



## Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 4 No. 1 (2021)

### **ANALISA PENGARUH BEBAN PENEKANAN DAN UKURAN PARTIKEL (mesh 200-350) TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT POLIPROPILANE BERPENGUAT ABU DASAR BATU BARA (*BOTTOM ASH*)**

**BimoAji Setyawan<sup>1</sup>, Nizar Rowandi<sup>2</sup>, Gatut Priyo Utomo<sup>3</sup>, I Made Kastiawan<sup>4</sup>**  
*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*  
*Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118,*  
*Telp. 031-5931800, Faks 031-5929767*  
Email: [bimobaka.bb@gmail.com](mailto:bimobaka.bb@gmail.com), [Forlnizar@gmail.com](mailto:Forlnizar@gmail.com)

#### **ABSTRAK**

Plastik secara bertahap mulai menggeser kaca, kayu dan logam, di lain hal abu dasar batubara merupakan bahan yang terbilang murah malah cenderung ke gratis, karena termasuk limbah pabrik dari sisa hasil pembakaran batubara yang biasanya hanya ditumpuk di area pabrik saja (ash disposal). Dari penjelasan di atas, akan dilakukan analisa bagaimana cara meningkatkan kekuatan material komposit Plastik (Thermoplastic) berpenguat abu dasar batu bara agar menghambat deformasi dari ikatan molekul pada plastik tersebut.

Metode yang digunakan penulis dengan eksperimen, yang diawali dengan proses pembuatan material komposit dengan perbandingan 90% Polipropilena sebagai matrik dan 10% Abu Dasar Batu Bara berukuran partikel 200-350(mesh). Pertama-tama diawali dengan memanaskan polipropilena pada temperatur 170°C, setelah polipropilena leleh sepenuhnya masukkan Abu Dasar Batu Bara kemudian diaduk dengan kecepatan 20 rpm selama 30 menit, setelah itu coran dituangkan ke dalam cetakan ( Die ), kemudian diberibeban tekan dengan dongkrak (jack) sebesar 15, 25, dan 35 (kgf/cm<sup>2</sup>) selama 5 menit. Bahan komposit kemudian disesuaikan dengan bentuk ASTM D-638 untuk diuji Tarik, dan ASTM D-790 untuk uji Bending untuk mengetahui sifat mekaniknya, juga dilakukan analisa morfologi dengan foto SEM untuk memperlihatkan kondisi susunan penyusun dari komposit.

Hasil dari penelitian ini adalah pengetahuan dan data tentang pengaruh tekanan dan ukuran partikel Abu Dasar Batu Bara terhadap sifat mekanik material komposit matrik Polypropylene. Agar penelitian ini dapat digunakan sebagai pustaka pada penelitian sejenis untuk pengembangan ilmu teknologi komposit polimer.

**Kata Kunci : Sifat Mekanis; Komposit Polimer; Polipropilene (PP); Partikel Abu Dasar Batu Bara (bottom ash).**

## PENDAHULUAN

Berkembang pesatnya sektor industri di era globalisasi juga berdampak pada bidang engineering materials, salah satunya pada bidang komposit yang juga berkembang secara aplikatif. Komposit sendiri merupakan material campuran yang tersusun oleh material utama (matriks) dan material penguat dimana sifat mekanik dan sifat kimia kedua material tersebut mempunyai perbedaan dan tetap terpisah ketika menjadi material yang baru.

Plastik ialah salah satu bahan yang kerap kita amati serta pakai dalam kehidupan tiap hari. Polipropilena (PP) ialah polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia serta digunakan dalam bermacam aplikasi. Komposit dengan matriks polipropilena (polypropylene) sendiri telah banyak digunakan dalam bidang industri disebabkan material dasar dari komposit mempunyai sifat yang ringan serta kokoh.

Abu dasar batubara merupakan bahan yang terbilang murah malah cenderung ke gratis, sebab ialah limbah pabrik dari sisa pembakaran batubara yang umumnya cuma ditimbun dalam zona pabrik saja (ash disposal), penimbunan itu sendiri pula bisa memunculkan permasalahan untuk lingkungan, salah satu upaya yang sering dilakukan pihak pabrik adalah dengan menimbunnya kedalam tanah tetapi metode tersebut masih meninggalkan masalah baru karena abu dasar batu bara memiliki kandungan ion kadmium (Cd) dan timbal (Pb) yang tinggi. Bermacam riset tentang pemanfaatan abu dasar batubara tengah diupayakan guna menaikkan nilai ekonomisnya dan mengurangi akibat buruknya terhadap lingkungan. Menurut PP Nomor 85 tahun 1999 tentang perubahan atas peraturan pemerintah tentang pengolahan limbah bahan berbahaya dan beracun bahwa abu dasar batu bara termasuk limbah B-3

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kekuatan material dari komposit polipropilena

sendiri, maka dari itu penulis ingin menganalisa bagaimana pengaruh penambahan abu dasar batubara pada komposit polypropylene dengan variasi beban penekanan dan ukuran partikel abu dasar batu bara terhadap sifat mekanik komposit tersebut.

## METODE PENELITIAN

### Bahan serta Perlengkapan

Bahan serta perlengkapan yang digunakan ialah sebagai berikut: Abu Dasar, Polypropylene Masplen MAS 5402, Mesin crusher, Saringan mesh, Mesin pencuci abu dasar, Timbangan digital, Mesin pengaduk, Cetakan, Dongkrak, Stopwatch, Bor duduk, Jangka rorong.

### Persiapan Abu Dasar

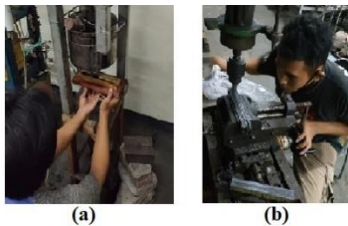
Persiapan Abu Dasar dimulai dengan menghancurkan Abu Dasar batu bara yang didapat dari pabrik dengan mesin crusher, kemudian abu dasar akan di saring dengan saringan mesh untuk mendapatkan ukuran partikel 200-250 mesh, 250-300 mesh, dan 300-350 mesh. Setelah didapat ukuran partikel yang sesuai kemudian abu dasar dicuci agar kotoran yang menempel hilang. Setelah kering abu dasar di letakkan pada wadah kedap udara agar tetap kering.



Gambar 1. (a) Proses menghancurkan abu dasar batu bara. (b) Proses penyaringan abu dasar batu bara. (c) Proses Pencucian abu dasar batu bara

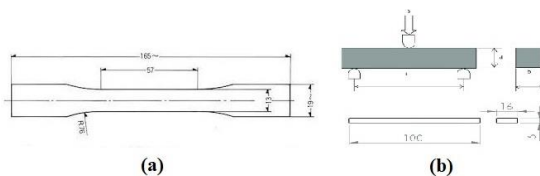
### Pembuatan Material Komposit

Pembuatan Material Komposit diawali dengan polipropilene dilelehkan dengan mesin pemanas pada temperatur 170°C, setelah polipropilene leleh kemudian masukkan abu dasar, dan aduk dengan kecepatan 20 rpm selama 30 menit. Kemudian coran dicetak pada cetakan, lalu diberi beban penekanan 15,25, dan 35 kgf/cm<sup>2</sup>. Setelah coran mengeras material disesuaikan dengan bentuk standar uji untuk komposit yakni ASTM-D638 untuk pengujian tarik dan ASTM-D790 untuk pengujian bending.



Gambar 2. (a) Proses pengecoran spesimen. (b) Proses pembentukan spesimen

Ukuran spesimen yang dibuat berdasarkan standar ASTM-D638 untuk pengujian tarik dan ASTM-D790 untuk pengujian bending. Pengujian bending dan tarik dilakukan Laboratorium Bahan, D3 Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada. Uji Tarik dan Bending bertujuan mengetahui tingkat kekuatan suatu material serta mengenali karakteristik pada material tersebut, dan Pengujian SEM (*Scanning Electron Mikroscope*) bertujuan untuk mengetahui morfologi daerah patahan yang disebabkan proses perlakuan Uji Tarik, sehingga dapat di ketahui gambaran karakteristik material sesudah patah



Gambar 3. (a) Dimensi spesimen Uji Tarik standar ASTM-D638. (b) Dimensi spesimen Uji Bending standar ASTM-D790

## PEMBAHASAN HASIL UJI

### Hasil Pengujian Tarik

Hasil pengujian tarik spesimen komposit polipropilene berpenguat abu dasar batu bara dengan temperature pelelehan 170°C dengan kecepatan pengadukan 20 rpm dengan lama pengadukan 30 menit dengan variasi beban penekanan 15,25,dan 35 kgf/cm<sup>2</sup> selama 5 menit dan ukuran partikel 200-250, 250-300, dan 300-350 mesh. Kemudian dihitung dengan rumus berikut :

$$\sigma_t = \frac{P_{max}}{A} = \frac{P_{max}}{t.w}$$

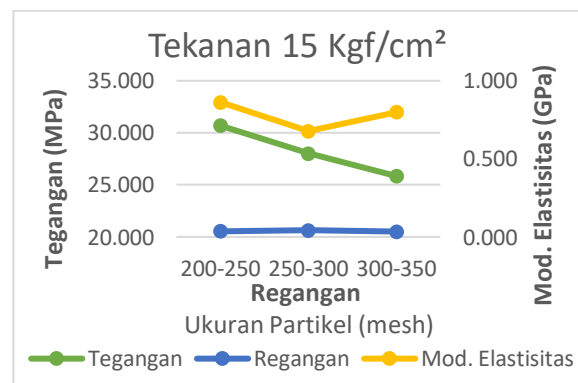
$$e_t = \frac{L_1 - L_0}{L_0}$$

$$E_t = \frac{\sigma_t}{e_t}$$

Dimana :

- Lo = Panjang Awal (mm)
- L<sub>1</sub> = Panjang Akhir (mm)
- w = lebar spesimen (mm)
- t = tebal spesimen (mm)
- A = Luas Penampang spesimen (mm<sup>2</sup>)
- P<sub>max</sub> = Gaya (N)
- ΔL = L<sub>1</sub> - L<sub>0</sub> (mm)
- σ<sub>t</sub> = Tegangan (MPa)
- e<sub>t</sub> = Regangan
- E<sub>t</sub> = Modulus Elastisitas (GPa)

Dari perhitungan tersebut didapat grafik



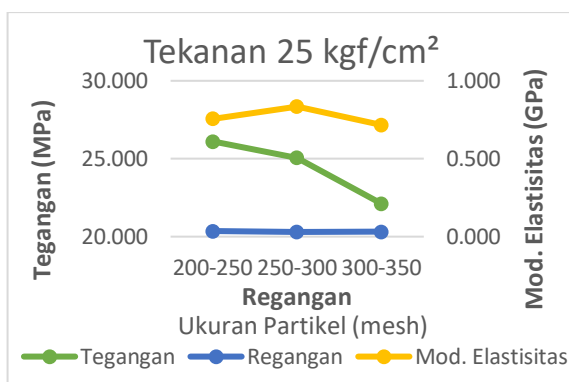
Gambar 4. Grafik Ukuran Partikel terhadap Tegangan, Regangan, dan Mod. Elastisitas Tarik pada penekanan 15 kgf/cm<sup>2</sup>

Dari gambar 4. dapat kita lihat bahwa hasil tegangan tarik terhadap ukuran partikel

dimana semakin kecil ukuran partikelnya maka akan meningkatkan nilai tegangan tariknya. Nilai Tegangan Tarik pada ukuran partikel mesh 200-250 memiliki nilai maksimum terbesar yakni 30,693 MPa. Untuk Tegangan Tarik pada ukuran partikel mesh 250-300 memiliki nilai maksimum yang lebih kecil yakni 28,025 MPa, dan nilai Tegangan Tarik maksimum terkecil pada ukuran partikel mesh 300-350 sebesar 25,849 MPa. Hal ini dapat terjadi karena partikel yang memiliki diameter lebih kecil cenderung menggumpal pada permukaan coran dan bisa menyebabkan pori-pori saat coran mengeras. Hal ini berdasarkan jurnal (Rizki Yoga Prasetya, 2019).

Dari gambar 4. diatas juga menunjukkan pengaruh partikel terhadap Modulus Elastisitas dimana ukuran partikel mesh 200-250 memiliki kekuatan maksimum sebesar 0,863 GPa. untuk partikel mesh 250-300 memiliki kekuatan maksimal sebesar 0,678 GPa. Untuk partikel mesh 300-350 memiliki kekuatan maksimal sebesar 0,799 GPa. Seperti yang terlihat terjadi penurunan dan kenaikan yang disebabkan proses yang kurang maksimal.

Gambar 4. Juga menunjukkan Regangan Bending yang mengalami kenaikan dan penurunan pada saat diberi variasi ukuran partikel, hal ini bisa disebabkan dari pembuatan material yang kurang maksimal, sehingga dapat mengakibatkan udara terperangkap didalam material dan menurunkan kekuatan material tersebut.

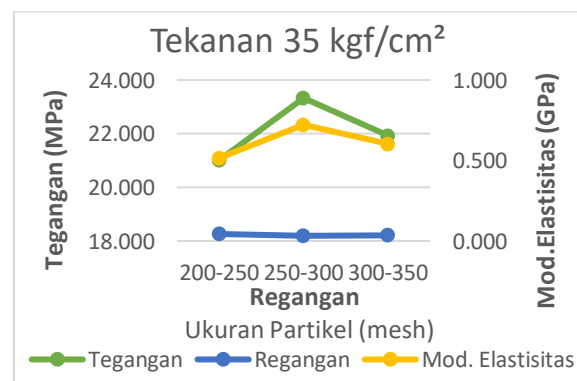


Gambar 5. Grafik Ukuran Partikel terhadap Tegangan, Regangan, dan Mod. Elastisitas Tarik pada penekanan 25 kgf/cm<sup>2</sup>

Dari gambar 5. bisa kita amati bahwa hasil tegangan tarik terhadap ukuran partikel dimana semakin kecil ukuran partikelnya dapat menaikkan nilai tegangan tariknya. Nilai Tegangan Tarik pada ukuran partikel mesh 200-250 memiliki nilai maksimum terbesar yakni 26,111 MPa. Untuk Tegangan Tarik pada ukuran partikel mesh 250-300 memiliki nilai maksimum yang lebih kecil yakni 25,067 MPa, dan nilai Tegangan Tarik maksimum terkecil pada ukuran partikel mesh 300-350 sebesar 22,113 MPa.

Dari gambar 5. diatas juga menunjukkan pengaruh partikel terhadap Modulus Elastisitas dimana ukuran partikel mesh 200-250 memiliki kekuatan maksimum sebesar 0,757 GPa. untuk partikel mesh 250-300 memiliki kekuatan maksimal sebesar 0,834 GPa. Untuk partikel mesh 300-350 memiliki kekuatan maksimal sebesar 0,716 GPa. Seperti yang terlihat terjadi kenaikan dan penurunan yang disebabkan proses yang kurang maksimal.

Gambar 5. Juga menunjukkan Regangan Bending yang mengalami penurunan dan kenaikan pada saat diberi variasi ukuran partikel, hal ini bisa disebabkan dari pembuatan material yang kurang maksimal, sehingga dapat mengakibatkan udara terperangkap didalam material dan menurunkan kekuatan material tersebut.



Gambar 6. Grafik Ukuran Partikel terhadap Tegangan, Regangan, dan Mod. Elastisitas Tarik pada penekanan 35 kgf/cm<sup>2</sup>

Dari gambar 6. bisa kita amati bahwa hasil tegangan tarik terhadap ukuran partikel dimana Nilai Tegangan Tarik pada ukuran partikel mesh 200-250 mempunyai nilai maksimum terbesar yakni 21,009 MPa. Untuk Tegangan Tarik pada ukuran partikel mesh 250-300 memiliki nilai maksimum yang lebih kecil yakni 23,328 MPa, dan nilai Tegangan Tarik maksimum terkecil pada ukuran partikel mesh 300-350 sebesar 21,929 MPa. Dari hasil diatas terlihat adanya kenaikan dan penurunan pada data yang dikarenakan proses saat pembuatan spesimen kurang maksimal.

Dari gambar 6. diatas juga menunjukkan pengaruh partikel terhadap Modulus Elastisitas dimana ukuran partikel mesh 200-250 memiliki kekuatan maksimum sebesar 0,515 GPa. untuk partikel mesh 250-300 memiliki kekuatan maksimal sebesar 0,722 GPa. Untuk partikel mesh 300-350 memiliki kekuatan maksimal sebesar 0,603 GPa. Seperti yang terlihat terjadi kenaikan dan penurunan yang disebabkan proses yang kurang maksimal.

Gambar 6. Juga menunjukkan Regangan Bending yang mengalami penurunan dan kenaikan pada saat diberi variasi ukuran partikel, hal ini bisa disebabkan dari pembuatan material yang kurang maksimal, sehingga dapat mengakibatkan udara terperangkap didalam material dan menurunkan kekuatan material tersebut.

#### Hasil Pengujian Bending

Hasil pengujian Bending spesimen komposit polipropilene berpenguat abu dasar batu bara dengan temperature pelelehan 170°C dengan kecepatan pengadukan 20 rpm dengan lama pengadukan 30 menit dengan variasi beban penekanan 15,25, dan 35 kgf/cm<sup>2</sup> selama 5 menit dan ukuran partikel 200-250, 250-300, dan 300-350 mesh. Kemudian dihitung dengan rumus berikut :

$$\sigma_b = \frac{3P_{max}L}{2wt^2}$$

$$e_b = \frac{6\delta t}{L^2}$$

$$E_b = \frac{L^3 m}{4wt^3}$$

Dimana :

L = Panjang anantara tumpuan (mm)

w = lebar spesimen (mm)

t = tebal spesimen (mm)

P<sub>max</sub> = Gaya (N)

δ = Defleksi ditengah batang (mm)

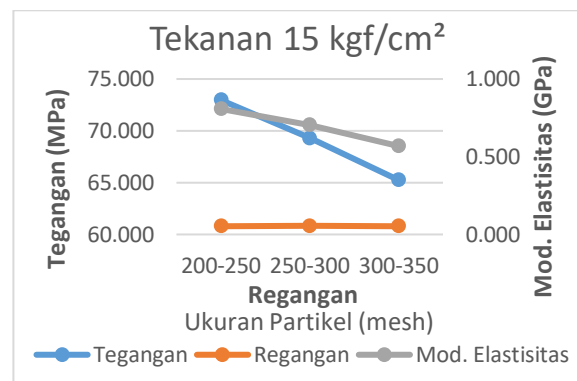
m = Slope (N/mm) = 63,10 N/mm

σ<sub>b</sub> = Tegangan (MPa)

e<sub>b</sub> = Regangan

E<sub>b</sub> = Modulus Elastisitas (GPa)

Dari perhitungan tersebut didapat grafik



Gambar 7. Grafik Ukuran Partikel terhadap Tegangan, Regangan, dan Mod. Elastisitas Tarik pada penekanan 15 kgf/cm<sup>2</sup>

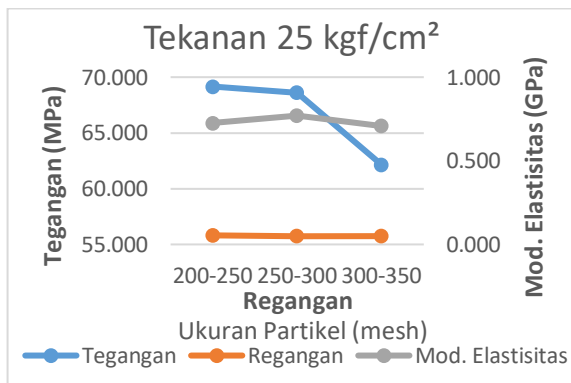
Gambar 7. menunjukkan bahwa nilai Tegangan bending dengan ukuran partikel mesh 200-250 mendapatkan nilai sebesar 72,972 MPa. Dan untuk ukuran partikel mesh 250-300 memiliki nilai maksimum sebesar 69,292 MPa. Sedangkan tegangan bending dengan ukuran partikel 300-350 memiliki nilai maksimum sebesar 65,247 MPa. Fenomena ini bisa terjadi karena pengaruh ukuran partikel yang lebih kecil cenderung menggumpal dipermukaan.

Gambar 7. diatas juga menyatakan pengaruh ukuran partikel terhadap Modulus Elastisitas dimana ukuran partikel mesh 200-250



memiliki kekuatan maksimum diangka 0,807 GPa. Untuk ukuran partikel mesh 250-300 mempunyai nilai maksimum sebesar 0,704 GPa, sedangkan untuk ukuran partikel mesh 300-350 memiliki nilai maksimum sebesar 0,568 GPa.

Gambar 7. Juga menunjukkan Regangan Bending yang mengalami kenaikan dan penurunan pada saat diberi variasi ukuran partikel, hal ini bisa disebabkan dari pembuatan material yang kurang maksimal, sehingga dapat mengakibatkan udara terperangkap didalam material dan menurunkan kekuatan material tersebut.



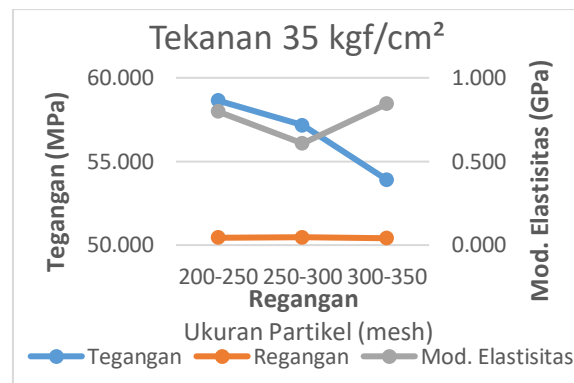
Gambar 8. Grafik Ukuran Partikel terhadap Tegangan, Regangan, dan Mod. Elastisias Bending pada penekanan 25 kgf/cm<sup>2</sup>

Gambar 8. menunjukkan bahwa nilai Tegangan bending dengan ukuran partikel mesh 200-250 mendapatkan nilai sebesar 69,161 MPa. Dan untuk ukuran partikel mesh 250-300 memiliki nilai maksimum sebesar 68,598 MPa. Sedangkan tegangan bending dengan ukuran partikel 300-350 memiliki nilai maksimum sebesar 62,147 MPa. Fenomena ini bisa terjadi karena pengaruh ukuran partikel yang lebih kecil cenderung menggumpal dipermukaan.

Gambar 8. diatas juga menyatakan pengaruh ukuran partikel terhadap Modulus Elastisitas dimana ukuran partikel mesh 200-250 memiliki kekuatan maksimum diangka 0,725 GPa. Untuk ukuran partikel mesh 250-300 mempunyai nilai maksimum sebesar 0,770 GPa, sedangkan untuk ukuran partikel mesh 300-350

memiliki nilai maksimum sebesar 0,708 GPa. Seperti yang terlihat terjadi kenaikan dan penurunan yang disebabkan proses yang kurang maksimal.

Gambar 8. Juga menunjukkan Regangan Bending yang mengalami penurunan pada saat diberi variasi ukuran partikel. Hal ini dapat terjadi karena partikel yang memiliki diameter lebih kecil cenderung menggumpal pada permukaan coran dan bisa menyebabkan pori-pori saat coran mengeras.



Gambar 9. Grafik Ukuran Partikel terhadap Tegangan, Regangan, dan Mod. Elastisias Bending pada penekanan 35 kgf/cm<sup>2</sup>

Gambar 9. menunjukkan bahwa nilai Tegangan bending dengan ukuran partikel mesh 200-250 mendapatkan nilai sebesar 58,637 MPa. Dan untuk ukuran partikel mesh 250-300 memiliki nilai maksimum sebesar 57,161 MPa. Sedangkan tegangan bending dengan ukuran partikel 300-350 memiliki nilai maksimum sebesar 53,902 MPa. Fenomena ini bisa terjadi karena pengaruh ukuran partikel yang lebih kecil cenderung menggumpal dipermukaan.

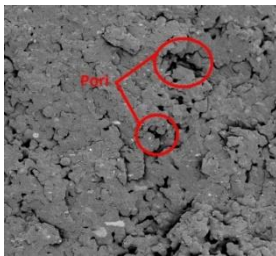
Gambar 9. diatas juga menyatakan pengaruh ukuran partikel terhadap Modulus Elastisitas dimana ukuran partikel mesh 200-250 memiliki kekuatan maksimum diangka 0,798 GPa. Untuk ukuran partikel mesh 250-300 mempunyai nilai maksimum sebesar 0,608 GPa, sedangkan untuk ukuran partikel mesh 300-350 memiliki nilai maksimum sebesar 0,844 GPa. Seperti yang terlihat terjadi penurunan dan

kenaikan yang disebabkan proses yang kurang maksimal.

Gambar 9. Juga menunjukkan Regangan Bending yang mengalami kenaikan dan penurunan pada saat diberi variasi ukuran partikel, hal ini bisa disebabkan dari pembuatan material yang kurang maksimal, sehingga dapat mengakibatkan udara terperangkap didalam material dan menurunkan kekuatan material tersebut.

#### Hasil Uji SEM

Dari hasil Pengujian SEM data pengujian Tarik diatas bisa dijelaskan hasil dari pengaruh beban penekanan dan ukuran partikel abu dasar batubara (*bottom ash*)



Gambar 8. Hasil Pengujian SEM mesh 200-250 beban penekanan  $15\text{kg/cm}^2$  perbesaran 50x

Dari hasil pengujian SEM perbesaran 50x pada ukuran partikel 200-250 dengan beban penekanan  $15\text{ kgf/cm}^2$  memiliki kekuatan Tarik maksimum  $30,693\text{ N/mm}^2$ . Terdapat pori yang dapat menurunkan kekuatan tarik material uji



Gambar 9. Hasil Pengujian SEM mesh 300-350 beban penekanan  $35\text{kg/cm}^2$  perbesaran 50x.

Dari hasil pengujian SEM perbesaran 50x pada ukuran partikel 300-350 dengan beban penekanan  $35\text{ kgf/cm}^2$  memiliki kekuatan Tarik maksimum  $21,929\text{ N/mm}^2$ . Terdapat lebih banyak pori dari material dengan mesh 200-250

dan beban penekanan  $15\text{ kgf/cm}^2$  yang berpengaruh pada penurunan kekuatan tarik.

## KESIMPULAN SERTA ANJURAN

Dari hasil Analisa data pengujian Tarik, pengujian Bending serta pengamatan Mikrostruktur dengan SEM terhadap pengaruh ukuran partikel serta beban penekanan terhadap kekuatan mekanik dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Pada beban penekanan yang lebih besar berpengaruh menurunkan Sifat Mekanik bahan, dikarenakan dalam proses penekanan semakin besar tekanan yang diberikan pada coran, semakin banyak coran yang dapat keluar dari sela cetakan, yang mengakibatkan udara dapat terperangkap dalam coran karena sela untuk keluarnya udara tertutup coran. Pengaruh ukuran partikel juga dapat mempengaruhi sifat mekanik bahan. Dikarenakan semakin kecil ukuran partikel cenderung menggumpal pada permukaan coran dan bisa menyebabkan pori-pori saat coran mengeras. Yang mana dapat dilihat pada morfologi bahan dimana bahan dengan beban tekan yang lebih besar memiliki lebih banyak pori dibandingkan dengan bahan dengan beban tekan rendah

Adapun saran yang dapat penulis berikan pada proses pembuatan komposit polimer, antara lain :

- Pada proses pengayakan abu dasar untuk diperhatikan agar seminimal mungkin untuk menekan abu dasar agar pengayakan lebih maksimal.
- Pada proses awal pencucian harus dipastikan bersih agar kotoran yang menutupi abu dasar batubara tidak

turut tercetak pada saat proses pengecoran dikarenakan dapat mempengaruhi kekuatan material.

- c. Proses pengeringan menggunakan pemanas pada partikel yang berukuran kecil jangan terlalu lama karena dapat menyebabkan partikel tersebut terbakar.
- d. Untuk cetakan sebaiknya diberi sela yang tidak terlalu besar agar pada saat penekanan coran tidak keluar dari sela cetakan.
- e. Usahakan tekanan pada saat penekanan merata pada seluruh permukaan cetakan agar cetakan tidak mudah rusak dan pori yang timbul pada material uji berkurang.

## PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Seluruh Dosen dan Staf Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya untuk dukungannya pada penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Produksi Universitas 17 Agustus 1945 yang telah bersedia menyediakan tempat selama penelitian.

## REFERENSI

- Analisa Kekuatan Polimer Thermoplastic Polypropylene Dengan Pengisi Black Carbon (Abu Dasar Batu Bara)(Adi, D., Kastiawan, I.2018).
- Analisa Pengaruh Ukuran Partikel Abu Dasar Batubara Dan Waktu Tahan ( *Holding Time* ) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit

Polimer Polypropilene.(Riski, Yoga, P., 2019).

Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa. (Oroh, J., Sappu, F., Lumintang, R. 2013).

Kaji Eksperimen Pengaruh Variasi Beban Tekan dan Durasi Penekanan pada Squeeze Casting Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan bahan Baut dan Mur dari Komposit Alumunium 6061- Abu Dasar Batu Bara.(Suprianto, A. 2018)

Karakteristik Unsur Pada Abu Dasar Dan Abu Terbang Batu Bara Menggunakan Analisis Aktivasi Neutron Instrumental. Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia. XI(1) (Lestiani, D., Muhayatun., Adventini, N. 2010)

Pengaruh Komposisi Material Komposit Dengan Matriks *Polypropylene* Berpenguat Serat Alam Terhadap Morfologi Dan Kekuatan Sifat Fisik. (Rahman, A., Farid, M., Ardhyanta, H. 2016).

Pengaruh Variasi Fraksi Berat dan Panjang Serat Komposit Pelepah Kelapa dengan Matriks *Polypropylene* terhadap Kekuatan Tarik pada Proses *Injection Moulding*.(Bagus, M., Arbiantara, H., Dwilaksana, D. 2014).

Studi Perbandingan Sifat Mekanik *Polypropylene* Murni Dan Daur Ulang. MAKARA Sains. 14(1)(Jun, B., Juwono, A. 2010)

Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium(Agus, Sujatno.,



Rahmad, Salam., Badriana., Arbi  
Dimiyati. 2015)