

Analisis Kekuatan Gesek Dan Kekerasan Pada Komposit Dengan Variasi Serbuk Kerang Sebagai Bahan Pembuatan Sliding Pad

* Dwiki Satya Pambudi, Irfan Santosa, Galuh Renggan W

Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik , Universitas Pancasakti Tegal Jl. Halmahera km 1 Tegal 52121 telp.fax (0283) 342519

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA : 16 Maret 2019

DIREVISI : 14 Oktober 2019

DISETUJUI : 15 Desember 2019

*KORESPONDENSI PENULIS :
dwikipambudi@gmail.com

doi:

<https://doi.org/10.47685/mestro.v2i01.280>

Abstract

This research is using experimental method. The materials used are epoxy and hardener and the reinforcing material is shellfish powder which will later be varied with a 40,60,100 mesh sieve and raw material (sliding pad) as a comparison. Mechanical tests that will be carried out are wear tests, hardness tests and microstructure tests. The results of the wear test showed that the wear value of the raw material (sliding pad) was $4.07 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$, the 40 mesh sieve was $0.93 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$, the result of 60 mesh sieve is $1.11 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$, the result is 100 mesh $1 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$. The results of the raw material (sliding pad) hardness test are 4.42 HB, the results of 40 mesh sieve are 16.62 HB, the results are 60 mesh sieves 15.58 HB, the results of 100 mesh sieves are 15.92 HB. In the wear test, the highest wear value is raw material (sliding pad) $4.07 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$ and the lowest is a 40 mesh shell powder composite $0.93 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$. While the hardness test which has the highest hardness value is 40 mesh 16.62 HB and the lowest is raw material (sliding pad) 4.42 HB. The microstructure test for hole defects (pores) is mostly 40 mesh shellfish powder composite and the one that has no hole defects (pores) is raw material (sliding pad).

Keywords: Composite, Epoxy, Shell Powder

Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Material yang dipakai adalah *epoxy* dan *hardener* dan bahan penguatnya adalah serbuk kerang yang nanti akan di variasikan dengan ayakan 40,60,100 *mesh* dan *raw material (sliding pad)* sebagai pembandingnya. Pengujian mekanik yang akan dilakukan adalah uji keausan, uji kekerasan dan uji struktur mikro.

Hasil uji keausan didapat nilai keausan dari *raw material (sliding pad)* $4,07 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$, hasil ayakan 40 *mesh* $0,93 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$, hasil ayakan 60 *mesh* $1,11 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$, hasil ayakan 100 *mesh* $1 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$. Hasil dari uji kekerasan *raw material (sliding pad)* 4,42 HB, hasil ayakan 40 *mesh* 16,62 HB, hasil ayakan 60 *mesh* 15,58 HB, hasil ayakan 100 *mesh* 15,92 HB. Pada pengujian keausan yang memiliki nilai keausan tertinggi adalah *raw material (sliding pad)* $4,07 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$ dan yang terendah adalah komposit serbuk kerang 40 *mesh* $0,93 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg}$. Sedangkan pengujian kekerasan yang memiliki nilai kekerasan tertinggi adalah 40 *mesh* 16,62 HB dan yang terendah adalah *raw material (sliding pad)* 4,42 HB. Uji struktur mikro cacat lubang (pori-pori) yang paling banyak adalah komposit serbuk kerang 40 *mesh* dan yang tidak memiliki cacat lubang (pori-pori) adalah *raw material (sliding pad)*.

Kata kunci: komposit, Epoxy, Serbuk Kerang

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sliding pad adalah suatu benda yang berfungsi sebagai pelindung lutut yang biasa digunakan oleh para pembalap sepeda atau sepeda motor agar aman bila terjatuh mengenai jalan/aspal. *Sliding pad* memiliki permukaan yang tidak kasar ataupun licin guna membantu pembalap untuk mempertahankan *rac ing linenya* ketika menikung. *Sliding pad* umumnya terbuat dari bahan plastik atau resin dengan penambahan serbuk kayu beserta *Velcro* halus di sisi dalamnya (Anonim, 2015).

Diantara bahan penguat dalam pembuatan *ansliding pad* adalah komposit partikel (*Particulate*

Composites) yaitu berupa cangkang kerang. Kerang merupakan hewan air yang bercangkang keras. Cangkang atau kulit kerang mempunyai karbonat tinggi. Kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38% (Hartadi et al, 1986) dalam (Setyaningrum, 2009). Serbuk kerang ini adalah salah satu terobosan pemanfaatan cangkang kerang yang bisa di aplikasikan ke suatu proses pembuatan barang/produk diantaranya mencampurkannya ke dalam komposit sebagai bahan penguat dalam matrik *Epoxy*. Serbuk kerang nantinya akan di variasikan dengan ayakan nomer 40, 60, 100 *Mesh* dan *raw material (sliding pad)* sebagai pembanding.

Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian komposit variasi serbuk kerang ke dalam pembuatan *Sliding Pad* yang berjudul “Analisis Kekuatan Gesek dan Kekerasan Pada

Komposit Dengan Variasi Serbuk Kerang Sebagai Bahan Pembuatan *Sliding Pad*”.

1.2 Epoxy

Resin *epoxy* atau bahan epoksi adalah salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok termoset. Resin termoset adalah polimer cair yang diubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimia, membentuk formasi rantai polimer tiga dimensi. Sifat mekaniknya tergantung pada unit molekuler yang membentuk jaringan rapat dan panjang jaringan silang. Resin *epoxy* banyak digunakan untuk bahan komposit di beberapa bagian struktural, resin ini juga digunakan sebagai bahan campuran pembuatan kemasan, bahan cetakan dan perekat. Resin *epoxy* sangat baik digunakan sebagai matrik pada komposit dengan penguat serat gelas. Pada beton penggunaan resin *epoxy* dapat mempercepat proses pengeringan, karena *epoxy* menimbulkan panas sehingga membantu percepatan pengerasan (putri dkk, 2014).

1.3 Pengayakan

Pengayakan merupakan teknik pemisahan yang tertua, teknik ini dapat dilakukan untuk campuran heterogen khususnya campuran dalam fasa padat. Proses pemisahan didasari atas perbedaan ukuran partikel dalam campuran tersebut. Sehingga ayakan memiliki ukuran pori atau lubang tertentu, ukuran pori dinyatakan dalam suatu *mesh*.

Mesh adalah jumlah lubang yang terdapat dalam ayakan tiap 1 inci

persegi, Jadi kalo ada ayakan yang ada keterangan 5 mesh artinya tiap 1 inchi persegi terdapat 5 lubang. Kesimpulannya, makin besar jumlah mesh berarti ukuran lubang akan semakin kecil(Wordpress,2011).

Untuk mengetahui konversi dari mesh ke milimeter disajikan pada tabel berikut :

Table 1.Ukuran satuan Mesh (Wordpress,2013)

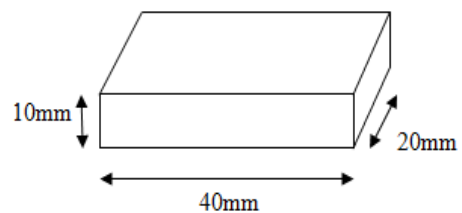
Ukuran mesh	Milimeter
3	6.730
4	4.760
5	4.000
6	3.360
7	2.830
8	2.380
10	2.000
12	1.670
14	1.410
16	1.190
18	1.000
20	0.841
25	0.707
30	0.595
35	0.500
40	0.400
45	0.354
50	0.297
60	0.250
70	0.210
80	0.177
100	0.149
120	0.125
140	0.105
170	0.088
200	0.074
230	0.063
270	0.053
325	0.044
400	0.037

Pada tabel diatas dapat dijelaskan sebagai berikut, untuk ayakan 3 Mesh, tiap 1 linier inchi ada 3 lubang. dan tiap lubang ukuran diameternya 6.73 mm (Wordpress,2011). Dalam penelitian nanti peneliti akan memvariasikan serbuk kerang dengan ukuran 40, 60, 100 Mesh sebagai bahan penguat resin epoxy.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sampel

Dalam penelitian ini penulis ingin memaksimalkan kinerja *Sliding Pad* agar dapat menghasilkan hasil yang optimal nilai kekerasan *sliding pad* dan meminimalisir keausan *Sliding Pad* saat bersentuhan dengan aspal dengan cara mencampurkan variasi ukuran serbuk kerang 40, 60, 100 Mesh dalam pembuatan *Sliding Pad* yang nantinya akan di uji hasil mekaniknya dengan uji keausan, uji kekerasan dan struktur mikronya. Masing-masing sampel pengujian memiliki 4 spesimen termasuk raw matrial (*sliding pad*) sebagai bahan perbandingan. Total sampel 12 sampel.



Gambar 2.Sampel spesimen pengujian

2.2 alat

Alat yang dipakai adalah :

- a. Martil

- Berguna untuk menghancurkan cangkang kerang sehingga halus.
- b. Ayakan
Berguna untuk mengayak hasil dari cangkang kerang yang telah dihancurkan. Pengayakan akan menggunakan ayakan ukuran 40, 60, 100 *Mesh*.
 - c. Cetakan komposit
Cetakan komposit terbuat dari kaca berbentuk balok dengan ukuran panjang 98mm, lebar 23mm, tinggi 30mm.
 - d. Gelas ukur
Gelas ukur digunakan untuk mengukur mencampurkan *epoxy*, *hardener* dan serbuk kerang.
 - e. Pengaduk
sendok digunakan untuk mengaduk campuran serbuk cangkang kerang dengan resin *epoxy* dan *hardener* agar tercampur rata.
 - f. Gergaji besi
Gergaji besi digunakan untuk memotong hasil komposit yang telah dicetak untuk dibentuk menjadi spesimen uji yang telah ditentukan standar ukuranya.
 - g. Amplas
Amplas digunakan sebagai perataan spesimen.
 - h. Kawat besi
Untuk pengait yang berguna memudahkan mengambil spesimen saat telah kering.

2.3 Bahan

Bahan bahan yang digunakan adalah :

- a. Resin *Epoxy*
Resin *epoxy* nanti digunakan sebagai pembuatan spesimen

yang perbandingannya 1:1 dengan *hardener*.

- b. *Hardener*
Hardener digunakan sebagai pengeras dalam pembuatan spesimen yang perbandingannya 1:1 dengan resin *Epoxy*.
- c. Serbuk kerang
Serbuk karang akan digunakan sebagai penguat dalam pembuatan spesimen nantinya. Variasi ukuran serbuk kerangnya adalah 10, 60, 100 *Mesh*.
- d. Gemuk
Gemuk digunakan sebagai pelapis cetakan spesimen agar saat pencetakan selesai pelepasannya mudah.
- e. *Citri Acid*
Digunakan sebagai pelunak cangkang kerang agar mudah di haluskan.

2.4 Pembuatan spesimen

Langkah-langkah pembuatan komposit dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Siapkan semua alat dan bahan.
- b. Ayak serbuk cangkang kerang sesuai ayakan yang diinginkan.
- c. Campur resin *epoxy* dan *hardener* 1:1.
- d. Campurkan resin *epoxy* dan *hardener* yang sudah tercampur dengan serbuk kerang yang sudah di ayak tadi perbandingan serbuk kerangnya 1:1 dengan campuran resin *epoxy* dan *hardener* yang sudah di aduk tadi. Pengadukan dilakukan selama 1 menit.
- e. Siapkan cetakan yang sudah dilapisi oleh gemuk.
- f. Tuang sedikit campuran yang sudah selesai diaduk kedalam cetakan setelah itu beri pengait

- yang berupa kawat besi guna memudahkan pengambilan spesimen saat kering.
- g. Setelah kering lepas cetakan dan pisahkan spesimen dari cetakannya. Jika kurang kering, jemur di bawah trik matahari sampai benar-benar kering.
 - h. Tipiskan spesimen dengan mesin *skrap* untuk mendapatkan ketebalan yang pas dan potong spesimen menjadi beberapa bagian sesuai panjang dan lebar yang telah ditentukan oleh standar yang ditentukan dengan menggunakan gergaji besi.
 - i. Haluskan spesimen dengan amplas dari serbuk yang kurang rata dan ukur tebal spesimen sesuai dengan standar yang digunakan dengan menggunakan jangka sorong.
 - j. Setelah spesimen jadi lakukan pengujian berupa uji keausan, uji kekerasan dan uji struktur mikro.

2.5 pengujian sifat mekanik

a. uji keausan komposit

Uji Keausan Komposit Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan sifat mekanik komposit dalam ketahanan terhadap keausan.

- 1) Bahan yang diuji adalah Komposit *epoxy*
- 2) Standar pengujian menggunakan Metode *Ogoshi*
- 3) Mesin pengujian *Riken Ogoshi Testing Machine*
- 4) Tempat Lab. FT UGM Yogyakarta

Uji keausan dilakukan terhadap sampel yang terdiri dari bahan utamatrike *epoxy* dan

hardener Yang diperkuat serbuk kerang dengan variasi ukuran butir serbuk kerang *mesh* 40, 60, 100 dan raw material (*sliding pad*) sebagai pembanding. Pengujian mengacu pada standar metode *Ogoshi (Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine)* dengan kondisi pengujian 2,12 kg dan jarak abrasi 6,66 mm dan kecepatan putar dari motor 0,250 rpm dalam waktu 60 detik akan memperoleh halur bekas abras



Gambar 3. Mesin uji *ogoshi*

b. Uji kekerasan komposit

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kekerasan komposit pada beban tertentu.

- 1) Bahan yang diuji Komposit *epoxy*
- 2) Mesin pengujian *Brinell Testing Machine*
- 3) Tempat Lab. FT UGM Yogyakarta

Uji keausan dilakukan terhadap sampel yang terdiri dari bahan utamatrike *epoxy* dan *hardener* Yang diperkuat serbuk kerang dengan variasi ukuran butir serbuk kerang *mesh* 40, 60, 100 dan raw material (*sliding pad*)

sebagai pembanding. Pengujian mengacu pada alat uji kekerasan *brinell* dengan kondisi pengujian beban uji yang diberikan 30 kg dan diameter indenter 2,5 mm waktu 15 detik dengan pembesaran lensa 50x = 19 strip disetiap mm.



Gambar 4. Alat uji kekerasan *brinell*

c. Uji struktur mikro

Struktur mikro merupakan salah satu pengujian guna untuk mengetahui struktur mikro spesimen pada titik tertentu dengan cara memperbesar penampakan struktur. Seberkas cahaya horizontal dipantulkan oleh *plane glass reflektor* ke permukaan spesimen. Spesimen akan memantulkan cahaya dengan karakteristik yang sesuai dengan struktur mikronya. Cahaya ini dibiaskan oleh lensa obyektif, lalu oleh lensa okuler sehingga diperoleh bayangan dengan pembesaran tertentu (Astrid, 2016). Pengujian dilakukan guna mengetahui hasil dari pen campuran *epoxy* dan *hardener* diperkuat serbuk kerang 40, 60, 100 mesh.

Gambar 5. Alat uji struktur mikro

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian keausan

Uji keausan dilakukan dengan metode *goshi* di ambil rata-rata dari 4 sampel termasuk *raw* material (*sliding pad*) sebagai pembanding, masing-masing spesimen dilakukan 3 titik pengujian. Data-data dari pengujian dimasukkan ke tabel dan di hitung nilai keausannya . seperti pada spesimen ukiran *mesh* 40 :

Kecepatan = 0,250 rpm, Beban = 2,12 kg, Pembesaran 10x, 1 μm = 1000mm

$$\begin{aligned} \text{Rumus: } W &= \frac{B \cdot b^3}{12 \cdot r} = \dots \text{ mm}^3/\text{kg} \\ &= \frac{3 \times 0,00052}{12 \times 14} \\ &= \frac{0,00156}{168} \\ &= 0,0000093 \\ &= 0,93 \times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{kg} \end{aligned}$$

Diketahui hasil spesimen yang lain dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Hasil dari uji keausan

No	Spesimen	Titik panjang (μm)			Rata-rata Titik panjang (mm) (b)	Lebar disk (mm) (B)	Jari-jari disk (mm) (r)	b ³ (mm ³)	W = $\frac{B \cdot b^3}{12 \cdot r}$ (mm ³ /kg)
		1	2	3					
1	<i>Sliding pad</i>	134	150	111	0,1317	3	14	0,00228	4,07x10 ⁻⁵
	Rata-rata	131,7							
2	40 mesh	80,2	83,2	77,1	0,08017	3	14	0,00052	0,93x10 ⁻⁵
	Rata-rata	80,17							
3	60 mesh	83,9	89,2	82,4	0,08517	3	14	0,00062	1,11x10 ⁻⁵
	Rata-rata	85,17							
4	100 mesh	86,9	83,9	77,1	0,08264	3	14	0,00056	1x10 ⁻⁵
	Rata-rata	82,64							

b. Pengujian kekerasan

Uji kekerasan diambil dari rata-rata material 4 sampel termasuk *raw*

(*sliding pad*) sebagai pembanding, masing-masing spesimen dilakukan 3 titik pengujian. Data-data dari pengujian dimasukkan ke tabel dan di hitung nilai kekerasannya seperti pada spesimen ukuran *mesh* 40



:

d = diameter bekas injakan penentor (mm), P = beban yang menginjak /menekan (N atau kg), D = diameter penentor (mm), t = waktu penekanan (sec)

rumus: $HB = \frac{2p}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ (kg/mm²)
(HB)

$$HB = \frac{2(30)}{3,14 \cdot 2,5 (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 1,44^2})}$$

$$HB = \frac{60}{7,85 (2,5 - \sqrt{6,25 - 2,07})}$$

$$HB = \frac{60}{7,85 (2,5 - \sqrt{4,18})}$$

$$HB = \frac{60}{7,85 (0,46)}$$

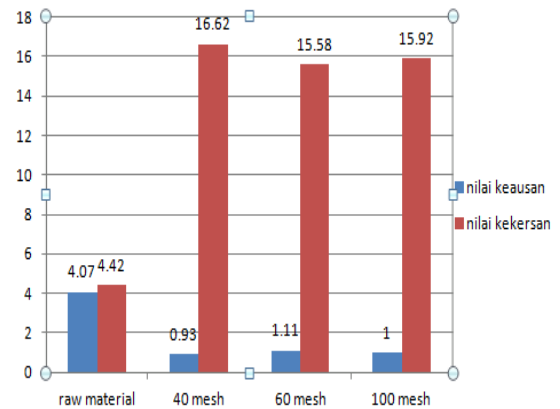
$$HB = \frac{60}{3,61}$$

$$HB = 16,62 \text{ kg/mm}^2 \text{ (HB)}$$

Diketahui hasil specimen yang lain dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil dari uji kekerasan

No	Spesimen	Titik Pengujian (strip)			Rata-rata (strip)	$d = \frac{\text{rata} - \text{rata}}{19}$ (mm)	P (kg)	D (mm)	π	t (Sec)	Kekerasan kg/mm ²
		1	2	3							
1	<i>Sliding pad</i>	45	46	45	45,4	2,38	30	2,5	3,14	15	4,42
2	40 <i>mesh</i>	30	28	24	27,4	1,44	30	2,5	3,14	15	16,62
3	60 <i>mesh</i>	29	30	26	28,4	1,49	30	2,5	3,14	15	15,58
4	100 <i>mesh</i>	28	28	28	28	1,47	30	2,5	3,14	15	15,91



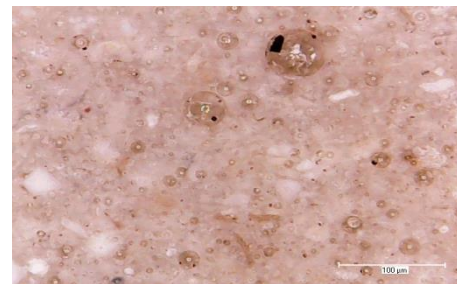
Gambar 6. Grafik perbandingan uji kekerasan dan uji keausan

c. Uji struktur mikro

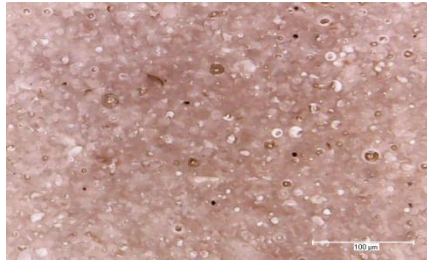
Dari pengamatan struktur mikro mengetahui struktur mikro pada spesimen komposit campuran serbuk kerang 40, 60, 100 *mesh* dan *raw material* (*sliding pad*) seperti gambar di bawah ini :

1) Serbuk kerang 40 *mesh*

Gambar 7. Struktur mikro serbuk kerang 40 *mesh* pada pembesaran zoom 10x skala 100 μ m

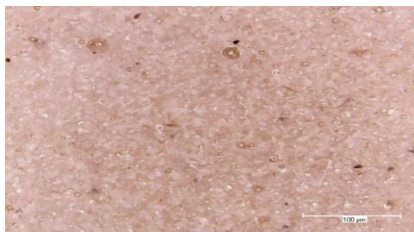


2) Serbuk kerang 60 *mesh*



Gambar8.Strukturmikroserbukkerang 40mesh padapembesaran zoom 10x skala 100x

3) Serbukkerang 100 mesh



Gambar9.Strukturmikroserbukkerang100mesh padapembesaran zoom 10x skala 100x

4) Raw material (*sliding pad*)



Gambar 10.Strukturmikroraw material padapembesaran zoom 10x skala 100x

Fotometalografiataustrukturmikroden ganmenggunakanmikroskopOptikDi nolet 0-80x zoom. ujianstrukturmikro

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian diatas maka dilakukan uraian pembahasan sebagai berikut :

1. Berdasarkanhasilujikeausan didapat nilai keausan dari raw material (*sliding pad*) dengan nilai sebesar $4,07 \times 10^{-5} \text{mm}^3/\text{kg}$, kemudian mengalami penurunan

keausan pada campuran serbuk kerang 40 mesh $0,93 \times 10^{-5} \text{mm}^3/\text{kg}$ dan mengalami kenaikan sedikit di campuran 60 mesh $1,11 \times 10^{-5} \text{mm}^3/\text{kg}$ lalu mengalami penurunan lagi di campuran 100 mesh $1 \times 10^{-5} \text{mm}^3/\text{kg}$. Dapat disimpulkan ukuran butir serbuk kerang pmempengaruhi melekatnya serbuk kerang pada epoxy sebagai bahan penguat. Bisa di lihat dari hasil 40 mesh yang butir serbuknya kasar memiliki keausan yang paling rendah dibandingkan 60 mesh, 100 mesh dan raw material (*sliding pad*), sedangkan nilai keausan yang rendah ke-2 ada di 100 mesh. Ini terjadi karena ukuran butir serbuk kerang 100 mesh sangatlah halus sehingga tercampur rata yang membuat campuran

epoxydanserbukkerangsebagaiibah anpenguatnyamenjadipadat, sedangkanuntuk 60 mesh ini terjadi kenaikan keusan di akibatkan karna butiran serbuk yang tidak merata dengan epoxy, ini bisa terjadi karena saat pengadukan yang dilakukan tidak merata yang mengakibatkan penumpukann serbuk menjadi tidak maksimal.

2. Berdasarkan uji kekerasan didapat nilai kekerasan dari raw material sebesar (*sliding pad*) 4,42 HB, kemudian mengalami kenaikan di 40 mesh 16,62 HB, lalu mengalami penurunan di 60 mesh sebesar 15,58 HB, dan mengalami kenaikan kembali di 100 mesh 15,92 HB. Dapat disimpulkan bahwa ukuran butir serbuk kerang mempengaruhi melekatnya serbuk

kerang pada *epoxy* sebagai bahan penguat seperti halnya pada uji keausan, pengaruh ukuran butir serbuk ini juga mempengaruhi hasil kekerasannya.

3. Dari hasil pengujian struktur mikro yang telah dilakukan dapat digambarkan, hasil dari *raw material (sliding pad)* tidak memiliki cacat lubang permukaan (pori-pori), sedangkan untuk pencampuran antara *epoxy* dan serbuk kerang sebagai bahan penguatnya yang memiliki cacat lubang permukaan lebih sedikit adalah 100 *mesh* ini dipengaruhi karena ukuran 100 *mesh* paling halus di bandingkan 40 *mesh* dan 60 *mesh*, sedangkan cacat lubang permukaan yang paling banyak adalah 40 *mesh* dan 60 *mesh*, ini dikarenakan ukuran 40 *mesh* dan 60 *mesh* memiliki lubang ayakan yang masih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. *Cara Praktis Memasang Sliding Pad pada Protektor*. Diakses dari <http://funraceindonesia.com/cara-praktis-memasang-sliding-pad-pada-protektor/>, 2 Februari 2017.
- Astrid. 2016. *Sarana/Prasarana Spesifik (Alat Pengujian)*. Diakses dari <http://metfis.teknik.ub.ac.id/saranaprasarana-spesifik-alat-pengujian/>, 25 Maret 2017.
- Arumaarifu. 2010. *Apaitu Komposit*. Diakses dari <https://arumaarifu.wordpress.com/2010/02/04/apa-itu-komposit/>, 14 Juli 2017.
- Kusmono. *Petunjuk Pelaksanaan Praktikum Material Teknik*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Lawrence H. van Vlack. *”Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material”*, Penerbit Erlangga, Jakarta 2001.
- Setyaningrum.s, H.I Wahyuni dan Sukamto, *”Pemanfaatan Kalsium Kapur dan Kulit Kerang Untuk Pembentukan Cangkang dan Mobilisasi Kalsium Tulang pada Ayam Kedu”*, 2009, 674-681.
- Sidiq, M. Fajar dan Rizal Miftah, *”Pengaruh Ukuran Butir Serbuk Tulang pada Pembuatan Komposit”*, 2016, vol 7 No 1 : 391-398.
- Smallman, R.E dan R.J Bishop. *”Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material”*, Erlangga, Jakarta, 1999.
- Surdia, Tata dan Shinroku Saito. *”Pengetahuan Bahan Teknik”*, Pt Pradnyaparamita, Jakarta, 1992.

Suryati. 2012. *Pembuatan dan Karakterisasi Genteng Komposit Polimer dari Campuran Resin Poliester, Aspal, Styrofom Bekas dan Serat Panjang Ijuk*. Tesis. Universitas Sumatra Utara, 2012.

Wibowo, Wiwin. 2012. *teori dasar material*.

Diakses dari <https://wiwinwibowo.wordpress.com/tag/struktur-mikro/>, 25 Maret 2017.

Wordpres. 2011. Mesh, Definisi dan Konversi ke Milimeter.

Diakses dari <https://muslimshar.es.wordpress.com>, 22 Mei 2017.

Wordpres. 2012. uji keausan (Wear).

Diakses dari <https://ftkceria.wordpress.com/2012/04/28/uji-keausan-wear/>, 5 Juni 2017.

Zulkifar. 2010. Pengayakan.

Diakses dari http://www.chemis-try.org/materi_kimia/kimia-kesehatan/pemisahan-kimia-dan-analisis/pengayakan/, 14 juli 2017