhe Jumriladin Putra Susila, Yuliyanto, Masdani

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (POLMAN BABEL) Indonesia

Email: dedhejumriladins@gmail.com, yulianto@polman-babel.ac.id

masdani@polman-babel.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima 5 Juli 2021 Direvisi 9 Juli 2021 Disetujui 21 Juli 2021	Saat ini belum adanya informasi mengenai kekuatan spesifik komposit serat karbon bermatriks <i>polyester</i> BQTN 157 membuat pentingnya melakukan pengujian material pada bahan komposit serat karbon bermatriks <i>polyester</i> BQTN 157 yang nantinya dapat diterapkan pada industri manufaktur dalam pembuatan produk pada industri tersebut. Adapun dalam pelaksanaannya penelitian ini menggunakan desain penelitan jenis eksperimental. Proses pembuatan komposit dibuat dengan metode <i>hand lay up</i> dengan panjang serat 20mm, 25mm dan 30mm dengan variasi serat 30%:70%, 40%:60% dan 50%:50% dengan orientasi serat 0°. Setelah spesimen selesai dibuat akan dilakukan <i>curing time</i> pada suhu 50°C selama 5 jam, 10 jam dan 15 jam. Spesimen uji tarik dibuat mengacu pada standar ASTM D-638 dan pengujian impak mengacu pada ISO-179. Kemudian patahan hasil uji tarik akan dianalisa dengan SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>). Hasil penelitian komposit <i>polyester</i> dengan penguat serat karbon diperoleh kekuatan tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume serat 40% dengan panjang serat 33,41mm yaitu sebesar 135 MPa dan kekuatan impak maksimum dimiliki oleh komposit dengan fraksi volume serat 56,82% dan panjang serat 25mm yaitu sebesar 208,25 Mpa. Berdasarkan analisa dan perhitungan data yang diperoleh dari hasil pengujian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa variasi fraksi volume dan panjang serat karbon dapat mempengaruhi sifat mekanik dari komposit <i>polyester</i> BQTN 157 berpenguat serat karbon. Kekuatan komposit naik seiring bertambahnya fraksi volume maupun panjang serat. Dari analisa SEM kekuatan material komposit dipengaruhi oleh kerapatan antara serat karbon dengan matriks. Ketidakerapatan menyebabkan adanya rongga (<i>void</i>) yang terbentuk antara serat dengan matriks. Semakin kecil rongga yang terbentuk maka menunjukkan semakin baik ikatan yang terjadi antara serat dengan matrik yang dibuktikan dengan kekuatan dari spesimen yang tinggi, begitu pula sebaliknya semakin besar rongga yang terbentuk maka menunjukkan ikatan yang kurang baik antara serat dengan matrik yang dibuktikan dengan kekuatan dari spesimen yang rendah. Hal ini menyebabkan nilai kekuatan disetiap
Kata Kunci: komposit; serat karbon; karakteristik; sifat mekanik	

How to cite:	Susila, Dedhe Jumriladin Putra, Yuliyanto, Masdani (2021) Pengaruh Serat Karbon Terhadap Sifat Mekanik dan Topografi pada Komposit Bermatriks Polyester BQTN 157. <i>Jurnal Syntax Admiration</i> 2(7). https://doi.org/10.46799/jsa.v2i7.271
E-ISSN:	2722-5356
Published by:	Ridwan Institute

komposit berbeda.

ABSTRACT

Currently, there is no information regarding the specific strength of carbon fiber composite with polyester matrix BQTN 157 making it important to conduct material testing on carbon fiber composite material with polyester matrix BQTN 157 which can later be applied to the manufacturing industry in manufacturing products in that industry. As for the implementation of this study using an experimental type of research design. Composite manufacturing process is made by hand lay up method with fiber lengths of 20mm, 25mm and 30mm with fiber variations of 30%: 70%, 40%: 60% and 50%: 50% with fiber orientation 0 °. After the specimens are made, the curing time will be carried out at 50 ° C for 5 hours, 10 hours and 15 hours. Tensile test specimens are made according to ASTM D-638 standard and impact testing refers to ISO-179. Then the fracture of the tensile test results will be analyzed by SEM (Scanning Electron Microscope). The results of the research on polyester composites with carbon fiber reinforcement obtained that the highest tensile strength was found in the fiber volume fraction of 40% with a fiber length of 33.41mm, namely 135 MPa and the maximum impact strength possessed by the composite with a fiber volume fraction of 56.82% and a fiber length of 25mm, which was equal to 208.25 Mpa. Based on the analysis and calculation of the data obtained from the results of the tests carried out, it can be concluded that variations in the volume fraction and length of carbon fiber can affect the mechanical properties of the BQTN 157 polyester composite with carbon fiber reinforcement. Composite strength increases with increasing volume fraction and fiber length. From the SEM analysis, the strength of the composite material is influenced by the density between the carbon fiber and the matrix. The lack of density causes voids to form between the fiber and the matrix. The smaller the cavity formed, the better the bond between the fiber and the matrix as evidenced by the high strength of the specimen, and vice versa, the larger the cavity formed, the better the bond between the fiber and the matrix as evidenced by the strength of the specimen. low. This causes the strength value of each composite to be different.

Keywords:
composite; carbon fiber; characteristics; mechanical properties

Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan industri di dunia saat ini berkembang sangat pesat, tidak terkecuali halnya dengan teknologi di bidang ilmu material, seiring meningkatnya kebutuhan dunia industri terhadap material dengan karakteristik yang sepadan dengan logam (Nurhidayat, 2017). Kebutuhan akan penggunaan material yang baik mendorong sebagian orang untuk mengembangkan ilmu-ilmu material salah satunya adalah komposit (Mulyana, 2019). Inovasi material baru, penurunan harga dan pengembangan

proses manufaktur yang meningkat telah mengangkat keberadaan material komposit dalam hampir setiap sektor industri (Pramono, 2012).

Komposit merupakan kombinasi makroskopik dari dua atau lebih material, yang memiliki sifat yang berbeda dari material penyusunnya (Bakir & Hashem, 2013). Komposit dari bahan serat terus diteliti dan dikembangkan karena sifat komposit serat yang lebih kuat dan ringan dibandingkan dengan logam (Widiartha & Sari, 2012). Salah satu serat sintetik yang dapat dikembangkan sebagai bahan penguat pada komposit adalah serat karbon. Serat karbon (*carbon fibre*) sendiri memiliki beberapa keunggulan diantaranya tahan korosi, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, lebih ringan dan lebih kuat dari pada logam, sehingga serat karbon dapat dijadikan pilihan sebagai penguat dalam bahan komposit polimer berpenguat serat sintetik (Umam, 2019). Elemen konstruksi dan permesinan yang membutuhkan sifat mekanis tinggi dapat dipenuhi oleh jenis bahan material ini. Selain terdapat penguat yang biasa berupa serat, pada komposit juga terdapat matriks sebagai bahan utama dalam pembuatan material komposit, salah satu bahan matriks yang biasa digunakan dalam pembuatan material komposit adalah jenis *polyester* BQTN 157.

Adapun penelitian material komposit bermatriks *polyester* BQTN 157 yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan serat alam sebagai penguatnya, yaitu berupa serat daun lontar. Hasil penelitian yang diperoleh kekuatan tarik tertinggi yaitu hanya sebesar 90,71 MPa (Nurhidayah, 2016). Penambahan serat karbon pada komposit dapat menambah kekerasan dan kekakuan pada matriks. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan komposit serat karbon sebagai bahan utama penguat material komposit bermatriks *polyester* BQTN 157 yang berfungsi untuk menambah kekuatan pada bahan komposit.

Selain dipengaruhi oleh jenis serat yang digunakan, kekuatan material komposit juga ditentukan oleh besaran fraksi volume serat yang akan dicampurkan dengan matriks sehingga menjadi satu kesatuan material komposit. seperti halnya penelitian studi fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit *polyester* berpenguat serat karbon yang telah dilakukan sebelumnya, dimana pada penelitian tersebut menggunakan fraksi volume serat 25%, 35%, 45%, 55%, 65% dan didapatkan hasil bahwa kekuatan tarik terbesar komposit terdapat pada fraksi 55% yaitu sebesar 604,81 Mpa (K. Umam, 2019). Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa adanya pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan komposit *polyester* berpenguat serat karbon, dimana kekuatan optimum didapatkan pada presentase faraksi sedang, tidak terlalu rendah maupun tinggi.

Saat ini belum adanya informasi mengenai kekuatan spesifik komposit serat karbon bermatriks *polyester* BQTN 157 membuat pentingnya melakukan pengujian material pada bahan komposit serat karbon bermatriks *polyester* BQTN 157 yang nantinya dapat diterapkan pada industri manufaktur dalam pembuatan produk pada industri tersebut. Sehingga pengujian tarik, impak serta bentuk fisik permukaan komposit dalam penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan suatu industri untuk menggunakan bahan material jenis ini.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis melakukan penelitian mengenai pengaruh serat karbon terhadap sifat mekanik dan topografi pada komposit bermatriks *polyester* BQTN 157 untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tarik (*tensile strength*), kekuatan impact (*impact strength*) dan bentuk fisik permukaan pada material komposit dengan matriks *polyester* BQTN 175 berpenguat serat karbon. Proses pembuatan komposit dibuat dengan metode *hand lay up* dengan panjang serat 20mm, 25mm dan 30mm dengan variasi serat 30%:70%, 40%:60% dan 50%:50% dengan orientasi serat 0°. Setelah spesimen selesai dibuat akan dilakukan *curing time* pada suhu 50°C selama 5 jam, 10 jam dan 15 jam. Spesimen uji tarik dibuat mengacu pada standar ASTM D638 dan pengujian impact mengacu pada ISO 179. Kemudian patahan hasil uji tarik akan dianalisa dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Variasi fraksi volume serat pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil atau nilai yang bervariasi karena jumlah kandungan serat dalam komposit merupakan hal yang menjadi perhatian khusus pada bahan komposit berpenguat serat. Sedangkan pengujian mekanik dan topografi pada bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh serat karbon terhadap kekuatan material komposit bermatriks *polyester* BQTN 157.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanik dan topografi komposit bermatriks *polyester* BQTN 157 berpenguat serat karbon (*carbon fibre*) agar diperoleh komposit dengan karakter terbaik berdasarkan persentase fraksi volume dan panjang serat.

Metode Penelitian

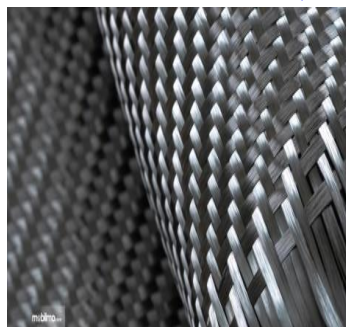
Penelitian tentang “Pengaruh Serat Karbon terhadap Sifat Mekanik dan Topografi pada Komposit Bermatriks *Polyester* BQTN 157” ini dilakukan dalam dua tahap pelaksanaan, yaitu tahap pembuatan sampel dan tahap pengujian sampel. Tahap pembuatan sampel meliputi proses penguraian serat dari anyaman, pemotongan serat, pencetakan sampel sesuai fraksi volume dan pengeringan sampel. Sedangkan tahap pengujian sampel meliputi pengujian tarik, pengujian impact serta pengujian SEM.

a. Bahan Penelitian

Tahap awal dari penelitian ini adalah menyiapkan alat dan bahan penelitian. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Serat Karbon/Karbon Fiber

Serat karbon/karbon fiber yang digunakan berfungsi sebagai penguat pada material komposit (Malikussaleh & Tarik, 2017).



Gambar 1
Serat karbon

2. Resin *Unsaturated Polyester*

Resin berfungsi sebagai matriks dalam komposit (Huda, 2018). Jenis resin yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2
Resin Yukalac BQTN 157

3. Katalis

Katalis yang digunakan adalah *Methyle Ethyl Keton Peroxide* (MEKP), berfungsi mempercepat pengerasan pada komposit.



Gambar 3
***Methyle Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO)**

4. *Mold Release/Wax Glasses*

Mold Release/Wax Glasses digunakan untuk melapisi antara cetakan dengan komposit, sehingga komposit mudah dilepaskan dari cetakan. Jenis *Mold Release* yang digunakan seperti Gambar 4.



Gambar 4
Mold Release

b. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan dan pengujian spesimen dalam penelitian ini antara lain:

1. Cetakan Komposit

Cetakan digunakan untuk mencetak sampel uji sesuai dengan standar ISO 179 untuk uji impak dan standar ASTM D638 untuk uji tarik, sedangkan bahan dasar cetakan sendiri berbahan dari plat logam.



Gambar 5
Cetakan Komposit

2. Alat Uji Impak

Dilakukan untuk melakukan pengujian dan pengambilan data uji impak pada material komposit.



Gambar 6
Alat Uji Impact

3. Alat Uji Tarik

Dilakukan untuk melakukan pengujian dan pengambilan data uji tarik pada material komposit.



Gambar 7
Alat Uji Tarik

4. Alat Uji SEM

Digunakan untuk melihat dan mengamati struktur mikro pada material komposit.

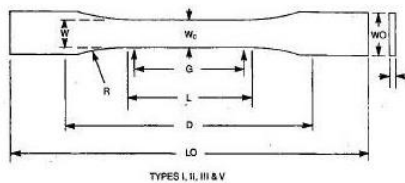


Gambar 8
Alat Uji SEM

c. Spesimen Uji

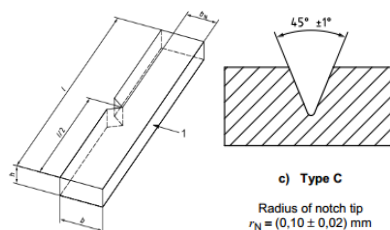
Spesimen uji yang dibuat sebagai media pengambilan data pada saat melakukan penelitian adalah :

1. Spesimen uji ASTM D638



Gambar 9
Spesimen uji ASTM D638

2. Spesimen uji ISO 179



Gambar 10
Spesimen Uji ISO 179

Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini dibahas mengenai hasil penelitian tentang komposit *polyester* BQTN 157 yang diperkuat serat karbon dengan variasi fraksi volume dan panjang serat yang berbeda. Variasi fraksi volume serat yang digunakan antara lain 30%:70%, 40%:60% dan 50%:50% dengan panjang serat 20mm, 25mm dan 30mm dan arah orientasi serat 0°. Setelah spesimen selesai dibuat, dilakukan *curing time* pada suhu 50°C selama 5 jam, 10 jam dan 15 jam. Sedangkan untuk pengujian yang dilakukan ada tiga tahapan uji, yaitu pengujian kekuatan tarik, pengujian kekuatan impak dan pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Data yang diperoleh kemudian diolah sehingga didapatkan nilai yang optimum.

1. Tahap *Running Respons Surface Methodology* (RSM)

Dalam penelitian ini akan digunakan variabel uji 3 faktor, maka sesuai *rule of thumb* RSM, maka akan dilakukan penentuan batas atas dan batas bawah variabel uji dengan 20 kali pengujian menggunakan *software Design Expert 9*. Nilai batas atas dan batas bawah berdasarkan perhitungan menggunakan *software Design Expert 9* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1
Nilai Batas Atas dan Batas Bawah Variabel Uji

No.	Kode	Variabel	-1	0	+1
1.	A	Panjang serat (mm)	16,59	25	33,41
2.	B	Presentase serat (%)	23,18	40	56,82
3.	C	<i>Curing time</i> (Jam)	1,59	10	18,41

Sumber : *Software Design Expert 9*

Level nol (0) merupakan batas tengah dari variabel uji dan sebagai acuan untuk menentukan batas bawah -1 level dan batas atas +1 level. Dengan ini kita dapat menentukan nilai aktifitas terbaik pengujian yang dilakukan. *Software Design Expert 9* akan memberikan berbagai macam bentuk analisis berdasarkan data hasil pengujian, sehingga kita dapat menyimpulkan titik mana yang terbaik dan optimum dari suatu proses.

2. Perbandingan Rasio Volume Matriks dan Serat

Adapun data yang didapat untuk perhitungan spesimen uji tarik yaitu volume cetakan = $9,67 \text{ cm}^3$, berat jenis resin = $1,215 \text{ g/cm}^3$ (Savetlana, Andriyanto, 2012), berat jenis katalis = $1,17 \text{ g/cm}^3$ (Parnata et al., 2019). Sedangkan serat karbon mempunyai berat jenis yang tinggi yaitu sebesar $1,6 \text{ g/cm}^3$ (Mulyo et al., 2020). Setelah didapatkan data, selanjutnya dilakukan perhitungan manual untuk mengetahui perbandingan berat antara serat dan matriks serta katalis.

Tabel 2
Hasil Perhitungan Rasio Volume untuk Spesimen Uji Tarik

Rasio Volume Matriks dan Serat (%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)	Berat Katalis (g)
23,18 : 76,82	3,63	9,12	0,57
30 : 70	4,50	0,83	0,57
40 : 60	6,26	0,71	0,57
50 : 50	7,82	0,59	0,57
56,82 : 43,18	8,90	0,51	0,57

Sumber : data diolah

Sedangkan untuk perhitungan spesimen uji impak, berat jenis resin dan berat jenis serat karbon sama dengan perhitungan spesimen uji tarik, yang membedakan hanyalah volume cetakan = $3,2 \text{ cm}^3$. Selanjutnya dilakukan perhitungan perbandingan berat antara serat dan matriks serta katalis dengan hasil perhitungan seperti yang tertera pada tabel 3.

Tabel 3
Hasil Perhitungan Rasio Volume untuk Spesimen Uji Impak

Rasio Volume Matriks dan Serat (%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)	Berat Katalis (g)
23,18 : 76,82	1,15	0,29	0,18
30 : 70	1,50	0,26	0,18
40 : 60	2,00	0,22	0,18
50 : 50	2,50	0,18	0,18
56,82 : 43,18	2,83	0,16	0,18

Sumber : data diolah

3. Pembuatan Spesimen Uji

Setelah didapatkan perhitungan rasio volume untuk spesimen uji maka selanjutnya dilakukan proses pembuatan spesimen dengan cara mencampurkan langsung serat karbon dengan resin didalam cetakan secara merata sesuai fraksi volume dan panjang serat yang telah ditentukan sebelumnya. Namun sebelum dilakukan pembuatan material spesimen terlebih dahulu dipersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, seperti serat karbon, resin BQTN 157, katalis dan *wax glass*.

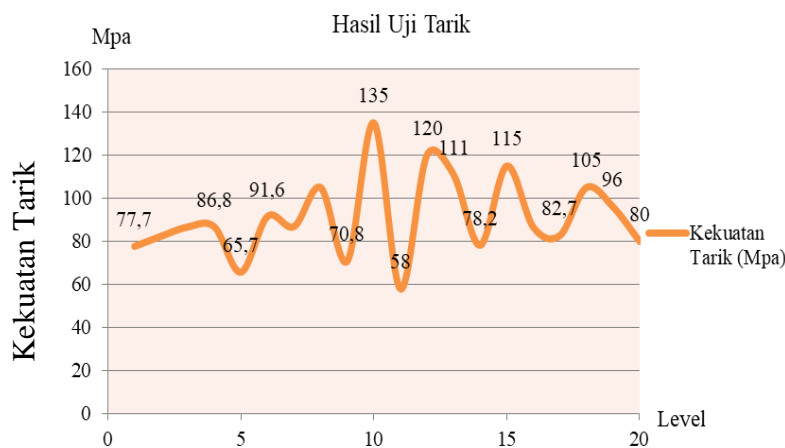
4. Pengujian Tarik Spesimen

Tujuan dilakukannya pengujian tarik yaitu untuk mendapatkan nilai tegangan tarik dari bahan uji. Pengujian tarik digunakan untuk menguji kekuatan bahan komposit dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu (Alamsyah, 2020). Spesimen bahan uji dalam penelitian ini yaitu berasal dari serat karbon dan *polyester* BTQN 157 sebagai matriksnya, kedua bahan tersebut digunakan untuk melakukan eksperimen berupa material komposit berpenguat serat karbon. Pengujian mengacu pada standar uji tarik ASTM D-638.



Gambar 11
Proses Uji Tarik

Setelah dilakukan pengujian spesimen, maka didapatkan nilai uji tarik yang dibuatkan dalam grafik untuk melihat kekuatan tarik tertinggi hingga terendah, seperti pada gambar 12.



Gambar 12
Grafik Kekuatan Tarik

Dari tabel dan grafik hasil kekuatan tarik yang ditampilkan, kekuatan paling rendah ditunjukkan pada fraksi volume serat 23,18% dengan panjang serat 25mm, yaitu sebesar 58 Mpa. Kemudian meningkat seiring bertambahnya fraksi volume serat dan mencapai nilai tertinggi pada fraksi volume serat 40% dengan panjang serat 33,41, yaitu sebesar 135 Mpa.

5. Permukaan Respon Kekuatan Tarik

Pada permukaan respon uji tarik dapat disimpulkan bahwa untuk panjang serat dan presentase serat sangat mempengaruhi hasil dari kekuatan tarik. Pengaruh *curing time* terhadap kekuatan tarik tidak begitu signifikan. Pertambahan kekuatan seiring bertambahnya fraksi presentase dan panjang serat disebabkan karena serat merupakan unsur yang berfungsi sebagai penahan beban sehingga semakin banyak kandungan serat dalam komposit akan berpotensi memberikan dukungan yang lebih pada komposit untuk menahan beban. Semakin tinggi fraksi volume serat maka tegangan tarik dan kekuatan tarik material komposit semakin meningkat. Kemudian panjang dari serat juga berpengaruh terhadap kekuatan tarik material komposit, karena semakin spanjang serat maka distribusi gaya akan lebih merata yang membuat nilai kekuatan komposit lebih tinggi jika dibandingkan dengan serat pendek. Sehingga dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai persentase dan panjang serat memberikan dampak yang besar terhadap perubahan nilai kekuatan tarik. Sedangkan semakin besarnya nilai *curing time* yang digunakan justru menunjukkan penurunan nilai kekuatan tarik. Hal ini disebabkan karena perlakuan panas pada spesimen dengan waktu yang panjang justru akan membuat spesimen menjadi rapuh yang membuat kekuatan dari spesimen tersebut menurun.

6. Analisis Variansi Kekuatan Tarik (MPa)

Berikut analisis variansi untuk kekuatan tarik material komposit serat karbon menggunakan perangkat lunak *Desain Expert 9.0*.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	0.46	3	0.15	4.75	0.0148	significant
A-Panjang Ser.	0.20	1	0.20	6.36	0.0227	
B-Persentase	0.24	1	0.24	7.42	0.0150	
C-Curring Tim	0.015	1	0.015	0.48	0.4980	
Residual	0.51	16	0.032			
Lack of Fit	0.25	11	0.023	0.44	0.8815	not significant
Pure Error	0.26	5	0.052			
Cor Total	0.97	19				

Gambar 13

Analisis Variansi Kekuatan Tarik

Berdasarkan gambar 13 nilai $F_{Model} = 4,75$ menunjukkan model tersebut signifikan, yang didapat pada tingkat signifikan sebesar 1,48% dari nilai p (0.0148) memberikan nilai signifikan terhadap model yang ada.

Sedangkan nilai "*Lack of Fit F-value*" sebesar 0,44 yang dapat diartikan bahwa *Lack of Fit* tidak memberikan pengaruh (*not signifikan*) sehingga persamaan regresi model matematika dengan model linear yang digunakan dapat diterima.

7. Pengujian Impak Spesimen

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan impak/ketangguhan bahan komposit terhadap beban kejut (Handoyo, 2013). Prinsip dari pengujian impak ini yaitu dengan cara memberikan pembebanan secara tiba-tiba pada benda uji yang akan diuji secara static hingga terjadi perpatahan, sehingga diketahui nilai impak dari suatu bahan (Alfan, 2016).



Gambar 14

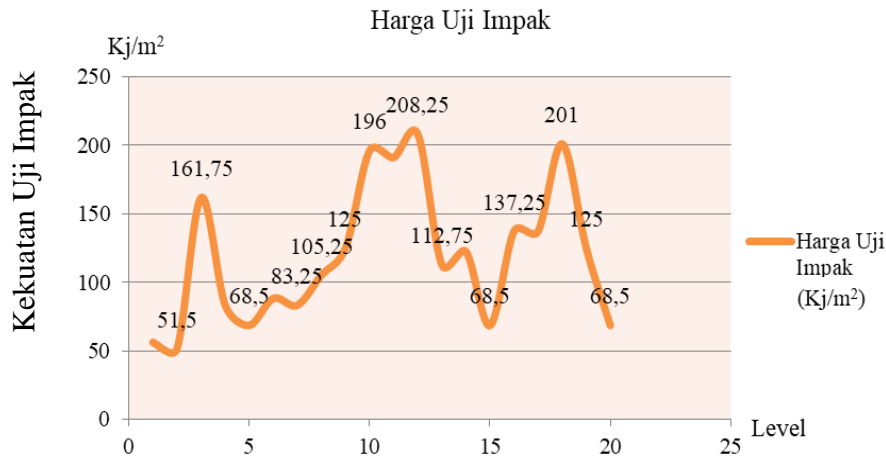
Proses Uji Impak

Harga impak (HI) suatu material yang diuji dengan metode *Charpy* adalah :

$$HI = E / A$$

$$= \frac{m \times g \times r (\cos\beta - \cos\alpha)}{A} \text{ (Joule/mm}^2\text{)}$$

Berdasarkan hasil dari pengujian impact diperoleh kekuatan impact dari masing-masing fraksi volume dan panjang serat. Adapun data hasil pengujian untuk kekuatan impact dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15
Grafik Harga Uji Impact

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan grafik diatas menunjukkan nilai kekuatan impact maksimum yaitu 208,25 Kj/m² pada volume serat 56,82% dengan panjang serat 25mm dan *curing time* selama 10 jam. Sedangkan nilai terendah terdapat pada fraksi volume serat 30% dan panjang serat 30mm dengan nilai uji sebesar 51,5 Kj/m².

8. Permukaan Respon Kekuatan Impact

Pada permukaan respon uji impact dapat disimpulkan bahwa kekuatan uji impact lebih cenderung dipengaruhi oleh panjang serat dan presentase dari serat karbon. Sedangkan untuk perlakuan *curing time* justru tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impact material komposit serat karbon. Dapat disimpulkan dari grafik diatas bahwa semakin tinggi nilai presentase dan panjang serat maka akan semakin tinggi kekuatan impact yang dimiliki oleh material komposit serat karbon. Sama halnya dengan spesimen uji tarik, dimana presentase dan panjang serat memegang peranan penting terhadap kekuatan komposit, hal ini disebabkan dengan banyaknya kandungan serat karbon dalam satu spesimen akan membuat struktur pada spesimen tersebut menjadi lebih kuat serta diiringi dengan panjang serat yang membuat spesimen lebih ulet dan tidak mudah patah ketika diberikan beban kejut, tentu saja dalam hal ini diimbangi dengan percampuran/penggabungan antara serat dan resin harus merata. Untuk *curing time* sendiri pada grafik terlihat tidak menunjukkan nilai peningkatan yang signifikan bahkan justru cenderung menurun, hal ini disebabkan lamanya proses perlakuan panas / *curing time* justru akan menurunkan kekuatan dari spesimen komposit itu sendiri.

9. Analisis Variansi Kekuatan Impact

Berikut analisis variansi untuk kekuatan impact material komposit serat karbon menggunakan perangkat lunak *Desain Expert 9.0* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4
Analisis Variasi Kekuatan Impak

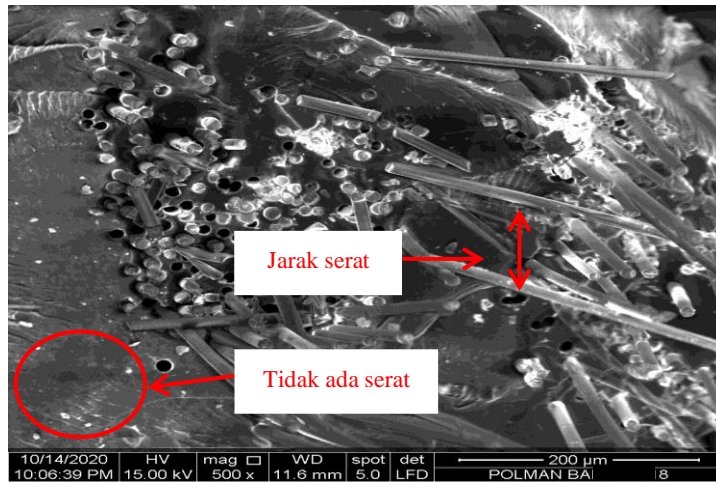
Response		2		Uji impak		
Transform:		Natural log		Constant: 0		
ANOVA for Response Surface Quadratic Model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	2.66	9	0.30	16.47	< 0.0001	significant
A-Panjang Serat	0.81	1	0.81	45.13	< 0.0001	
B-Persentase Serat	1.32	1	1.32	73.53	< 0.0001	
C-Curing Time	0.016	1	0.016	0.86	0.3746	
AB	0.33	1	0.33	18.37	0.0016	
AC	0.015	1	0.015	0.82	0.3866	
BC	1,61E+00	1	1,61E+00	0.089	0.7710	
A ²	0.078	1	0.078	4.31	0.0645	
B ²	0.052	1	0.052	2.88	0.1203	
C ²	0.024	1	0.024	1.33	0.2759	
Residual	0.18	10	0.018			
Lack of Fit	0.14	5	0.028	3.71	0.0881	not significant
Pure Error	0.038	5	7,62E+00			
Cor Total	1.03	19				

Sumber : *Software Design Expert 9*

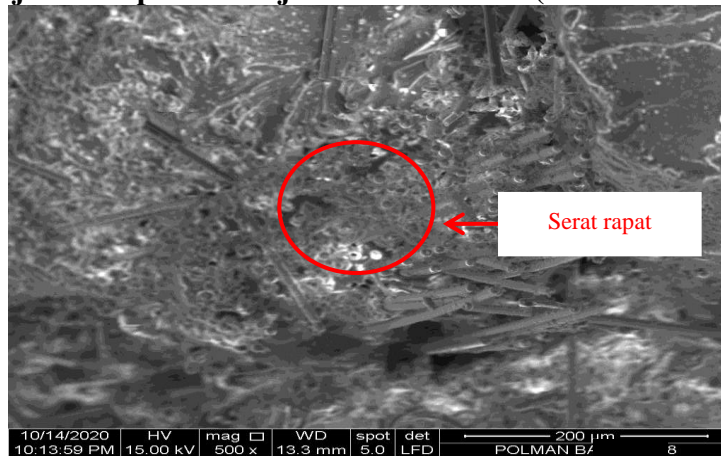
Berdasarkan Tabel Anova diatas terlihat nilai F hitung $F_{Model} = 16,47$ yang didapat pada tingkat signifikan sebesar 0,01 atau 1% dan nilai p (0,0001) memberikan nilai signifikan terhadap model yang ada. Sedangkan *Lack of Fit* yang terjadi sebesar 0,0881 dan tidak memberikan pengaruh (*not signifikan*) sehingga persamaan regresi model matematika dengan bentuk kuadrat yang digunakan dapat diterima.

10. Pengamatan Struktur Mikro dengan SEM

Uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan untuk melihat permukaan patahan komposit dan juga untuk melihat struktur antara serat dengan matrik. Sampel yang digunakan untuk uji SEM adalah sampel dengan kekuatan tertinggi dan terendah dari sampel uji tarik dan uji impak. Untuk uji tarik kekuatan paling rendah ditunjukkan pada fraksi volume serat 23,18% sebesar 58Mpa, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada fraksi volume serat 40% yaitu sebesar 135 Mpa. Pada uji impak nilai tertinggi sebesar 208,25 KJ/m² pada volume serat 56,82%, sedangkan nilai terendah terdapat pada fraksi volume serat 30% dengan nilai uji sebesar 51,5 KJ/m². Hasil uji SEM dapat dilihat pada gambar 16 sampai dengan gambar 19.



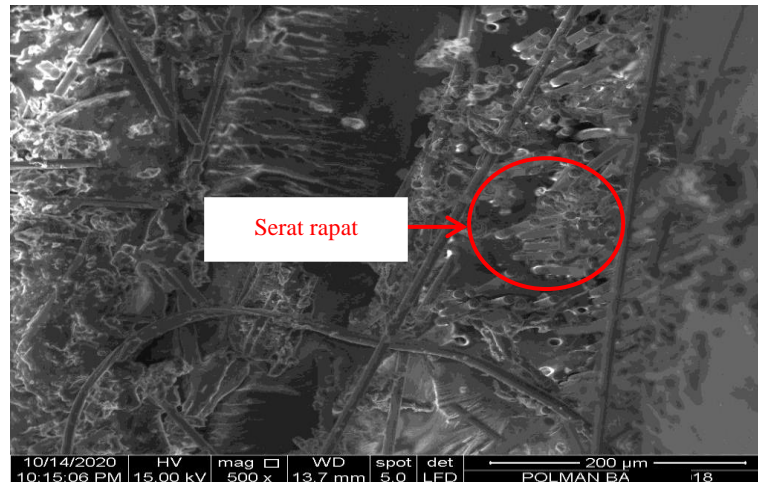
Gambar 16
Hasil Uji SEM Spesimen Uji Tarik Terendah (Perbesaran 500 kali)



Gambar 17
Hasil Uji SEM Spesimen Uji Tarik Tertinggi (Perbesaran 500 kali)



Gambar 18
Hasil Uji SEM Spesimen Uji Impak Terendah (Perbesaran 500 kali)



Gambar 19

Hasil Uji SEM Spesimen Uji Impak Tertinggi (Perbesaran 500 kali)

Pada hasil SEM terlihat bahwa spesimen uji dengan nilai terendah memiliki jumlah serat lebih sedikit, dimana komposit lebih banyak didominasi oleh matrik, sedangkan spesimen uji dengan nilai tertinggi memiliki jumlah serat lebih banyak yang menyebar keseluruh bagian komposit. Jumlah serat inilah yang mempengaruhi kekuatan komposit. Dari hasil foto SEM spesimen uji nilai terendah distribusi serat pada komposit kurang merata, jarak antara serat dan serat lainnya didalam komposit tidak sama serta terlihat masih ada rongga yang terbentuk antara serat dengan matrik. Semakin kecil rongga yang terbentuk maka menunjukkan semakin baik ikatan yang terjadi antara serat dengan matrik, begitu pula sebaliknya semakin besar rongga yang terbentuk maka menunjukkan ikatan yang kurang baik antara serat dengan matrik. Hal ini menyebabkan nilai kekuatan disetiap komposit berbeda. Pada Gambar 12 dan Gambar 14 dapat diketahui terdapat rongga yang terbentuk. Ukuran rongga dalam satu sampel berbeda-beda, hal ini menunjukkan sampel tidak homogen. Sedangkan pada gambar 13 dan 15 hanya sedikit celah atau rongga yang terlihat sehingga dapat dipastikan pada spesimen tersebut mengandung jumlah serat yang tinggi dan tersebar dan tercapur secara merata dengan matriks didalam cetakan, hal inilah yang membuat spesimen tersebut memiliki kekuatan lebih tinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan perhitungan data yang diperoleh dari hasil pengujian tentang pengaruh serat karbon terhadap sifat mekanik dan topografi pada komposit bermatriks *polyester* BQTN 157 maka dapat diambil kesimpulan bahwa variasi fraksi volume dan panjang serat karbon dapat mempengaruhi sifat mekanik dari komposit *polyester* berpenguat serat karbon. Kekuatan komposit naik seiring bertambahnya fraksi volume maupun panjang serat. Kekuatan tarik tertinggi komposit *polyester* dengan penguat serat karbon terdapat pada fraksi volume serat 40% dengan panjang serat 33,41mm yaitu sebesar 135 MPa dan kekuatan impak maksimum dimiliki oleh

komposit dengan fraksi volume serat 56,82% dan panjang serat 25mm yaitu sebesar 208,25 Mpa.

Dari analisa SEM kekuatan material komposit dipengaruhi oleh kerapatan antara serat karbon dengan matriks. Ketidakrapatan menyebabkan adanya rongga (*void*) yang terbentuk antara serat dengan matriks. Semakin kecil rongga yang terbentuk maka menunjukkan semakin baik ikatan yang terjadi antara serat dengan matrik yang dibuktikan dengan kekuatan dari spesimen yang tinggi, begitu pula sebaliknya semakin besar rongga yang terbentuk maka menunjukkan ikatan yang kurang baik antara serat dengan matrik yang dibuktikan dengan kekuatan dari spesimen yang rendah. Hal ini menyebabkan nilai kekuatan disetiap komposit berbeda.

BIBLIOGRAFI

- Alfan, M. L. (2016). *Analisa Uji Impak Charpy Dengan Pendulum Yang Dipasang Sensor Strain Gauge*. November, 1–5. [Google Scholar](#)
- Bakir, B., & Hashem, H. (2013). *Effect of Fiber Orientation for Fiber Glass Reinforced Composite Material on Mechanical Properties*. 1(5), 341–345. [Google Scholar](#)
- Dieter, M. (1988). *Program Studi Teknik Mesin , Universitas Islam 45 Bekasi Email : handoyoyopi@yahoo.com*. [Google Scholar](#)
- Inovasi, J., Dan, S., Kelautan, T., & Kapal, B. P. (2020). *Zona laut*. I(2), 26–32.
- Ke, P. S. (2017). *memiliki kekuatan lelah* (. 599–604.
- Malikussaleh, U., & Tarik, U. (2017). *Uji Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri dan Resin*. 2(November), 63–72. [Google Scholar](#)
- Mulyo, S., Respati, B., Katsir, I., & Dzulfikar, M. (2020). *Body Mobil dengan Komposit Matriks Fiber Carbon-Honeycomb dan Penguat Resin Lycal*. 17(2), 29–33. <https://doi.org/10.9744/jtm.17.2.29> [Google Scholar](#)
- Nurhidayah, N. (2016). *Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Daun Lontar (Borassus flabelifer) Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Komposit Polyester Skripsi Ninis Nurhidayah Program Studi S-1 Fisika Departemen Fisika Universitas Airlangga Surabaya*. [Google Scholar](#)
- Parnata, I. M., Istri, C., Kusuma, P., Parwata, I. M., Studi, P., Mesin, T., Udayana, U., Bukit, K., & Bali, J. (2019). *Pengaruh Variasi Persentase Hardener MEKPO Terhadap Kekuatan Bending Dan Densitas Pada Bioresin Getah Pinus (Pinus Merkusii)*. 8(1), 432–436.
- Pengaruh parameter proses manufaktur terhadap karakteristik komposit berpenguat serat karbon/*. (2019). [Goggle Scholar](#)
- Pramono, A. E. (2012). *UNIVERSITAS INDONESIA Karakteristik Komposit Karbon-Karbon Berbasis Limbah Organik Hasil Proses Tekan Panas DISERTASI*. [Google Scholar](#)
- Savetlana, S., Andriyanto, A., Mesin, J. T., & Lampung, U. (2012). *Sifat-sifat Mekanik Komposit Serat TKKS-Poliester*. 3(0721), 45–50. [Google Scholar](#)
- Umam, A. F. (n.d.). *S tudi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Karbon Studi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Karbon Abstrak*. 67–72. [Google Scholar](#)
- Umam, K. (2019). *Manajemen Perbankan Syariah*. [Google Scholar](#)

Dedhe Jumriladin Putra Susila, Yuliyanto, Masdani

Variasi, P., Serat, V., Pisang, P., Kekuatan, P., Komposit, I., & Akhir, T. (2018). *NIM : REISYA NUR HUDA*. [Google Scholar](#)

Widiartha, I. G., & Sari, N. H. (2012). *Study Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Komposit Polyethylene Yang Diperkuat Oleh Hybrid Serat Sisal Dan Karung Goni*. 2(2), 92–99. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Dedhe Jumriladin Putra Susila, Yuliyanto dan Masdani (2021)

First publication right:

Jurnal Syntax Admiration

This article is licensed under:

