



## **Pengaruh Kecepatan dan Lama Pengadukan Terhadap Porositas dan Dampaknya Pada Sifat Mekanik Komposit Polipropilen**

**Silvianus Gore Bio ,Oswaldus Raga, I Made Kastiawan**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

Email : [Silvianusrtm@gmail.com](mailto:Silvianusrtm@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Komposit merupakan material yang dapat menggantikan logam dalam penggunaan material yang relatif ringan. Material komposit memiliki beberapa keunggulan dibandingkan material lain seperti logam. Penggunaan material komposit polipropilena berpenguat abu dasar batubara menjadi salah satu pilihan utama dalam pengaplikasian di bidang teknik. Selain harganya yang terjangkau dan ramah lingkungan juga dapat diperoleh dengan mudah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui pengaruh penambahan komposisi abu dasar batubara (*bottom ash*) terhadap sifat mekanik matriks polimer (*polypropylene*). Dengan ukuran partikel yang digunakan adalah 250-300 mesh, perlakuan yang sama dicuci menggunakan air bersih dan air hangat.dengan.suhu.80°C selama 2 jam dan di keringkan dengan suhu 110°C. Untuk presentase abu dasar batubara sebanyak 10% (70 gram) dan polypropilen 90% (630 gram). Metode yang digunakan dalam pembuatan komposit, polypropylene dilelehkan dalam mesin pengaduk (*mixer*) dengan variasi yang digunakan lama pengadukan 5, 10, 15, dan 20 menit dengan kecepatan 15, 20, 25, 30, dan 35 rpm.

Dari hasil penelitian dengan pengujian tarik dan pengujian impak didapatkan nilai rata-rata tertinggi pada variasi kecepatan 25 rpm dan lama pengadukan 20 menit dengan nilai 18,09 Mpa, Dan nilai rata-rata terendah pada variasi kecepatan 25 rpm dan pengadukan 10 menit dengan hasil 5,76 MPa. Sedangkan untuk nilai rata-rata impak tertinggi pada variasi kecepatan 30 rpm dan lama pengadukan 10 menit sebesar 0,61 J/mm<sup>2</sup> dan harga impak terendah dengan variasi kecepatan 20 rpm dan lama pengadukan 5 menit sebesar 0,47 J/mm<sup>2</sup>. Semakin tinggi kecepatan dan lama pengadukan semakin kuat suatu material, karena ikatan yang baik antar partikel dan matriks.

**Kata Kunci** : Polipropilen, Uji Tarik, Uji Impak, Uji SEM, Partikel Abu Dasar Batubara

### **ABSTRACT**

Composites are materials that can replace metals in the use of relatively light materials. Composite materials have several advantages over other materials such as metals. The use of polypropylene composite materials with coal base ash is one of the main choices in the application of engineering. In addition to its affordable and environmentally friendly price, it can

also be obtained easily. This study aims to analyze and determine the effect of adding coal base ash composition (*bottom ash*) on the mechanical properties of polymeric matrices (*polypropylene*). With the particle size used is 250-300 mesh, the same treatment is washed using clean water and warm water with temperature 80°C during 2 hours and dried at 110°C. The percentage of coal base ash is 10% (70 grams) and polypropylene is 90% (630 grams). The method used in the manufacture of composites, polypropylene is melted in a kneading machine (*mixer*) with variations used long stirring 5, 10, 15, and 20 minutes at speeds of 15, 20, 25, 30, and 35 rpm.

From the results of the study with tensile testing and impact testing, the highest average value was obtained at a speed variation of 25 rpm and a stirring duration of 20 minutes with a value of 18.09 Mpa, and the lowest average value at a speed variation of 25 rpm and a stirring of 10 minutes with a result of 5.76 MPa. As for the highest average impact value at a speed variation of 30 rpm and a stirring duration of 10 minutes of 0.61 J/mm<sup>2</sup> and the lowest impact price with a speed variation of 20 rpm and a stirring length of 5 minutes of 0.47 J/mm<sup>2</sup>. The higher the speed and duration of stirring the stronger a material, due to the good bonding between particles and matrices.

**Keywords** : Polypropylene, Tensile Test, Impact Test, SEM Test, Coal Base Ash Particles

## PENDAHULUAN

Komposit merupakan material yang dapat menggantikan logam dalam penggunaan material yang relatif ringan. Material komposit memiliki beberapa keunggulan dibandingkan material lain seperti logam. Secara umum seperti sifat mekanik yang baik dan mudah dalam pembuatan dan biaya. Keunggulannya digunakan dalam aplikasi yang berbeda baik sebagai serat dan plastik yang dapat digunakan kembali dan paling ringan di antara bahan polimer lainnya.

Seiring dengan perkembangan zaman dan ilmu pengetahuan, berbagai komposit polimer serat biasa mulai tergantikan oleh bahan serat rekayasa seperti kaca, karbon, rayon, akrilik, dan nilon. Ini karena bahan plastik memiliki beberapa manfaat, lebih spesifiknya: ringan, padat, mudah dibentuk, dan tahan terhadap senyawa sintetis. Namun dengan daya plastik yang tidak tahan terhadap panas dan kekuatan yang rendah,

maka penggunaan material komposit polipropilena berpenguat abu dasar batubara menjadi salah satu pilihan utama dalam pengaplikasian di bidang otomotif. Misalnya perakitan pesawat terbang dan mesin kendaraan, baik roda empat maupun roda dua, yang sebagian tidak lagi menggunakan besi atau aluminium, namun menggunakan bahan polimer.

Selain harganya yang terjangkau dan ramah lingkungan juga dapat diperoleh dengan mudah. Polipropilena adalah salah satu polimer dari jenis termoplastik yang berperan

penting dalam kehidupan manusia. Polypropylene juga memiliki sifat pelindung yang baik, pembuatannya yang sederhana. Banyak faktor yang mempengaruhi sifat-sifat dan kualitas suatu material. Contohnya ukuran, komposisi, kekuatan, keuletan, dimensi dan sebagainya. Salah satu cara untuk mengetahui dan mendapatkan kualitas

material yang baik adalah dengan melakukan penambahan abu dasar batubara pada polipropilene. Untuk itu diperlukan sebuah kajian secara spesifik untuk dapat menghasilkan sebuah produk dengan bahan dasar plastik tersebut dengan melakukan penelitian dalam bentuk pengujian bahan dari

jenis polipropilen guna melakukan perbandingan serta sifat yang dihasilkan dari perlakuan percobaan dengan menggunakan beberapa variasi kecepatan dan lama pengadukan ini, maka kita akan mengetahui apakah material grafena dapat dimanfaatkan sebagai sensor gas CO<sub>2</sub>. Kita juga akan mengetahui tingkat sensitivitas sensor gas CO<sub>2</sub> dari material grafena. Harapannya akan banyak penelitian-penelitian selanjutnya dilakukan untuk memanfaatkan material semikonduktor sebagai sensor gas, terutama gas-gas yang beracun dan berbahaya.

## PROSEDUR PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan teknik kuantitatif. Metode kuantitatif adalah pemeriksaan yang pada dasarnya menggunakan metodologi logika yang berwawasan luas. Dimana pendekatan yang berupa data mentah penelitian terdahulu, pemikiran para ahli, serta pemahaman analisis berdasarkan pengalaman, kemudian tercipta dan melakukan pengujian dengan analisa data statistik saat dilapangan.

Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh kecepatan dan lama pengadukan terhadap porositas dan dampak pada sifat mekanik komposit. Dengan mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, polypropylene dilarutkan sebanyak 90% pada temperatur 170°C.

Setelah pencairan 100%, campurkan bahan pengisi bahan dasar batubara dengan

kadar 10% (70 gr) dengan variasi pengadukan 5, 10, 15 dan 20 menit dan kecepatan 15, 20, 25, 30, dan 35 rpm. Kemudian bahan yang telah tercampur, di tuang ke dalam cetakan sehingga menghasilkan spesimen uji. Setelah material jadi, maka dibuat sesuai ukuran dan dimensi spesimen uji tarik dan uji impak. Dari hasil patahan akan diuji SEM untuk mengetahui struktur mikronya. Setelah semuanya selesai maka akan didapatkan hasil berupa data dari tiga pengujian sehingga bisa dianalisa untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

## Persiapan Alat

Peralatan yang digunakan dalam perakitan komposit Themoplastic Polymer dengan pengisi abu dasar batubara adalah:

### A. Churser

Mesin penghancur digunakan untuk menghancurkan bongkahan abu dasar batubara (bottom ash) menjadi struktur halus. Mesin ini memiliki kapasitas motor listrik 3 fasa dan putaran 2849 rad/menit.

### B. Mixer (*Pengaduk*)

Mesin ini berfungsi mencampurkan matriks dan penguat dimana juga dilengkapi dengan thermo control digital dan saklar pemutus yang digunakan untuk mengatur suhu, dan juga dilengkapi dengan mesin yang berfungsi sebagai pengatur arah dan kecepatan pengaduk.

### C. Saringan (250-300 mesh)

Saringan digunakan untuk menyaring abu dasar setelah di crusher dengan ukuran 250–300 mesh.

### D. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu saat pencampuran polypropylene dengan penguat dasar

batubara dengan waktu 5, 10, 15, dan 20 menit.

E. Timbangan digital

Digunakan untuk menentukan massa campuran komposit yang akan dibentuk

F. Cetakan

Digunakan sebagai tempat untuk membentuk cetakan

E. Dongkrak hidrolik

Digunakan sebagai penekan cetakan agar lebih kuat saat melakukan pengujian dilaboratorium Waktu penekanan 5 menit dengan beban 25 kg.

### Persiapan Bahan

Dalam proses ini bahan utama yang digunakan pembuatan komposit adalah :

#### Biji Plastik (*Polypropylene*)

Polypropylene digunakan sebagai matrik. Jenis polypropylene murni yang digunakan produksi dari PT. Chandra Asri Petrochemical. Polypropylene ditimbang dengan berat 630 gram.

#### Abu Dasar Batubara

Bahan abu dasar batubara (*bottom ash*) diperoleh dari hasil pembakaran yang masih berupa bongkahan. Tahap selanjutnya adalah abu dasar batubara di hancurkan dengan crushing. Lalu diayak sesuai ukuran mesh. Pada ayakan awal 250 mesh lalu ayakan 300 mesh. Kemudian ditimbang dengan komposisi 70 gram.

#### Proses Pembuatan Komposit

Pada proses pembuatan komposit, polypropylene sebagai matriks dan abu dasar batubara (*bottom ash*) penguat. Dimana dalam proses pembuatan komposit ini adalah untuk mengetahui kekuatan dari material tersebut. Pada tahap awal yaitu pemilihan abu dasar

batubara (*bottom ash*) yang masih berbentuk bongkahan kemudian dicuci bersih, bagian yang mengambang atau kotoran di buang sampai benar – benar bersih. Setelah dikeringkan, bongkahan batu di hancurkan menggunakan mesin crusher dan di ayak dengan ukuran 250-300 mesh. Abu dasar batubara dicuci lagi dengan air bersih dan air hangat dengan suhu 80°C selama 2 jam. Lalu ditiriskan dan dikeringkan dalam oven pemanas dengan suhu 110°C selama 2 jam. Tahap selanjutnya menyiapkan biji plastik *polypropylene* murni sebagai bahan dasar pembuatan komposit dengan komposisi 90% (630 gr) dan abu dasar batubara yang sudah siap pakai sebanyak 10% ( 70 gr). Kemudian polypropylene dilelehkan dalam mesin mixer dengan suhu 170°C. Setelah benar-benar mencair campurkan penguat abu dasar batubara dengan variasi kecepatan dan lama pengadukan yang sudah ditentukan. Bahan yang sudah tercampur lalu dicetak dalam cetakan menggunakan mesin ekstruder pada temperatur 170°C dengan kecepatan 50.0 Hz. Pada tahap akhir cetakan ditekan menggunakan hidrolik dengan penekanan 25 kg selama 5 menit.

#### Pengujian Tarik

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan sifat mekanik dari bahan yang digunakan. Dalam tinjauan ini, uji keuletan komposit menggunakan mesin uji tarik yang terletak di fasilitas penelitian Perancangan Mekanik Sekolah Tinggi Politeknik Negeri Malang.

Dari hasil uji tarik dapat diperoleh data gaya tarik maksimum dan perubahan panjang pada material benda uji saat ditarik samapi putus. Langkah awal dalam pengujian ini mencatat nomor pada benda uji. Kemudian contoh benda uji dipasang pada bagian atas dan bawah dari pegangan mesin uji. Mesin dihidupkan dan memulai menarik samapai

putus. Standard pengujiannya adalah *ASTM D 638-03*.



Gambar 1. Alat Uji Tarik

**Pengujian Impak**

Standar dari uji impak adalah ayunan tumpuan beban yang dikenakan pada benda uji (spesimen). Sebelum melakukan pengujian, specimen dibuat takikan yang berbentuk V. Energi untuk mematahkan dapat ditentukan secara langsung dari perbedaan energi potensial bendulan pada saat awal dijatuhkan dan setelah mematahkan specimen. Pengujian ini menggunakan metode Impak Charpy.



Gambar 2. Alat Uji Impak Charpy

**Pengujian SEM**

Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) untuk menentukan kondisi porositas yang terjadi pada penampang material dan partikel penyusun serta cacat pada specimen. Pengujian ini dilakukan di Lab Departemen Mesin, Perguruan Tinggi Gajah Mada Yogyakarta.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Uji Tarik**

*Tegangan Tarik pada Kecepatan dan Pengadukan yang sama*



Gambar 3. Tegangan Tarik 20 menit



Gambar 4. Tegangan Tarik 10 menit

Dari grafik tegangan tarik 20 menit dengan kecepatan 25 rpm memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 17,61 Mpa,

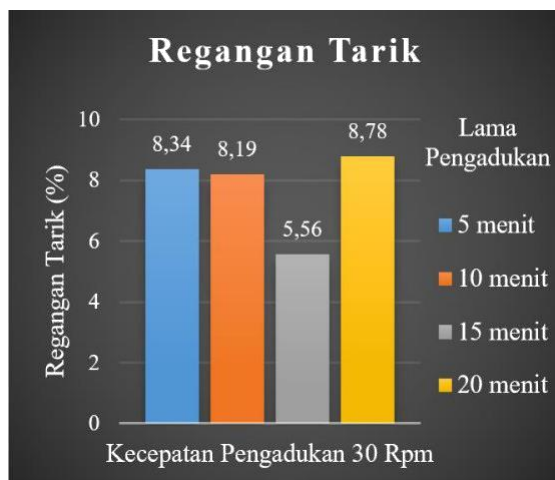
Sedangkan tegangan tarik terendah terdapat pada spesimen dengan lama pengadukan 10 menit dan kecepatan 35 rpm sebesar 10,31 Mpa.

Dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan dan lama waktu pengadukan semakin kuat juga material yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh kuatnya ikatan antara matrik dan partikel penguat. Walaupun pada grafik tegangan waktu pengadukan 20 menit masih terdapat nilai yang sedikit menurun.

*Regangan Tarik pada Kecepatan dan Pengadukan yang sama*



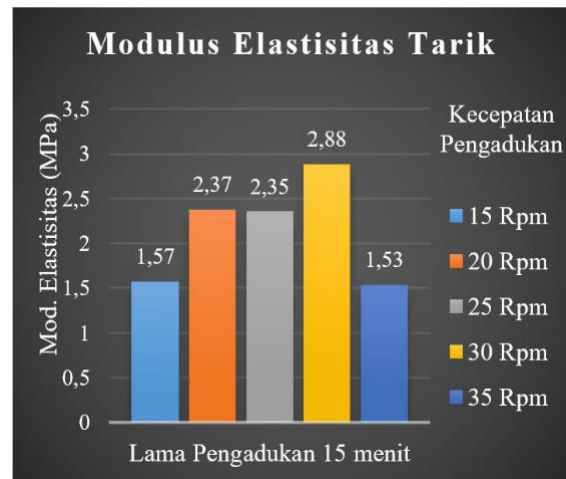
Gambar 5. Regangan Tarik 35 rpm



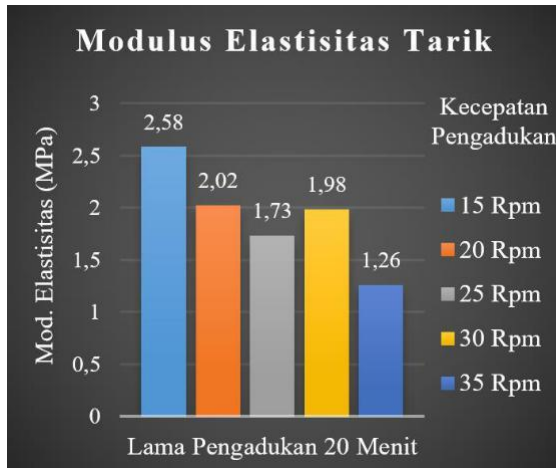
Gambar 6. Regangan Tarik 30 rpm

Dari grafik regangan tarik pada kecepatan pengadukan 35 rpm dengan waktu pengadukan 20 menit, memiliki nilai regangan tarik tertinggi sebesar 13,31 %. Dapat disimpulkan pada grafik regangan tarik 35 rpm, menurunnya kekuatan pada waktu pengadukan awal yang kemungkinan lemahnya ikatan antara matriks dan partikel penguat. Namun pada waktu pengadukan 20 menit mempunyai nilai kekuatan yang signifikan naik. Sedangkan nilai regangan tarik terendah terdapat pada spesimen dengan waktu pengadukan 15 menit sebesar 5,56 %. Turunnya nilai pada waktu pengadukan 15 menit disebabkan pendistribusian partikel pada matriks tidak merata.

*Modulus Elastisitas Tarik pada Waktu Pengadukan yang sama*



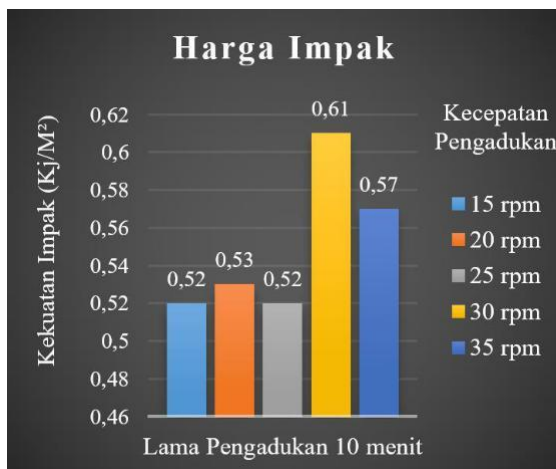
Gambar 7. Modulus Elastisitas Tarik



Gambar 8. Modulus Elastisitas Tarik

Dari grafik nilai modulus elastisitas tarik pada waktu pengadukan yang sama didapat nilai tertinggi pada spesimen 15 menit dengan kecepatan pengadukan 30 rpm dengan nilai sebesar 2,88 Mpa. Semakin besarnya kecepatan semakin baik campuran material yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan semakin meningkatnya nilai pada modulus elastisitas. Sedangkan nilai modulus elastisitas tarik terendah terdapat pada specimen 20 menit dengan kecepatan pengadukan 35 rpm sebesar 1,26 Mpa.

### Hasil Uji Impak



Gambar 9. Harha Impak pengadukan 10 menit

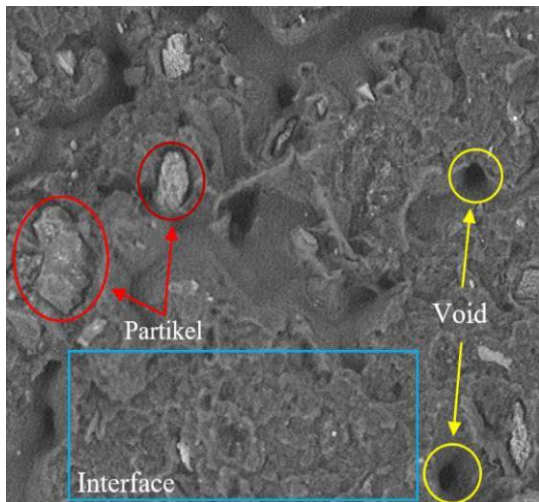


Gambar 10. Harga Impak pengadukan 5 menit

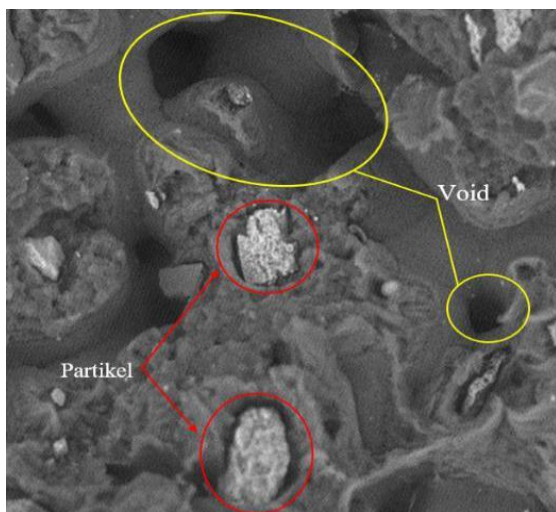
Dari grafik harga impact pada lama pengadukan 10 menit, didapat nilai tertinggi pada spesimen dengan kecepatan pengadukan 30 rpm dengan harga impact sebesar 0,61 J/mm<sup>2</sup>. Yang memungkinkan kekuatan meningkat meskipun fakta bahwa ada perbedaan nilai yang tidak cukup jauh antara spesimen uji. Sedangkan harga impact terendah terdapat pada spesimen dengan kecepatan pengadukan 20 rpm sebesar 0,47 J/mm<sup>2</sup>. Menurunnya nilai kuat impact pada pengadukan 5 menit diakibatkan lemahnya pendistribusian partikel kedalam matriks. Hal ini disebabkan cepatnya waktu saat pengadukan.



## Hasil Uji SEM



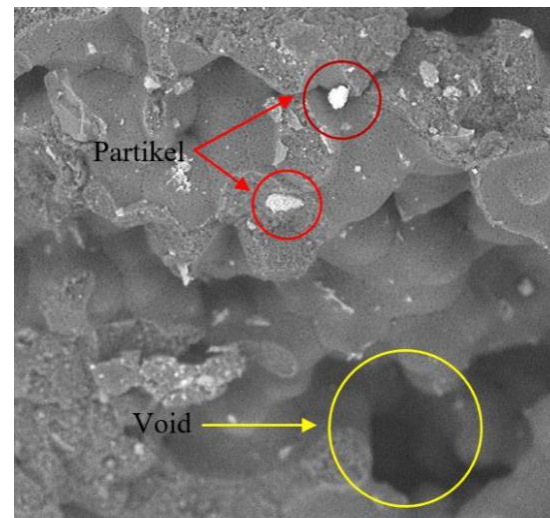
Gambar 11. Spesimen 20 menit 25 rpm di zoom 390x



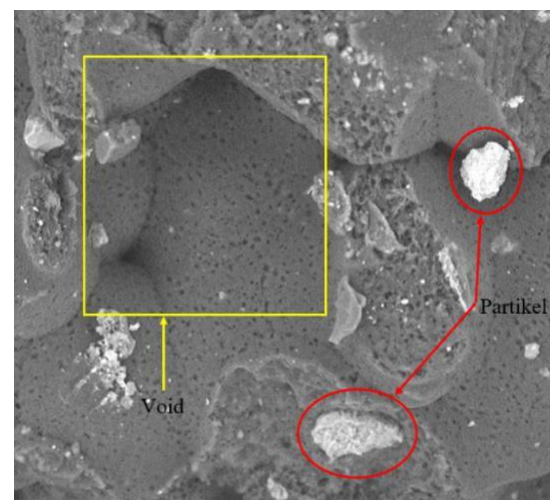
Gambar 12. Spesimen 20 menit 25 rpm di zoom 1000x

Dari hasil analisa SEM spesimen 20 menit 25 Rpm terlihat masih ada sedikit lubang atau void, namun daerah interface antara matriks dan penguat memiliki ikatan yang cukup baik. Sirkulasi yang menyeluruh dari penguat ke permukaan struktur bintang putih sesuai dengan ukuran mesh 250-300 dan memasuki pori-pori matriks. Sedangkan bintang putih yang lebih besar menunjukkan bahwa masih

ada pengumpulan sehingga dapat menyebabkan penurunan mekanis.



Gambar 13. Spesimen 10 menit 25 rpm di zoom 400x



Gambar 14. Spesimen 10 menit 25 rpm di zoom 1000x

Dari hasil analisa SEM spesimen 10 menit 25 Rpm memiliki nilai rata-rata tegangan tarik terendah yaitu sebesar 5,76 Mpa. Dapat dilihat memiliki banyak lubang yang berukuran sangat besar dan hanya sedikit area interface yang baik. Penurunan nilai tegangan dan nilai modulus pada material komposit disebabkan oleh hubungan yang



lemah antara matriks dan penguat abu dasar batubara, membuat partikel banyak yang terlepas pada saat melakukan uji tarik.

### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Dari hasil percobaan pengujian tarik bahwa disimpulkan, kecepatan dan lama pengadukan sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik material.
2. Pengaruh kecepatan dan lama pengadukan dapat menyebabkan tegangan tarik naik atau turun. Dapat dilihat dari gambar diatas, dimana nilai tegangan tarik pada waktu pengadukan 20 menit dan kecepatan 25 Rpm memperoleh nilai tertinggi 18,09 Mpa sedangkan lama pengadukan 10 menit dan kecepatan 25 Rpm memiliki nilai tegangan tarik rendah 5,76 Mpa.
3. Dari hasil pengujian impak didapatkan harga impak tertinggi pada variasi lama pengadukan 10 menit dengan variasi kecepatan 30 rpm sebesar 0,61 J/mm<sup>2</sup> dan harga impak terendah dengan variasi lama pengadukan 5 menit dan variasi kecepatan 20 rpm. Dari grafik di atas, cenderung terlihat bahwa semakin besar kecepatan dan lama pengadukan semakin kuat material yang dihasilkan
4. Dari hasil mikrostruktur pada kecepatan 20 rpm dan lama pengadukan 20 menit ikatan antara partikel sangat baik sehingga dapat mengurangi rongga pada spesimen. Sedangkan pada kecepatan 25 rpm dan lama pengadukan 10 menit banyak terjadinya rongga karena ikatan antara partikel dan matrik kurang baik.

Saran kedepanya pada saat proses pemilihan dan pencucian awal abu dasar batubara harus benar-benar bersih agar kotoran yang masih menutupi abu dasar batubara tidak tercetak pada proses pengecoran karena dapat mempengaruhi kekuatan material.

Untuk mengurangi cacat pada spesimen, cetakan dibuat dari material besi sehingga penekanan pada saat mencetak spesimen harus merata agar cetakan terisi menyeluruh dan tidak ada yang keluar dari cetakan.

### REFERENSI

- Aji Setyawan, B. (2021). *Analisa Pengaruh Beban Penekanan dan Ukuran Partikel (mesh 200-350) Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polipropilane Berpenguat Abu Dsar Batu Bara (bottom ash)* (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- Mujiarto, I. (2005). *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*. Traksi, 3(2), 65–74.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, B., & Dimiyati, A. (2015). Studi scanning electron microscopy (SEM) untuk karakterisasi proses oksidasi paduan zirkonium. *jurnal Forum Nuklir (JFN)* (Vol. 9, No. 1, pp. 44-50).
- Lestiani, D. D., Santoso, M., & Adventini, N. (2013). Karakteristik unsur pada abu dasar dan abu terbang batu bara menggunakan analisis aktivasi neutron instrumental. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia (Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology)*, 11(1).
- Amalia, S., Fajarwati, K., Fitriawan, M., Aji, M., Yulianto, A. 2014. *Kuat Tarik Komposit Polipropilena (Pp) Dengan Penguji Silika (SiO<sub>2</sub>)*. Seminar Nasional Mahasiswa Fisika. 1 : 107110.
- Deni Swantomo, Kartini Megasari, Rany Saptaaji. 2008. *Pembuatan Komposit*

- Polimer Superabsorben dengan Mesin Berkas Elektron*. Jfn, Vol 2 No. 2, November 2008.
- Gunawan, I., Deswita, A. Karo-Karo, dan Sudirman. 2008. *Sintesis dan karakterisasi komposit high density polyethylene-pati tapioka*. Jurnal Sains Materi, Desember : 5-8.
- Saptaria Rosa Amalia, Kartika Fajarwati, Margi Fitriawan, Mahardika Prasetya Aji dan Agus Yulianto. 2014. *Kuat Tarik Komposit Polipropilena (PP) dengan Penguji Silika (SiO<sub>2</sub>)*. Seminar nasional mahasiswa fisika 2014.
- Rahman, A., Farid, M., Ardhyanta, H. 2016. *Pengaruh Komposisi Material Komposit Dengan Matriks Polypropylene Berpenguat Serat Alam Terhadap Morfologi Dan Kekuatan Sifat Fisik*. Jurnal Teknik ITS . 5(2) : D209 -D211.