

## ANALISA KARAKTERISTIK KARBON DAN KEVLAR BERDASARKAN PENGUJIAN TARIK DAN IMPAK

Sandi solihin<sup>1\*)</sup>, Gatot Eka Pramono<sup>1)</sup>, Dwi Yuliaji<sup>1)</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

\*e-mail: sandisolihin96gmail.com

### ABSTRAK

Karbon dan kevlar biasa dikenal dengan komposit, merupakan serat yang memiliki karakteristik berbeda antara satu dengan lainnya. Nama lain komposit tersebut adalah *aramid* atau material non logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik komposit karbon kevlar dengan 5 spesimen uji tarik ( 2 kv : 8 k),(4 kv : 6 k),(5 kv:5 k),(6kv : 4 k),(8 kv: 2 k. Hasil uji tarik secara berurutan adalah (kv 2 k 8 : TS 8 Mpa,YS 6 Mpa,regangan 9,64), kode (kv 4 k 6 : TS 8 Mpa,YS 4 Mpa,regangan 28,16), (kv 5 k 5 : TS 16 Mpa,YS 9 Mpa,regangan 18,12), (kv 6 k 4 : TS 14 Mpa,YS 8 Mpa,regangan 49,4) , (kv 8 k 2 : TS 15 Mpa,YS 8 Mpa,regangan 25,64). Hasil pengujian impak dari 4 spesimen (kv 3 : k12),(kv 8 : k 8),(kv 9 : k6),(kv 12 : k 3). Kode:( kv 3 k 12 mendapatkan rata-rata harga impak 0,482 Joule/cm<sup>2</sup>),( kv 8 k 8 mendapatkan rata-rata harga impak 0,406 Joule/cm<sup>2</sup>),( kode kv 13 k 2mendapatkan rata-rata harga impak 1,039 Joule/cm<sup>2</sup>),( kv 9 k 6 mendapatkan rata-rata harga impak 1,093 Joule/cm<sup>2</sup>).hasil pengujian tarik terbaik ada pada kode ( kv 5 : k 5 dengan nilai TS 16 Mpa,YS 9 Mpa regangan 18,12),hasil pengujian terbaik dari pengujian impak ada pada sample (kv 9 k 6 dengan harga impak 1,093 Joule/cm<sup>2</sup>).

**Kata kunci :** Karbon, Kevlar, Resin Epoxy

### ABSTRACT

*Carbon and kevlar commonly known as composites, are fibers that have different characteristics from one another. Another name for the composite is aramid or non-metallic material. This study aims to determine the characteristics of the carbon kevlar composite with 5 tensile test specimens (2 kv : 8 k),(4 kv : 6 k),(5 kv:5 k),(6 kv : 4 k),(8 kv: 2 k. The results of the tensile test sequentially are (kv 2 k 8 : TS 8 Mpa, YS 6 Mpa, strain 9.64), code (kv 4 k 6: TS 8 Mpa, YS 4 Mpa, strain 28.16), ( kv 5 k 5 : TS 16 Mpa,YS 9 Mpa, strain 18.12), (kv 6 k 4 : TS 14 Mpa,YS 8 Mpa, strain 49.4) , (kv 8 k 2 : TS 15 Mpa,YS 8 Mpa ,strain 25,64).The results of the impact test of 4 specimens (kv 3 : k12),(kv 8 : k 8),(kv 9 : k6),(kv 12 : k 3).Code:( kv 3 k 12 get an average impact price of 0.482 Joule/cm<sup>2</sup>),( kv 8 k 8 get an average impact price of 0.406 Joule/cm<sup>2</sup>),( kv 13 k 2 code gets an average impact price of 1.039 Joule/cm<sup>2</sup>),( kv 9 k 6 get an average impact price of 1.093 Joule/cm<sup>2</sup>), the best tensile test results are in the code (kv 5: k 5 with a TS value of 16 Mpa, YS 9 Mpa strain 18.12), the best test results from impact testing are on sample (kv 9 k 6 at impa . price k 1.093 Joule/cm<sup>2</sup>).*

**Keywords :** Carbon, Epoxy Resin, Kevlar

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dibidang material semakin hari semakin berkembang dengan pesat, terkhusus pada material komposit, terdiri dari gabungan dua bahan atau lebih material yang berbeda guna mendapatkan sifat baru yang tidak didapat dari dari masing – masing material tersebut. Ada pun sifat baru yang didapat meliputi tingkat kekuatan, tingkat kekerasan serta tingkat keuletan.

Di era 4.0 banyak penelitian serta pengembangan komposit berbahan baku dari serat karbon dan serat kevlar untuk mengganti bahan

baku jenis logam, sifat yang kuat serta ringan menjadi parameter utama mengapa banyak pengembangan tentang komposit. Permasalahan yang terlihat jelas dari serat karbon dan serat kevlar mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi, untuk mendapat kan hasil yang maksimal kedua bahan tersebut memiliki tingkat kesulitan dan ketelitian lebih dalam proses pabrikasi, ini semua dikarnakan serat karbon dan serat kevlar memiliki keunggulan lebih kuat dibandingkan dengan logam untuk komponen struktur lebih ringan dibandingkan dengan logam.

Dalam penelitian komposit berbahan baku serat karbon dan serat kevlar diharapkan dapat

menjadi solusi baru untuk mendukung pengembangan komposit, penelitian pun dilakukan guna mengetahui sifat baru yang dihasilkan dari kedua bahan tersebut serta mengetahui karakteristik dari kedua bahan tersebut dengan metode perbandingan setelah melalui beberapa tahap pengujian.

Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi perbandingan untuk pemilihan metode dan pembuatan pada pengguna karbon dan Kevlar yang mengutamakan karakteristik dari kedua jenis bahan tersebut, dan di harapkan dari penilitian ini mendapatkan hasil dari karakteristik karbon.

**2. Material Komposit**

Komposit adalah sekumpulan dua bahan atau lebih dari material yang terpisah serta berbeda yang digabungkan dan melewati beberapa tahapan proses serta menggunakan bahan pendukung lainnya, sehingga membentuk komponen tunggal. Bahan – bahan pendukung yang digunakan untuk membuat komposit memiliki sifat dan karakter yang berbeda dan terpisah sehingga menghasilkan jenis bahan baru dari hasil rekayasa.

Di dalam pengaplikasian terkait komposit untuk saat ini sudah banyak pelaku usaha di bidang industri mau pun otomotif menggunakan material komposit, klasifikasi tentang material komposit untuk saat ini sangatlah banyak dikarnakan fungsi yang sangatlah banyak untuk kehidupan sehari hari. Salah satu contoh material komposit yang digunakan berbahan baku dari serat karbon dan serat kevlar, dikarnakan kedua bahan tersebut mempunyai sifat matrik yang berbeda sehingga memerlukan beberapa proses dan beberapa bahan pendukung lainnya untuk membentuk komponen tunggal pada material komposit yang menggunakan bahan baku tersebut

**2.2 Karbon**

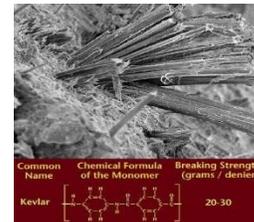
Karbon atau zat arang merupakan unsur kimia yang memiliki unsur C dan nomor atom 6 pada table periodik, sebagai unsur golongan 14 pada tabel periodik. Karbon merupakan unsur non-logam. Dan bervalensi 4 yang berarti terdapat empat elektron yang dapat digunakan untuk membentuk ikatan kovalen.

Material	Density, g/cm <sup>3</sup>	Modulus*, E, GPa	Tensile strength*, $\sigma^{ult}$ , MPa	Strain at break*, %
Carbon fiber (AS4)	1.81	235	3.700	1.57
Glass fiber (E)	2.60	73	3.450	4.73
Kevlar fiber (49)	1.44	131	3.800	2.90
Epoxy resin (3501-6)	1.27	4.43	69	1.70
Vinylester resin (510A)	1.23	3.40	86	4-5

Gambar 1. Matriks Propertis Karbon

**2.3 Kevlar**

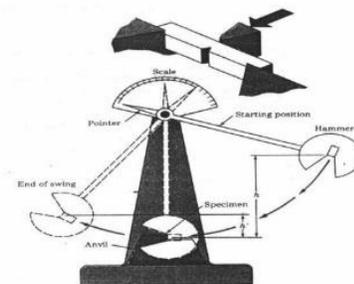
Kevlar (Aramid) merupakan bahan yang ditemukan pada tahun 1964, oleh Stephanie kwolek, seorang ahli kimia berkebangsaan Ameika, yang bekerja sebagai peneliti pada perusahaan Dupont.kevlar sendiri memiliki stuktur yang kuat dan memiliki peredam yang baik, karna sifatnya Yang baik Kevlar juga sering digunakan dibidang pesawat terbang, tank dan, roket.



Gambar 2. Susunan kimia dari kevlar

**2.7 Pengujian Impak**

Pengujian impak merupakan salah satu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kerapuhan, keuletan, atau ketangguhan bahan disamping pengujian Tarik. Kenyataan bahwa pembebanan pada bahan tidak terjadi hanya berupa beban yang terjadi perlahan-lahan, ditemukan juga pembebanan secara tiba-tiba.



**Gambar 3. Alat Uji Impak**

Dasar pengujian ini penyerapan energi potensial dari pendudukan beban yang berayun menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi plastis. Bila energi yang diserap besar maka, akan terjadi perpatahan terhadap pembebanan tanpa terjadi patah.

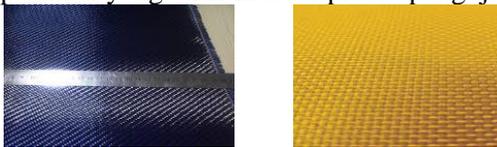
### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2020 sampai bulan April 2021. Tempat penelitian dilakukan di lab Manufaktur program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor.

#### 3.2 Spesifikasi Bahan

Berikut adalah gambar fisik dari karbon dan kevlar sebelum dipakai untuk pembuatan specimen yang akan melalui proses pengujian :



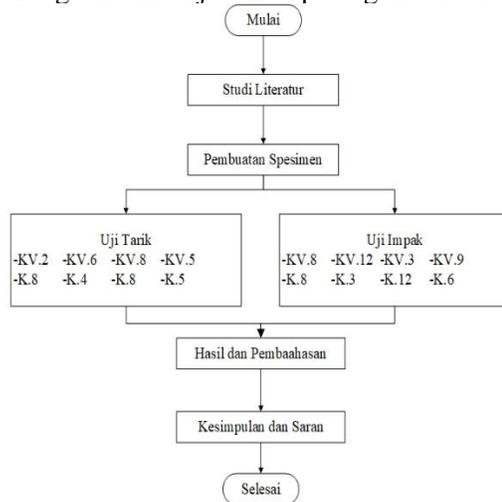
Gambar 4. Spesifikasi Bahan

#### a. Spesifikasi bahan karbon

Material	Density, g/cm <sup>3</sup>	Modulus*, E, GPa	Tensile strength*, $\sigma^{ult}$ , MPa	Strain at break*, %
Carbon fiber (AS4)	1.81	235	3.700	1.57
Glass fiber (E)	2.60	73	3.450	4.73
Kevlar fiber (49)	1.44	131	3.800	2.90
Epoxy resin (3501-6)	1.27	4.43	69	1.70
Vinylester resin (510A)	1.23	3.40	86	4-5

#### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir di jelaskan pada gambar 3.2 :



Gambar 5. Diagram

#### 3.4 Prosedur Pembuatan Specimen Karbon dan Kevlar

Di bawah ini merupakan tahapan atau proses dalam pembuatan specimen uji tarik dan impact. Yaitu sebagai berikut :

- A. proses pembuatan penguat campuran epoxy
  1. Persiapkan alat dan bahan yaitu cetakan, resin epoxy, wax dan peralatan pendukung lainnya.
  2. Kemudian olesi dengan wax pada permukaan dalam cetakan dan sisi-sisinya.
  3. Membuat campuran matrik epoxy, karena penulis membuat campuran campuran baru
  4. Campurkan setiap polimer dengan hardenernya masing-masing dan aduk hingga merata, kemudian campurkan kedua polimer tersebut aduk sampai rata lagi
  5. Tuangkan campuran epoxy tersebut ke dalam loyang cetakan. Kemudian tunggu hingga campuran tersebut kering.

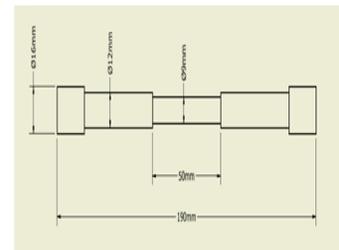
#### 3.6 Prosedur Pengujian

Untuk melakukan pengujian dibutuhkan tata cara, berikut adalah tata cara untuk melakukan pengujian :

Di awali dengan mempersiapkan semua peralatan serta bahan yang dibutuhkan seperti yang sudah tertera pada tabel 3.1 untuk selanjutnya semua bahan yang sudah ada harus melewati beberapa proses pabrikan sehingga diperoleh hasil berupa beberapa specimen untuk melakukan pengujian sesuai dengan syarat untuk melakukan pengujian.

#### 3.6.1 Prosedur Pengujian Tarik

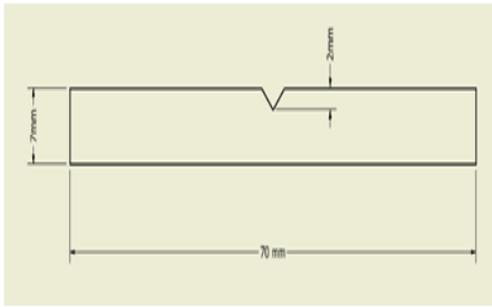
Pemotongan bahan AISI 1015 dengan menggunakan mesin pemotong dan di bubut dengan panjang 19cm berdiameter 12mm untuk pengujian Tarik.



Gambar 6. Specimen Uji tarik

#### 3.6.2 Prosedur Pengujian Impact

Pembuatan specimen untuk pengujian impact dengan panjang 10cm berdiameter 7mm dan di kampuh di bagian tengah sedalam 2 cm.



**Gambar 7.** Specimen Uji Impak

- Pasang specimen pada tumpuan dengan posisi horizontal pada alat uji
- Atur ketinggian sudut beban yang akan menghantam specimen
- Arahkan beban berlawanan dengan arah takikan
- Lepaskan beban hingga menghantam specimen
- Baca busur drajat setelah beban menghantam specimen
- Lepaskan specimen

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Spesimen Uji Tarik**

Komposisi material karbon Kevlar terdiri dari resin epoksi, katalis hardener, mirror glos, serat karbon dan serat kevlar.

Diketahui :

- Berat lembar Kevlar : 0,4 gram
- Berat lembar Karbon : 1,9 gram
- Berat 1 tetes katalis : 0,3 gram

Dari berat lembar karbon dan Kevlar di dapat kan berat resin dan katalis yang digunakan untuk pembuatan specimen uji, di ketahui sebagai berikut ;

- diketahui berat specimen 31.61 gram berikut berat resin dan katalis yang di gunakan :  
 berat resin dan katalis= berat spesiment – ((jumlah x berat karbon) + ( jumlah Kevlar x berat Kevlar ))
- Dari berat resin dan katalis dapat di ketahui perbandingan resin dan katalis 1:10 , berikut perhitungan resin dan katalis yang di gunakan untuk pembutan setiap spesimen :

$$\text{Berat katalis} = \frac{(\text{berat resin katalis} \times 1)}{10}$$

$$\text{Berat resin} = \text{berat resin katalis} - \text{berat katalis}$$

**Tabel 1** Hasil komposisi Carbon dan Kevlar untuk uji tarik

Spesimen	lembar specimen		berat kevlar ( gram )	berat karbon (gram)	Berat/ spesimen ( gram ) ( gram )
	Kevlar	karbon			
2 : 8	2	8	0.8	36	18
4 : 6	4	6	1.6	28.29	13.761
5 : 5	5	5	2	31.61	18.099
6 : 4	6	4	2.4	38.29	25.461
8 : 2	8	2	3.2	25	16.2

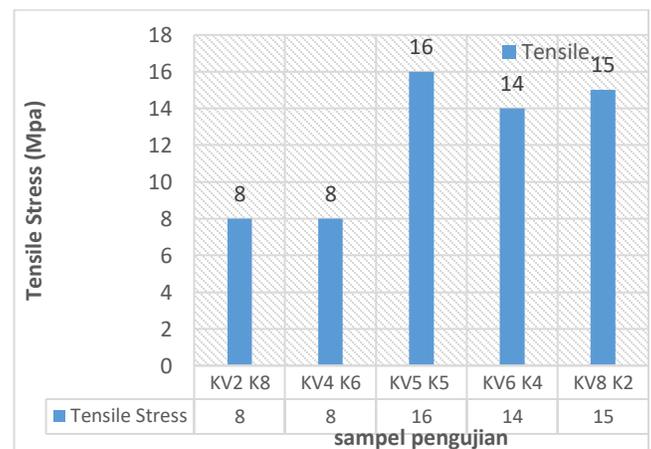
**Tabel 2** Komposisi Berat Carbon Dan Kevlar untuk uji tarik

berat katalis (gram)	berat katalis (gram)
18	2
13.761	1.529
18.099	2.011
25.461	2.829
16.2	1.8

**4.1 Hasil Uji Tarik**

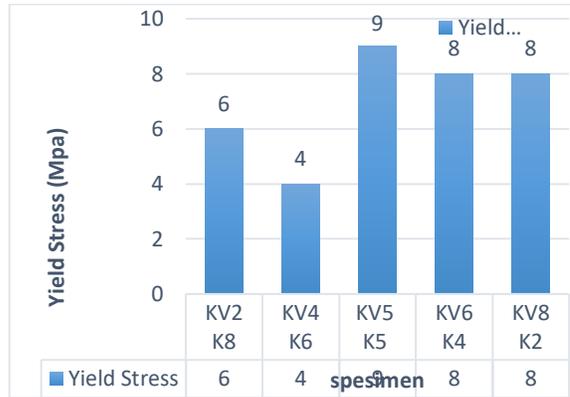
Data yang diperoleh dari uji tarik adalah tensile stress, yield stress dan regangan oleh karna itu dilakukan pengujian tarik pada penelitian ini.

**A. Grafik tensile stress**



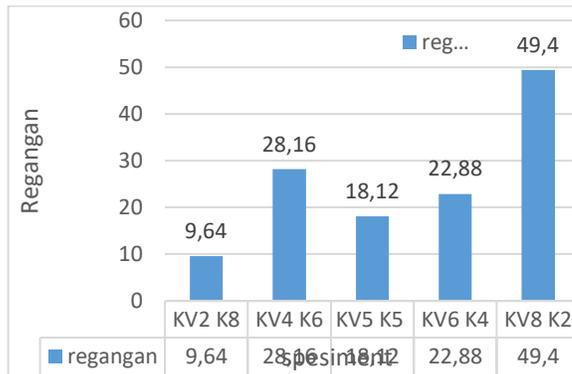
**Gambar 8.** Grafik Pengaruh Variasi karbon kevlar Terhadap tensile stress

**B. Grafik yield stress**



**Gambar 9.** Grafik Pengaruh Variasi karbon Kevlar terhadap titik luluh

**C. Grafik regangan**



**Gambar 10.** Grafik regangan pada pengujian Tarik Karbon dan Kevlar

**4.3 Hasil uji impact pada material uji karbon kevlar**

Perhitungan harga impact didasarkan pada selisih energi ( $\Delta E$ ) sebelum dan sesudah tumbukan. Parameter perhitungan  $\Delta E$  adalah selisih antara sudut sebelum ( $\alpha$ ) dan sesudah tumbukan ( $\beta$ ).

**Tabel 3** Pengujian Impact

Sample	lebar (mm)	Tinggi (mm)	luas (mm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	L (m)
KV8-K8 (1)	10	4	40	40	25	1,36
KV8-K8 (2)	10	4	40	40	25	

KV8-K8 (3)	10	4	40	40	25
KV3-K12 (1)	10	5	50	40	24
KV3-K12 (2)	10	5	50	40	24
KV3-K12 (3)	10	5	50	40	24
KV9-K6 (1)	10	3,8	38	40	26
KV9-K6 (2)	10	3,8	38	40	27
KV9-K6 (3)	10	3,8	38	40	26
KV12-K3 (1)	10	3,5	35	40	28
KV12-K3 (2)	10	3,5	35	40	29
KV12-K3 (3)	10	3,5	35	40	28

- Persamaan untuk mencari H0

$$H0 = L - (\cos \alpha)$$

- Persamaan untuk mencari H1

$$H1 = L - (\cos \beta)$$

- Persamaan untuk mencari E0

$$E0 = M \times G \times H0$$

- Persamaan untuk mencari E1

$$E1 = M \times G \times H1$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai energi yang diserap dengan rumus sebagai berikut :

$$\Delta E = E0 - E1 = M \times G (H0 - H1)$$

$\Delta E$  adalah nilai energi yang diserap sedangkan (A) adalah luas penampang specimen.

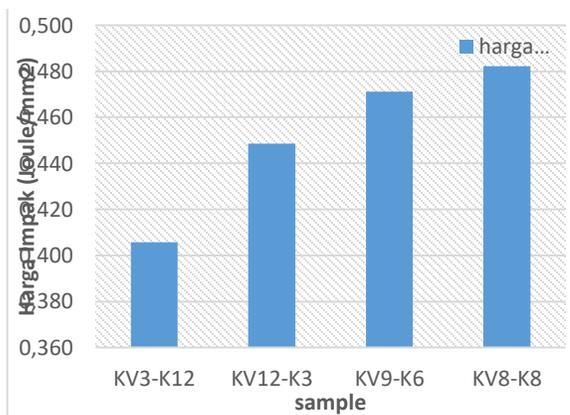
$$\frac{\Delta E}{A}$$

**Tabel 4** nilai rata-rata dari pengujian impact

m (kg)	cos $\alpha$	cos $\beta$	DE (Joule)	Harga Impact (Joule/mm <sup>2</sup> )	Rata-rata Harga Impact (Joule/m <sup>2</sup> )
10,32	0,76604	0,906	19,293	0,482	0,482
	0,76604	0,906	19,293	0,482	

0,76 604	0,906	19,29 3	0,482	0,406
0,76 604	0,914	20,28 8	0,406	
0,76 604	0,914	20,28 8	0,406	
0,76 604	0,914	20,28 8	0,406	
0,76 604	0,899	18,25 9	0,481	0,471
0,76 604	0,891	17,18 8	0,452	
0,76 604	0,899	18,25 9	0,481	
0,76 604	0,883	16,07 9	0,459	0,449
0,76 604	0,875	14,93 4	0,427	
0,76 604	0,883	16,07 9	0,459	

Grafik pengaruh variasi jenis karbon kevlar terhadap nilai kekuatan impact rata-rata seperti terlihat pada gambar :



Dari grafik pada gambar terlihat bahwa harga impact rata-rata untuk ke empat jenis sample karbon kevlar dengan matriks berbeda yaitu karbon dan kevlar dengan jenis lembar berbeda memiliki rata-rata harga impact yaitu KV3-K12 memiliki rata-rata harga impact yaitu sebesar 0,482 J/mm<sup>2</sup> pengujian yang tidak baik di sebabkan sample ini material karbon lebih banyak di ketahui karbon merupakan material tidak tahan terhadap benturan, sedangkan material KV8 – K8 merupakan material dengan uji impact yang baik sebesar 0,449 J/mm karena kandungan material antara karbon kevlar seimbang jadi seimbang saat di lakukan pengujian.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil analisa karakteristik karbon dan kevlar dengan material jenis serat karbon dan serat kevlar terhadap sifat mekanik mendapatkan kesimpulan sebagai berikut :

Dengan melihat hasil pengujian tarik di dapatkan material spesimen terendah sampai tertinggi ,meliputi tensile stress dengan kode spesimen kv2 : k8 memiliki nilai terendah yaitu 8 mpa,dan kode spesimen k5 : k5 memiliki nilai tertinggi yaitu 16 mpa,seandainya yield stress dengan kode spesimen kv4 : k6 memiliki nilai nilai terendah dengan nilai 4 mpa dan kode spesimen kv5 : k5 memiliki nilai tertinggi dengan nilai 9 mpa, dan nilai regangan dari pengujian tarik dengan kode spesimen kv2 : k8 memiliki nilai regangan 9,64 % menunjukkan rendah dan regangan tertinggi dengan kode spesimen kv5 : k5 memiliki nilai regangan 28,16 %. Dengan menggunakan perbandingan jenis material *wood plastik composite* (WPC) yang sudah melalui pengujian yang sama dengan spesimen yang sama didapatkan rata-rata sebagai berikut. Nilai rata-rata pengujian menggunakan bahan karbon dan kevlar, tensile stress 12 mpa, yield stress 7 mpa, regangan 25,64 %, sedangkan pengujian tarik menggunakan jenis material *wood plastik composite* (WPC) memiliki rata-rata tensile stress 5,3 mpa, yield stress 3,40 mpa, regangan 17,98%. Pengujian impact pada penelitian ini menggunakan *Charpy impact testing machine* memiliki rata-rata harga impact yaitu KV3-K12 memiliki rata-rata harga impact yaitu sebesar 0,482 J/mm<sup>2</sup> menunjukkan nilai yang rendah dan tidak tahan terhadap benturan, sedangkan material KV8 – K8 merupakan material dengan uji impact tertinggi dan tahan akan benturan dengan nilai 0,449 J/mm. sedangkan rata-rata harga impact dalam penelitian ini menggunakan perbandingan dengan nilai perbandingan dari material jenis WPC dan karbon steel 1045 yang sudah melalui uji impact dan didapatkan rata rata harga impact dari material jenis WPC sebesar 0,141 joule/mm<sup>2</sup> hasil pengujian WPC lebih kecil, rata rata pengujian impact yang di dapatkan dari material karbon steel 1045 sebesar 115,17 joule/cm<sup>2</sup> lebih kecil dari karbon dan kevlar di karena sifat karbon steel yang sudah proses heat treatment menjadi getas, sedang material karbon kevlar didapatkan hasil terbaik dari beberapa sample rata rata harga impact dengan nilai 1,039 joule/cm<sup>2</sup>.

## 5.2 Saran

Berikut adalah saran untuk pengembangan karbon dan kevlar terhadap sifat mekanik agar jauh lebih baik lagi :

1. Perlu dilakukannya proses pembuatan molding kemudian dilakukannya proses pencetakan.
2. Perlu penambahan alat pendukung berupa vacuum sealer untuk menjamin tidak adanya udara yang terperangkap dalam proses pengeringan pada objek yang menggunakan bahan karbon dan kevlar.
3. Proses penimbangan bahan pendukung lainnya yang harus lebih teliti untuk menghasilkan hasil yang lebih baik lagi.

Four Bleaching Regimens on Color Change and Microhardness of Dental Nanofilled Composite., 2009.

Briyamoko Budi, 2001, Aplikasi alat Uji Impak dibidang Material Sruktur, /Rekayasa Bidang Ilmu.

Y. Handoyo, "Perancangan Alat Uji Impak metode charpy kapasitas 100 joule," Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma "45" Bekasi, vol. 1, p. 97950, 2013.

## DAFTAR PUSTAKA

- Suwanto, Bodja. Pengaruh temperature post-Curing terhadap kekuatan Tarik komposit epoksi resin yang diperkuat woven serat pisang, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang.
- Salahudin, Xander, 2012, Kaji pengembangan serat daun pandan di kabupaten Magelang sebagai bahan komposit interior mobil, Universitas Tidar Magelang.
- Jason, P.P. 2004. Activated Carbon and Some Application for The Remediation of Soil and Groundwater Pollution. [http://www.cee.vt.edu/program\\_areas](http://www.cee.vt.edu/program_areas). (9 April 2014).
- Sri, Endang. 2013. Penggunaan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa untuk Mengurangi Kadar Pencemar pada Air Lindi Sampah. Jurusan Teknik Kimia. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang. Sunu.
- Matthews, F.L. & Rawlings, R.D. (1999). Composite Materials: Engineering and Science. Boca Raton: CRC Press. ISBN0-8493-0621-3.
- Mirfan, D. 2017. Uji Impact Charpy. [mirfandaniputra.wordpress.com/2017/01/07 /ujiiimpact-charpy](http://mirfandaniputra.wordpress.com/2017/01/07/ujiiimpact-charpy) diakses tanggal 19 Oktober 2019.
- Chan, K.H.S Mai, Y., Kim, H., Tong, K.C.T., Ng, D., dan Hsiao, J.C.M., Review: Resin Composite Filling. J Mater., 2010.
- Costa, S.x.S., Becker, AB., de Souza Rastelli, AN., de Castro Monteiro Loffredo. L., de Andrade dan M.F., Bagnato, V.S, Effect of