



## **Pengaruh Ukuran Partikel Batu Karang dan Waktu Tahan ( *Holding Time* ) Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polipropilen**

**Ridho Deni Subekti (Mahasiswa), Alfian Nur Charisma (Mahasiswa), I Made Kastiawan, S.T., M.T. (Dosen Pembimbing)**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [denisubekti76@gmail.com](mailto:denisubekti76@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Pemanfaatan material komposit memiliki perkembangan dalam beberapa waktu belakangan ini, dimana penggunaan barang sehari-hari maupun industri tidak jauh dari material komposit. Komposit merupakan suatu material kombinasi dari dua atau lebih material pembentuk, yang mana material satu dengan material lainnya memiliki perbedaan sifat mekanik.

Dalam pembuatan material komposit tahapan yang dilakukan pertama adalah membuat serbuk batu karang berukuran mesh 200-250, 250-300 dan 300-350. Selanjutnya polipropilen dilelehkan dengan temperatur 170°C, mencampurkan polipropilen presentase berat 90% dan serbuk batu karang 10%. Kemudian dilakukan proses pengadukan selama 20 menit berkecepatan 30 rpm dan dilakukan pencetakan komposit dengan penekanan 25 kgf/cm<sup>2</sup> selama 5 menit. Setelah itu melakukan pembentukan spesimen dengan ASTM D638-03 untuk pengujian tarik, ASTM D790-07 untuk pengujian bending dan ASTM D265-03 untuk pengujian impak. Tahapan berikutnya, melakukan uji SEM untuk melihat struktur mikro permukaan setelah dilakukan pengujian sifat mekanik.

Pada penelitian ini, memeberikan hasil bahwa nilai kekuatan komposit polipropilen dan serbuk batu karang tertinggi diperoleh pada mesh 250-300 dengan waktu penahanan 10 menit sebesar 31.40 MPa pada pengujian tarik, nilai tersebut melebihi nilai kekuatan tarik polipropilen murni, yaitu sebesar 29.31 MPa. Pada ukuran partikel 250-300 diperoleh, semakin lama waktu penahanan yang diberikan mengakibatkan meningkatnya nilai tegangan tarik maupun tegangan bending.

**Kata kunci:** Komposit polimer, polipropilen, serbuk batu karang, uji sifat mekanik, uji SEM

### **PENDAHULUAN**

Purboputro (2006) memaparkan penggunaan dan pemanfaatan material komposit dewasa ini semakin berkembang, seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan tersebut yang semakin meluas, mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri, baik industri skala kecil maupun skala besar.

Matthews & Rawlings (1994) menyatakan komposit adalah suatu material

yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda.

Mundar (2013) menyatakan komposit serat alam memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat sintesis, komposit serat alam sekarang banyak digunakan karena jumlahnya banyak dan lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi

secara alami serta harganya yang terjangkau dibanding serat sintetis. Pengembangan serat alami sebagai penguat material komposit ini sangat baik, mengingat ketersediaan di Indonesia yang melimpah. Misalnya dengan pemanfaatan serat bambu, serat nanas, serat tebu, serat pisang dsb.

Mardiyati (2016) menyatakan polipropilen adalah salah satu jenis plastik yang umum digunakan dalam industri otomotif untuk aplikasi seperti *dashboard*, *seating*, *bumpers*, *cladding*, saluran pendingin udara, *interior* dan *exterior trim*.

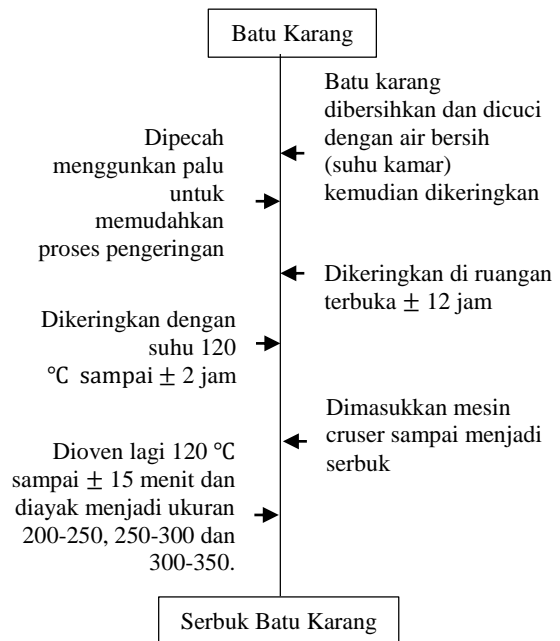
Kastiawan dkk (2020) telah melakukan penelitian hubungan waktu tahanan dan ukuran partikel *bottom ash* terhadap sifat mekanik komposit *polypropylene*, dimana hasil karakteristik sifat mekanik dari komposit *polypropylene* bahwa nilai kuat tarik tertinggi adalah 49,9 Mpa, naik sekitar 45 % dari nilai kuat tarik polipropilen murni yaitu 34 Mpa. Sedangkan untuk kekuatan tekuk komposit terjadi peningkatan hampir 153 %, dari kekuatan tekuk polipropilen murni 41 Mpa menjadi 103,6 Mpa.

Mekar (2015) telah melakukan penelitian kelayakan dari batu karang sebagai campuran bahan beton pengganti agregat kasar. Salah satu jenis partikel pengisi yang akan dipakai sebagai penguat adalah serbuk batu karang.

Penelitian material komposit kali ini, menggunakan polipropilen sebagai matrik dan serbuk batu karang sebagai pengisi. Dampak dari ukuran batu karang dengan waktu penahanan yang berbeda adalah pengaruh yang ingin diketahui terhadap sifat mekaniknya. Batu karang diperoleh dengan memanfaatkan pecahan terumbu karang mati yang terletak di daerah pesisir pantai akibat terbawa ombak seperti di daerah Desa Ngimboh Kec. Ujung Pangkah Kab. Gresik.

## PROSEDUR EKSPERIMEN

### Pembuatan serbuk batu karang



### Peleburan Polipropilen dan Pengisian serbuk Batu Karang

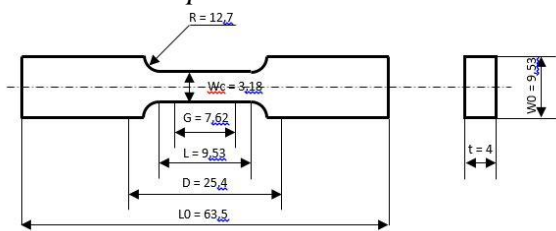
Proses selanjutnya dari penelitian material komposit adalah menakar material pembentuk berupa presentase berat 90% polipropilen sebagai matrik dan 10% serbuk batu karang sebagai filler. Kemudian melelehkan polipropilen dengan temperatur 170°C, setelah polipropilen meleleh secara keseluruhan dan tetap menahan temperatur pada 170°C dimasukkanlah serbuk batu karang berukuran mesh 200-250, 250-300 dan 300-350 sesuai tabel hubungan ukuran partikel dengan waktu tahanan.

Tabel 1. Hubungan ukuran partikel dengan waktu tahanan

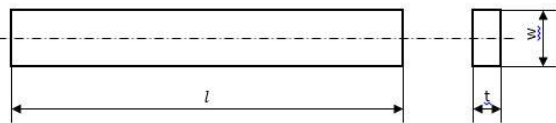
No.	Ukuran Partikel	Waktu Tahan
1.	200-250	0
		5
		10
2.	250-300	0
		5
		10
3.	300-350	0
		5
		10

Kemudian dilakukan proses pengadukan selama 20 menit berkecepatan 30 rpm dan dilakukan pencetakan komposit dengan penekanan 25 kgf/cm<sup>2</sup> selama 5 menit. Setelah itu melakukan pembentukan spesimen dengan ASTM D638-03 untuk pengujian tarik, ASTM D790-07 untuk pengujian bending dan ASTM D265-03 untuk pengujian impak. Tahapan berikutnya, melakukan uji SEM untuk melihat struktur permukaan setelah dilakukan pengujian sifat mekanik.

*Pembentukan Spesimen*



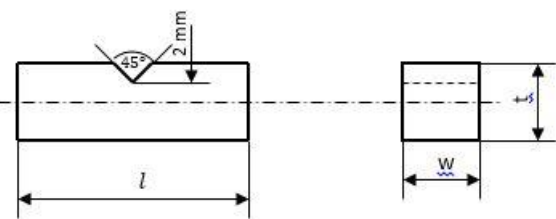
Gambar 1. Dimensi spesimen Uji Tarik



Gambar 2. Dimensi spesimen Uji Bending

Dimana:

- w = 12.75 mm
- l = 120 mm
- t = 4.20 mm



Gambar 3. Dimensi spesimen Uji Impak

Dimana:

- w = 55.0 mm
- l = 10.0 mm
- t = 10.0 mm

*Pengujian Tarik*

Dilakukannya pengujian tarik pada spesimen untuk mengetahui ketahanan spesimen saat diberi gaya luar berupa tarikan yang mengakibatkan penambahan panjang dan akhirnya putus sebagai beban maksimal yang dapat diterima spesimen tersebut.

*Pengujian Bending*

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui seberapa besar spesimen dapat menerima gaya luar berupa kelengkungan pada material komposit polipropilen dengan serbuk batu karang. Dimensi yang digunakan untuk pengujian bending sesuai ASTM D790-07.

*Pengujian Impak*

Dilakukannya pengujian impak dengan pembebanan dinamis adalah untuk mengetahui ketangguhan spesimen berdimensi balok dengan takik ± 2mm sesuai ASTM D265-03.

*Pengujian SEM*

Pengamatan terhadap struktur permukaan berupa bentuk dan ukuran dari partikel penyusun objek. Hasil pengujian berupa foto pembesaran mikron hingga nano. Sehingga dapat digunakan untuk membandingkan sifat-sifat dari material sebelum dan setelah mendapatkan perlakuan permukaan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 2. Variabel Penelitian

Temperatur	170 °C
Waktu Tahan	0, 5 dan 10 menit
Ukuran Mesh	200-250, 250-300 dan 300-350
Kecepatan Pengadukan	30 rpm
Lama Pengadukan	20 menit
Pengujian yang Diterapkan	Uji Tarik, Uji Bending, Uji Impak dan Uji SEM

Tabel 3. Hasil Perhitungan Waktu Tahan 0 Menit (Uji Tarik)

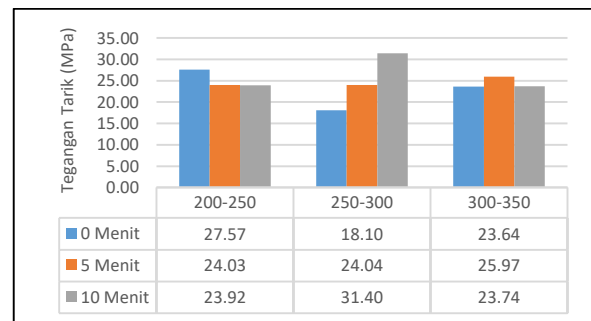
Spesimen	Tegangan Tarik (MPa) $\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F}{t \cdot w}$	Regangan (%) $\delta_t = \left(\frac{\Delta L}{l_0}\right) \cdot 100$	Mod. Elastisitas (MPa) $E = \frac{\sigma_t}{\delta_t}$
200-250_0-1	20.32	0.46	4409.74
200-250_0-2	27.21	0.46	5923.64
200-250_0-3	35.18	0.76	4615.86
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>27.57</b>	<b>0.56</b>	<b>4983.08</b>
250-300_0-1	12.73	0.62	2064.69
250-300_0-2	22.80	1.24	1841.07
250-300_0-3	18.76	0.77	2424.02
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>18.10</b>	<b>0.88</b>	<b>2109.92</b>
300-350_0-1	24.39	1.23	1984.76
300-350_0-2	24.84	1.54	1617.39
300-350_0-3	21.69	0.61	3552.43
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>23.64</b>	<b>1.13</b>	<b>2384.86</b>

Tabel 4. Hasil Perhitungan Waktu Tahan 5 Menit (Uji Tarik)

Spesimen	Tegangan Tarik (MPa) $\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F}{t \cdot w}$	Regangan (%) $\delta_t = \left(\frac{\Delta L}{l_0}\right) \cdot 100$	Mod. Elastisitas (MPa) $E = \frac{\sigma_t}{\delta_t}$
200-250_5-16	29.74	0.92	3247.08
200-250_5-18	26.83	1.23	2190.30
200-250_5-19	15.50	0.46	3354.01
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>24.03</b>	<b>0.87</b>	<b>2930.46</b>
250-300_5-16	9.07	0.93	975.06
250-300_5-17	32.72	1.40	2341.20
250-300_5-18	30.32	0.62	4889.58
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>24.04</b>	<b>0.98</b>	<b>2735.28</b>
300-350_5-17	25.73	0.93	2765.96
300-350_5-18	20.01	0.46	4329.01
300-350_5-20	32.17	0.92	3480.19
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>25.97</b>	<b>0.77</b>	<b>3525.05</b>

Tabel 5. Hasil Perhitungan Waktu Tahan 10 Menit (Uji Tarik)

Spesimen	Tegangan Tarik (MPa) $\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F}{t \cdot w}$	Regangan (%) $\delta_t = \left(\frac{\Delta L}{l_0}\right) \cdot 100$	Mod. Elastisitas (MPa) $E = \frac{\sigma_t}{\delta_t}$
200-250_10-31	17.29	0.92	1876.24
200-250_10-32	27.73	1.23	2256.87
200-250_10-33	26.72	1.38	1938.64
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>23.92</b>	<b>1.18</b>	<b>2023.92</b>
250-300_10-31	34.19	0.61	5564.10
250-300_10-32	30.64	0.61	5002.66
250-300_10-34	29.38	0.61	4803.17
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>31.40</b>	<b>0.61</b>	<b>5123.31</b>
300-350_10-32	30.24	0.46	6542.63
300-350_10-33	22.56	0.77	2932.33
300-350_10-34	18.42	1.70	1081.59
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>23.74</b>	<b>0.98</b>	<b>3518.85</b>



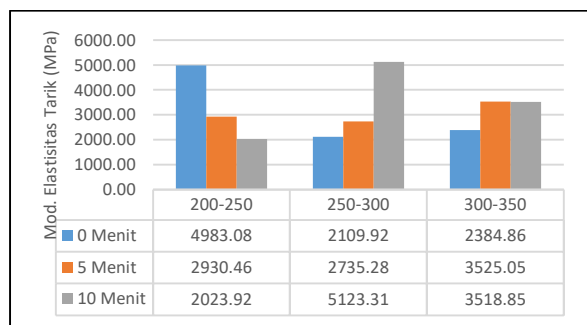
Gambar 4. Grafik Hubungan Tegangan Tarik Akibat Ukuran Partikel dan Waktu Tahan (Holding Time)

Semakin kecil ukuran partikel, memudahkan terjadinya *aglomerasi* partikel yang menurunkan kekuatan tarik komposit, Kastiawan dkk (2020). Pada grafik tersebut nilai rata-rata tegangan tarik tertinggi berada pada mesh 250-300 dengan Holding Time 10 menit, yaitu sebesar 31.40 MPa. Namun ukuran partikel 200-250 memiliki rata-rata tegangan tarik terendah dibandingkan ukuran partikel 250-300, diduga adanya porositas partikel pada spesimen, sehingga

mengakibatkan melemahnya ikatan mekanis saat menerima gaya luar.

Pada ukuran partikel 200-250, rata-rata tegangan tarik tertinggi ada pada *holding time* 0 menit, yaitu sebesar 27.57 MPa. Memberikan waktu penahanan pada komposit dapat mengakibatkan penurunan kekuatan. Karena sifat dari polipropilen yang memiliki penurunan kemampuan bila diberi panas secara berkepanjangan.

Namun pada kondisi ukuran partikel 250-300, semakin lama *holding time* yang diberikan rata-rata tegangan tarik semakin tinggi. Nilai tegangan tarik tertinggi pada *holding time* 10 menit yaitu sebesar 31.40 MPa. Dan rata-rata tegangan tarik terendah berada pada *holding time* 0 menit yaitu sebesar 18.10 MPa.



Gambar 5. Grafik Hubungan Mod. Elastisitas Tarik Akibat Ukuran Partikel dan Waktu Tahan (*Holding Time*)

Pada saat terjadi deformasi, partikel yang lebih kecil memiliki kesempatan bergerak dengan mudah, yang mengakibatkan penurunan Modulus Elastisitas Tarik. Pada grafik tersebut rata-rata Modulus Elastisitas Tarik tertinggi berada pada mesh 250-300 dengan *holding time* 10 menit, yaitu sebesar 5123.31 MPa. Namun ukuran partikel 200-250 memiliki rata-rata Modulus Elastisitas Tarik yang rendah dibandingkan ukuran partikel 250-300, hal ini disebabkan oleh porositas partikel pada spesimen yang tinggi, yang mengakibatkan mudah pecah saat menerima gaya luar

Pada ukuran partikel 200-250, rata-rata modulus elastisitas tarik tertinggi ada pada *Holding Time* 0 menit, yaitu sebesar 4983.08 MPa. Memberikan waktu penahanan

pada komposit dapat mengakibatkan penurunan kekuatan. Karena sifat dari polipropilen yang memiliki penurunan kemampuan bila diberi panas secara berkepanjangan.

Namun berbeda pada kondisi ukuran partikel 250-300, semakin lama *holding time* yang diberikan rata-rata modulus elastisitas tarik semakin tinggi. Nilai rata-rata modulus elastisitas tarik tertinggi pada *holding time* 10 menit yaitu sebesar 5123.31 MPa. Dan rata-rata tegangan tarik paling rendah berada pada *holding time* 0 menit yaitu sebesar 2023.92 MPa.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Waktu Tahan 0 Menit (Uji Bending)

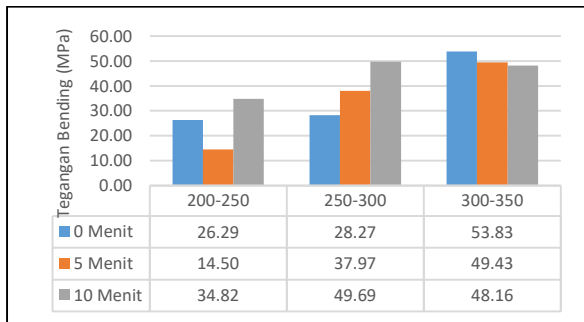
Spesimen	Tegangan Bending (MPa) $\sigma_b = \frac{(3. F. 1000. l)}{(2. w. t^2)}$	Regangan Bending $\delta_b = \frac{6Dt}{l^2}$
200-250_0-7	13.04	0.02
200-250_0-8	27.39	0.03
200-2250_0-9	38.44	0.01
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>26.29</b>	<b>0.02</b>
250-300_0-6	21.57	0.03
250-300_0-7	36.01	0.02
250-300_0-8	27.22	0.02
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>28.27</b>	<b>0.02</b>
300-350_0-6	43.94	0.03
300-350_0-7	46.90	0.03
300-350_0-10	70.65	0.04
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>53.83</b>	<b>0.04</b>

Tabel 7. Hasil Perhitungan Waktu Tahan 5 Menit (Uji Bending)

Spesimen	Tegangan Bending (MPa) $\sigma_b = \frac{(3. F. 1000. l)}{(2. w. t^2)}$	Regangan Bending $\delta_b = \frac{6Dt}{l^2}$
200-250_5-21	11.75	0.02
200-250_5-22	13.61	0.02
200-250_5-23	18.15	0.02
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>14.50</b>	<b>0.02</b>
250-300_5-21	26.60	0.03
250-300_5-22	48.36	0.03
250-300_5-23	38.96	0.03
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>37.97</b>	<b>0.03</b>
300-350_5-21	47.46	0.03
300-350_5-22	46.32	0.06
300-350_5-23	54.49	0.04
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>49.43</b>	<b>0.04</b>

Tabel 8. Hasil Perhitungan Waktu Tahan 10 Menit (Uji Bending)

Spesimen	Tegangan Bending (MPa) $\sigma_b = \frac{(3.F.1000.I)}{(2.w.t^2)}$	Regangan Bending $\delta_b = \frac{6Dt}{l^2}$
200-250_10-36	35.17	0.06
200-250_10-38	34.11	0.05
200-250_10-39	35.17	0.04
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>34.82</b>	<b>0.05</b>
250-300-10-36	38.56	0.03
250-300-10-37	59.94	0.03
250-300-10-39	50.59	0.04
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>49.69</b>	<b>0.04</b>
300-350_10-36	43.73	0.03
300-350_10-37	47.24	0.06
300-350_10-39	53.51	0.06
<b>Nilai Rata-Rata</b>	<b>48.16</b>	<b>0.05</b>



Gambar 6. Grafik Hubungan Tegangan Bending Akibat Ukuran Partikel dan Waktu Tahan ( *Holding Time* )

Pada grafik tersebut, rata-rata Tegangan Bending tertinggi diperoleh pada partikel ukuran 300-350 yaitu sebesar 53.83 MPa. Hasil percobaan memberikan informasi bahwa kekuatan komposit cenderung meningkat pada ukuran partikel yang lebih kecil. Namun semakin kecil ukuran partikel tidak akan selalu memberikan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Kondisi tersebut terlihat pada ukuran 300-350 *holding time* 10 menit yang memiliki rata-rata tegangan bending lebih rendah dibandingkan dengan ukuran partikel 250-300. Disisi lain, partikel yang lebih kecil mempermudah penggumpalan (*aglomerasi*) karena luas permukaan yang besar akibat dari ukuran partikel yang semakin kecil dan membutuhkan matrik yang banyak untuk

mengikat partikel tersebut, hal tersebut dapat menurunkan kekauan komposit.

Memberikan waktu penahanan pada komposit dapat mengakibatkan penurunan kekuatan. Karena sifat dari polipropilen yang memiliki penurunan kemampuan bila diberi panas secara berkepanjangan. Dan dari grafik di atas, diperoleh pada ukuran partikel 300-350 semakin lama *holding time* yang diberikan berakibat menurunkan Tegangan Bending tersebut. Rata-rata tegangan bending tertinggi berada pada ukuran 300-350 *Holding Time* 0 menit.

Namun berbeda pada kondisi ukuran partikel 250-300, semakin lama *holding time* yang diberikan nilai rata-rata tegangan bending semakin tinggi. Nilai rata-rata tegangan bending tertinggi pada *holding time* 10 menit yaitu sebesar 49.69 MPa. Dan rata-rata tegangan bending terendah berada pada *holding time* 0 menit yaitu sebesar 28.27 MPa.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Waktu Tahan 0 Menit (Uji Impak)

Spesimen	Energi Serap (J) $E_{Serap} = E_{Awal} - E_{Tersisa}$ $E_{Serap} = E_{Awal} - b.g.(L(1 + SIN(RADIANS(\beta - 90))))$	Harga Impak (J/mm <sup>2</sup> ) $HI = \frac{E_{Serap}}{A}$
200-250_0-11	0.7	0.009
200-250_0-12	0.7	0.008
200-250_0-13	0.7	0.009
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.7</b>	<b>0.009</b>
250-300_0-11	0.7	0.009
250-300_0-13	0.7	0.009
250-300_0-14	0.7	0.008
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.7</b>	<b>0.008</b>
300-350_0-11	0.42	0.005
300-350_0-12	0.42	0.005
300-350_0-13	1.24	0.014
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.69</b>	<b>0.008</b>

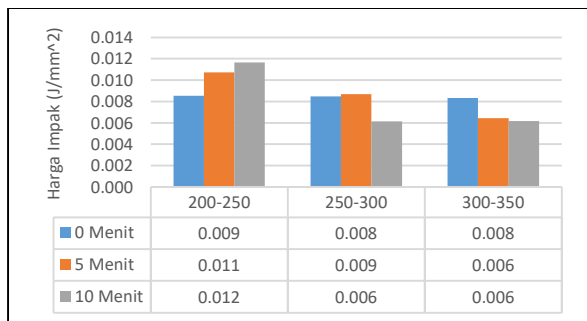
Tabel 10. Hasil Perhitungan Waktu Tahan 5 Menit (Uji Impak)

Spesimen	Energi Serap (J) $E_{Serap} = E_{Awal} - E_{Tersisa}$ $E_{Serap} = E_{Awal} - b.g.(L(1 + SIN(RADIANS(\beta - 90))))$	Harga Impak (J/mm <sup>2</sup> ) $HI = \frac{E_{Serap}}{A}$
200-250_5-26	0.6	0.007
200-250_5-27	1.4	0.018
200-250_5-28	0.6	0.007
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.8</b>	<b>0.011</b>
250-300_5-26	0.7	0.009

250-300_5-27	0.7	0.009
250-300_5-28	0.7	0.009
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.7</b>	<b>0.009</b>
300-350_5-26	0.42	0.005
300-350_5-27	0.69	0.009
300-350_5-28	0.42	0.005
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.51</b>	<b>0.006</b>

Tabel 11. Hasil Perhitungan Waktu Tahan 10 Menit (Uji Impak)

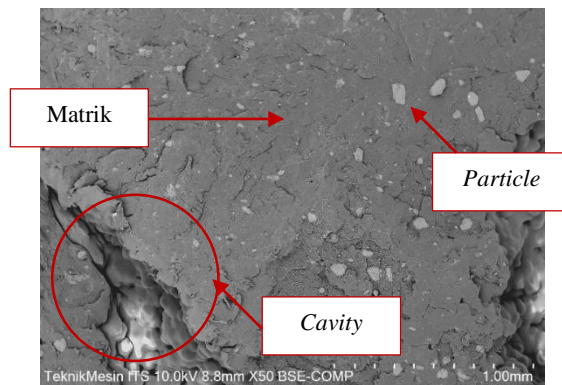
Spesimen	Energi Serap (J) $E_{Serap} = E_{Awal} - E_{Tersisa}$ $E_{Serap} = E_{Awal} - b \cdot g \cdot (L(1 + \sin(\text{RADIANS}(\beta - 90))))$	Harga Impak (J/mm <sup>2</sup> ) $HI = \frac{E_{Serap}}{A}$
	200-250_10-41	1.4
200-250_10-42	0.7	0.008
200-250_10-43	0.7	0.009
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.9</b>	<b>0.012</b>
250-300_10-41	0.7	0.008
250-300_10-42	0.4	0.005
250-300_10-43	0.4	0.005
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.5</b>	<b>0.006</b>
300-350_10-41	0.42	0.005
300-350_10-42	0.69	0.009
300-350_10-43	0.42	0.005
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.51</b>	<b>0.006</b>



Gambar 7. Grafik Hubungan Harga Impak Akibat Ukuran Partikel dan Waktu Tahan (Holding Time)

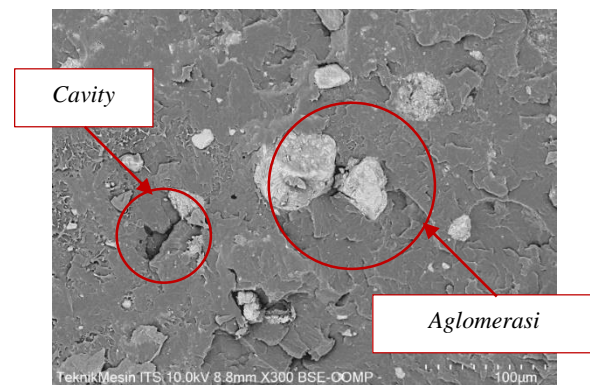
Pada gambar 7 menunjukkan grafik hubungan harga impact akibat ukuran partikel dan waktu tahan, ukuran partikel 300-350 memiliki rata-rata harga impact terendah. Dan rata-rata harga impact tertinggi terdapat pada partikel ukuran 200-250 *holding time* 10 menit, yaitu sebesar 0.012 j/mm<sup>2</sup>.

Hasil Uji SEM



Gambar 8. Hasil uji SEM mesh 200-250 waktu tahan 0 menit perbesaran 50x (uji tarik)

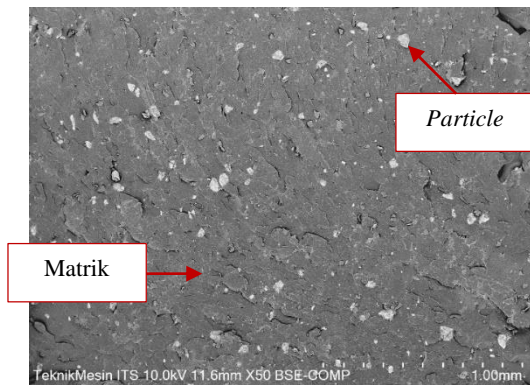
Pada hasil analisa SEM mesh 200-250 waktu tahan 0 menit memiliki tegangan tarik 20.32 MPa dengan perbesaran 50x dapat dilihat spesimen memiliki rongga. Dengan adanya rongga pada spesimen dapat mengurangi kekuatan komposit saat menerima gaya luar. Adanya udara yang terperangkap pada matrik polipropilen dan seiring waktu mendingin, udara tersebut berubah menjadi rongga seperti pada gambar 8.



Gambar 9. Hasil uji SEM mesh 200-250 waktu tahan 0 menit perbesaran 300x (uji tarik)

Pada pembesaran 300x yang terlihat pada gambar 9, penggumpalan (*aglomerasi*) partikel terdapat pada spesimen tersebut. Partikel satu dengan partikel yang lain hanya bersentuhan saja pada area permukaan tanpa diikat oleh matrik polipropilen. Kondisi ini

dapat melemahkan ikatan mekanis pada spesimen apabila menerima gaya luar.

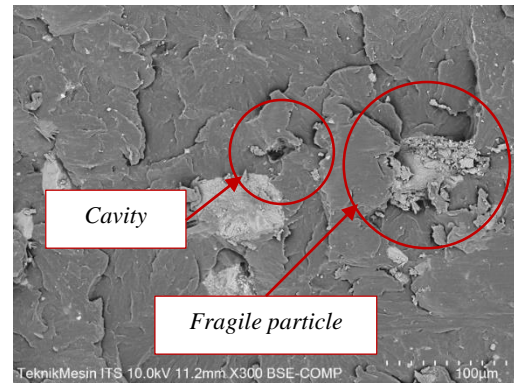


Gambar 10.(a) Hasil uji SEM mesh 200-250 waktu tahan 0 menit perbesaran 50x (uji bending)



Gambar 10.(b) Hasil uji SEM mesh 200-250 waktu tahan 0 menit perbesaran 50x (uji bending)

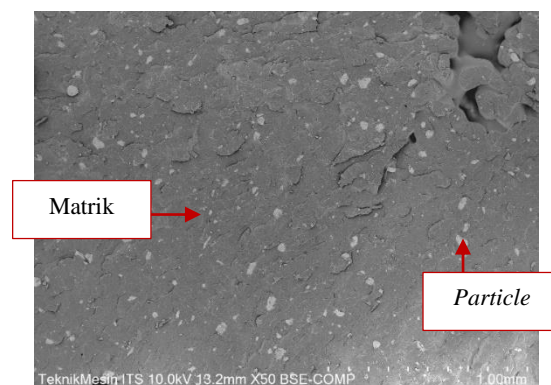
Pada hasil analisa SEM mesh 200-250 waktu tahan 0 menit seperti gambar 10(a) dan 10(b) memiliki tegangan bending 13.04 MPa dengan perbesaran 50x dapat dilihat spesimen memiliki rongga. Dengan adanya rongga pada spesimen dapat mengurangi kekuatan komposit saat menerima gaya luar. Adanya udara yang terperangkap pada matrik polipropilen dan seiring waktu mendingin, udara tersebut berubah menjadi rongga seperti pada gambar 10(b). Dan dilihat dari penyebaran partikel dirasa cukup baik.



Gambar 11. Hasil uji SEM mesh 200-250 waktu tahan 0 menit perbesaran 300x (uji bending)

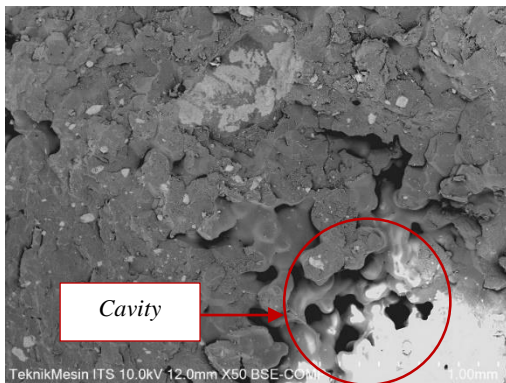
Pada pembesaran 300x yang terlihat pada gambar 11 terdapat partikel rapuh diduga tekanan dengan dinding pengaduk saat proses pengadukan. Ditengah-tengah partikel rapuh otomatis menjadi benda asing yang tidak terikat oleh matrik polipropilen, sehingga memiliki ikatan mekanis yang rendah dan dapat menurunkan kekuatan bending pada komposit bila diberi perlakuan gaya luar.

Pada hasil analisa SEM mesh 200-250 waktu tahan 0 menit pada gambar 11 dengan perbesaran 300x dapat dilihat spesimen memiliki rongga. Dengan adanya rongga pada spesimen dapat mengurangi kekuatan komposit saat menerima gaya luar. Rongga tersebut terbentuk akibat adanya udara terperangkap pada matrik, yang selanjutnya suhu komposit menurun mengakibatkan terjadi rongga seperti gambar 11. Sehingga memiliki kekuatan bending yang kurang baik bila diberi gaya luar.



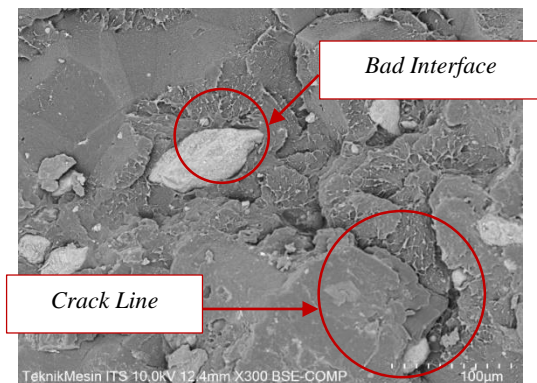


Gambar 12.(a) Hasil uji SEM mesh 250-300 waktu penahanan 0 menit perbesaran 50x (uji bending)



Gambar 12.(b) Hasil uji SEM mesh 250-300 waktu tahan 0 menit perbesaran 50x (uji bending)

Pada hasil analisa SEM mesh 250-300 waktu tahan 0 menit memiliki tegangan bending 21.57 MPa dengan perbesaran 50x dapat dilihat spesimen memiliki rongga. Dengan terdapatnya rongga pada spesimen dapat mengurangi kekuatan komposit saat menerima gaya luar. Udara yang terjebak pada matrik, yang selanjutnya suhu komposit menurun mengakibatkan terjadi rongga seperti gambar 12.(b). Sehingga memiliki kekuatan bending yang kurang baik bila diberi gaya luar.



Gambar 13. Hasil uji SEM mesh 250-300 waktu penahanan 0 menit perbesaran 300x (uji bending)

Pada hasil analisa SEM mesh 250-300 waktu tahan 0 menit seperti gambar 13 dengan perbesaran 300x dapat memberikan informasi bahwa terdapat ikatan antar muka

(interface) yang kurang baik. Hal ini akibat dari udara yang terjebak pada matrik kemudian tidak bisa keluar dikarenakan viskositas matrik yang cukup tinggi, sehingga partikel dengan matrik memiliki celah.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari serangkaian pembuatan material komposit polipropilen dengan serbuk batu karang, terdapat kesimpulan yang bisa kami paparkan adalah sebagai berikut:

1. Pada ukuran artikel 250-300 diperoleh, semakin lama waktu taha (*holding time*) yang berikan mengakibatkan meningkatnya nilai tegangan tarik maupun tegangan bending
2. Semakin kecil ukuran partikel, nilai tegangan bending cenderung meningkat. Kecuali pada ukuran partikel 300-350 *holding time* 10 menit terjadi penurunan nilai tegangan bending
3. Dalam pengujian impak diperoleh, semakin kecil ukuran partikel pada komposit, mengakibatkan menurunnya harga impaknya
4. Pada ukuran partikel 200-250 memiliki kekuatan bending terendah, hal ini dikarenakan adanya porositas dan partikel hancur pada spesimen
5. Pada ukuran partikel 250-300 *holding time* 10 menit memiliki nilai rata-rata tegangan tarik lebih tinggi dari polipropilen murni, yaitu sebesar 31.40 MPa.

Dari serangkaian pembuatan material komposit poliprpilen dengan serbuk batu karang, terdapat beberapa saran guna mempermudah penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Saat memasukkan serbuk batu karang, perhatikan bahwa polipropilen telah meleleh dengan baik dan dilakukan penaburan serbuk batu karang untuk pemerataan
2. Pada saat mengeluarkan komposit dari mixer ke cetakan, harus dilakukan secara merata

3. Proses penekanan pada pembuatan komposit, usahakan dilakukan dengan teliti. Dalam artian, posisi penekan harus dilakukan semerata mungkin.

### PENGHARGAAN

Dalam penulisan penelitian ini, penghargaan kami berikan kepada kedua orang tua, rekan-rekan yang membantu berdiskusi dan bapak dosen pembimbing.

### REFERENSI

- Ali I. H. 2017. **Pengaruh Temperatur Sintesis terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Bahan Komposit Binderes dari Ampas Tebu**. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Jember: Jember.
- Aristana N. W. & Muhammad B. P. 2016. **Pabrik Polipropilen dari Propilena Etilen dengan Polimerisasi fase Gas Teknologi Unipol**. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Betan, A. D., Soenoko, R. & Sonief, A. A., 2014. "Pengaruh Presentase Alkali pada Serat Pangkal Pelepah Daun Pisang (Areca Cathecu) terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer". **Jurnal Rekayasa Mesin**, 5(2), pp. 119-126.
- Dhofir, A., 2017. **Pengaruh Variasi Susunan Serat Nanas terhadap Kekuatan Mekanik Komposit**. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah: Malang.
- Danang S. H. 2010. **Pengaruh Kandungan Lem Kanji terhadap Sifat Tarik dan Densitas Komposit Koran Bekas**. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Deky P. 2017. **Pengaruh Dekompresi Termal Komposit Unsaturated Polyester- Montmorillonite-Serat Kaca terhadap Karakteristik Kekuatan Tarik**. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Jember: Jember.
- Deni M. J. & Eko S. 2006. **Perbandingan Kekuatan Pasangan Bata Merah dan Batu Kapur dengan Perawatan Air Tawar dan Air Laut Daerah Tuban Jawa Timur**. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Husaini, 2014. "Kekuatan Impak Komposit Hibrid Unsaturated Polyester/Clay/Serat Gelas". **Lentera**, 14(10), pp. 119-126.
- Kadir, A. & Amizinur, M., 2014. "Pengaruh Pola Anyaman terhadap Kekuatan tarik dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu". **Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin**, 6(1), pp. 9-16.
- Karyanik & Herlina, S. N., 2016. "Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Encengondok Berbahan Filler Ampas Singkong dengan Matrik Polyester". **R.E.M. (Rekayasa, Energi, Manufaktur) Jurnal**, 1(1), pp. 17-22.
- Kastiawan, I. M., Sutranta, I. N. & Sutikno, 2020a. "Correalition of Holding Time and Bottom Ash Particle Size to Mechanical Properties of Polypropylene Composite". **Key engineering Materials**, Volume 867, pp. 172-181.
- Kastiawan, I. M., Sutranta, I. N. & Sutikno, 2020b. "Effect of Bottom Ash Treatment and Process Variables on the Strength of Polypropylene Composites". **International Review of Mechanical Engineering (IREME)**, 14(5), pp. 324-329.
- Khafid W. R. 2011. **Pengaruh Komposisi Campuran Filler terhadap Kekuatan Bending pada Komposit Ampas Tebu-Sekam Padi dengan Matrik Polyester**. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan: Surakarta.
- Leiwakabessy, A. Y., 2016. "Pengaruh Fraksi Volume Serat Ampas Empulur Sagu terhadap Kekuatan Bending dan Impak pada Komposit Bermatrik Polyester". **ARIKA**, 10(2), pp. 148-150.

- Ludi H. 2009. **Studi perlakuan Alkali dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Polyester BQTN 157**. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah: Surakarta.
- Muhajir, M., Mizar, M. A. & Sudjimat, D. A., 2016. "Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam dengan Berbagai Varian Tata Letak". **Jurnal Teknik Mesin**, Issue 2, pp. 1-3.
- Muhammad A. F. 2017. **Sintetis Komposit Batu Kapur-Hidrogel dari Pati Garut Melalui Kopolimerisasi Cangkok dengan Akrilamida**. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Jember: Jember.
- Nora I. 2019. **Pencampuran Batu Kapur dengan Penambahan Lateks untuk Pembuatan Komposit**. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara: Medan.
- Rahman, A. & Ardhyanta, M. F. H., 2016. "Pengaruh Komposisi Material Komposit dengan Matriks Polypropylene Berpenguat Serat Alam terhadap Morfologi dan Kekuatan Sifat Fisik". **Jurnal Teknik ITS**, 5(2), pp. 209-211.
- Ritonga, D. A. A., 2018. "Pengaruh Penambahan Si pada Paduan Al-Si terhadap Kekuatan Impak". **Wahana Inovasi**, 7(2), pp. 7-10.
- Suwanda, T. & Rahman, M. B. N., 2010. "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Rami dengan Matrik Polyester". **Jurnal Ilmiah Semesta Teknika**, 13(2), pp. 165-170.
- Yohanes I. 2008. **Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak Komposit Partikel Arang Kayu Jati Bermatrik Epoxy**. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma: Yogyakarta.