

**PENGARUH UKURAN FLY ASH PADA KEKUATAN BENDING  
KOMPOSIT RESIN EPOXY**

**Yusman Zamzami<sup>1)</sup> Shirley Savetlana<sup>2)</sup>, Gusri Akhyar Ibrahim<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung,

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung,

Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1, Bandar Lampung 35145

yusman\_good@yahoo.co.id shirley@unila.ac.id gusri1771@gmail.com

**Abstract**

*Fly ash is one of the solid waste generated by industries that use coal as a fuel for the production process. Fly ash contains silica or alumina silica that has no adhesive properties (cementation) to himself. The purpose of this research was to determine the bending strength of composites reinforced fly ash (coal waste) through the bending test.*

*In this study, fly ash was sieved with a sieve to obtain a variation of fly ash particle size of 40 mesh, 80 mesh and 120 mesh. Composite manufacturing using hand lay up with a mixture ratio of epoxy resin and hardener 1:1. Next step is mixing matrix and fly ash with mass fraction 60%: 40% use of fly ash particle size variation. Transform and then testing bending and for pure epoxy resin composites with various particle sizes. Photo fracture area with Scanning Electron Microscope (SEM) was used to analyze the causes of failure in composites. In this study the mechanical properties of the composite bending test in accordance with ASTM D790.*

*The test results showed that the bending strength of the composite tertinggi achieved with fly ash particle size of 120 mesh, the bending strength of 59.26 N/mm<sup>2</sup> obtained. Factors that affect the bending strength is power tie fly ash particles with the matrix, the distribution and number of particles are evenly distributed in the composite particles. SEM image results in the fracture of composite particles of fly ash shows the tie between the matrix and the particles are quite good.*

**Keywords:** *Fly ash, composite, bending strength*

**PENDAHULUAN**

Di Indonesia produksi *fly ash* dari pembangkit listrik terus meningkat, dimana pada tahun 2000 jumlahnya mencapai 1,66 juta ton dan diperkirakan mencapai 2 juta ton pada tahun 2006. Besarnya jumlah *fly ash* yang dihasilkan dari tahun ke tahun tidak seiring dengan cara penanganannya yang masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong atau bahkan terbuang begitu saja [1].

Pada *fly ash* Tarahan mengandung unsur kimia silikat (SiO<sub>2</sub>) lebih banyak dibandingkan dengan unsur yang lain, kandungan silikat yang dominan pada *fly ash* memungkinkan *fly ash* dapat digunakan untuk bahan material tahan panas karena sifat silikat yang mampu menahan temperatur yang tinggi, dan semakin

banyak kandungan kalsium oksida maka semakin tinggi kemampuan untuk mengikat [2].

Dengan beberapa alasan diatas, maka salah satu pemanfaatan *fly ash* dapat digunakan untuk pembuatan komposit.

Komposit *fly ash* adalah gabungan antara *fly ash* sebagai penguat dengan resin sebagai pengikat, biasanya *fly ash* digabung juga dengan pengisi yang lain yang berfungsi untuk meningkatkan proses produksi. Pengisi ini contohnya dust dan rubber crumb (remah karet) atau bahan pengisi anorganik misalnya BaSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub> dan MgO [3].

Menurut penelitian Ichsanudin yang membahas tentang pembuatan komposit *fly ash* dilakukan dengan mencampurkan resin poliester, katalis dan *fly ash*.

Dari hasil penelitiannya didapat kesimpulan bahwa kekuatan tarik, kekuatan bending dan kekerasan terbesar terjadi pada komposisi 60% : 40%.

Hal ini disebabkan karena pada komposisi 60% : 40 %, kerapatan antara pengikat dan penguat saling mendukung untuk membentuk kekuatan mekanik yang baik pada material komposit *fly ash*. [4]

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan komposit dengan penambahan serbuk partikel *fly ash* sebagai penguatnya, dengan menggunakan variasi perbedaan ukuran partikel *fly ash*. Sehingga nantinya dapat diketahui pengaruh ukuran penguat partikel *fly ash* terhadap kekuatan bending.

## METODOLOGI PENELITIAN

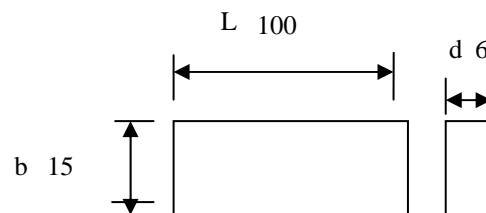
### A. Alat dan Bahan Penelitian

*Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PLTU Tarahan Provinsi Lampung. *Fly ash* dari Tarahan Provinsi Lampung mempunyai komposisi kimia silikat ( $\text{SiO}_2$ ) sebanyak 61,55%, Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sebanyak 22,31%, besi oksida ( $\text{FeO}_3$ ) sebanyak 4,72, kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) sebanyak 3,39% dan ditambah dengan unsur kimia lainnya [5].

. Pengayakan *fly ash* menggunakan alat ayakan yang berfungsi untuk mendapatkan ukuran mesh *fly ash*. Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat *fly ash* sebelum dilakukan pencampuran dalam pembuatan komposit. Resin *epoxy* berfungsi sebagai matrik dalam komposit. Jenis *epoxy* resin yang digunakan adalah tipe *general purpose (Bisphenol A-epichlorohydrin) Bakelite EPR 174*. *Hardener* digunakan untuk mempercepat proses pengerasan pada komposit. *Grease/gemuk* digunakan untuk melapisi antara cetakan dengan komposit, sehingga komposit mudah untuk dilepaskan dari cetakan. *Universal Testing Machine* (UTM) digunakan untuk uji bending.

### B. Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan dimulai dengan pembuatan cetakan menggunakan kaca dengan ketebalan kaca 3 mm. Dimensi spesimen ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Geometri dan Dimensi Spesimen Uji Bending ASTM D 790

Prosedur selanjutnya pengayakan *fly ash* untuk mendapatkan partikel *fly ash* dengan beberapa variasi ukuran, kemudian dilakukan pengolesan *grease/gemuk* pada permukaan cetakan kaca sehingga komposit mudah untuk dilepaskan dari cetakan.

Setelah itu dilakukan pencampuran resin dengan *fly ash* kemudian diaduk dengan perbandingan fraksi masa 60% :40%, kemudian dituangkan ke dalam cetakan, setelah itu divakum selama 5 menit, adapun spesifikasi vakum yang digunakan adalah sebagai berikut *vacuum*:: 0,035 Mpa, *power supply*: AC 220 V 50 Hz, *size of unit*: 350 x 140 x 70 mm, *weight*: 2,4 Kg.

Selanjutnya dilakukan pengujian bending pada resin *epoxy* murni dan komposit dengan variasi ukuran partikel *fly ash* 40 mesh, 80 mesh, dan 120 mesh.

Pengujian bending sesuai standar ASTM D790 dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan bending dari bahan komposit. Pengujian ini dilakukan dengan mesin uji "*Universal Testing Machine* (UTM)", seperti gambar dibawah ini

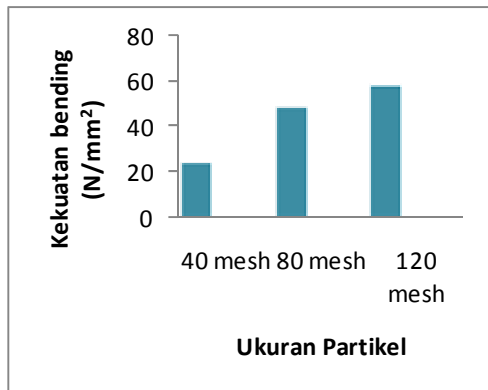
Pengamatan patahan komposit dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Machine*) dengan ukuran yang dibuat sesuai dengan bentuk kubus dengan panjang tiap sisinya 5 mm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pengujian Bending

Gambar 2 menunjukkan, nilai kekuatan bending rata-rata tertinggi sebesar 59,26 N/mm<sup>2</sup> dicapai pada komposit dengan ukuran partikel *fly ash* 120 mesh. Nilai kekuatan

bending terendah sebesar 25 N/mm<sup>2</sup> dicapai pada komposit dengan ukuran partikel *fly ash* 40 mesh.



**Gambar 2.** Nilai kekuatan bending bahan komposit

Kekuatan dan ketangguhan komposit partikel dipengaruhi 3 faktor yaitu ukuran partikel, permukaan antara partikel dan matrix, dan muatan/jumlah dari partikel [6].

Ukuran partikel *fly ash* dalam pembuatan komposit pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan bending. Ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan komposit, seperti pada tabel 1, komposit *fly ash* dengan ukuran partikel 120 mesh lebih tinggi kekuatan bending daripada *fly ash* dengan ukuran 80 mesh maupun 40 mesh. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran butir pengisi komposit maka luas kontak permukaan antar butir semakin luas, yang berarti lebih banyaknya permukaan yang terbentuk diantara matrik dan penguat sehingga mengalami kontak dengan keduanya, sehingga membuat ikatan antara keduanya dalam hal perpindahan beban.

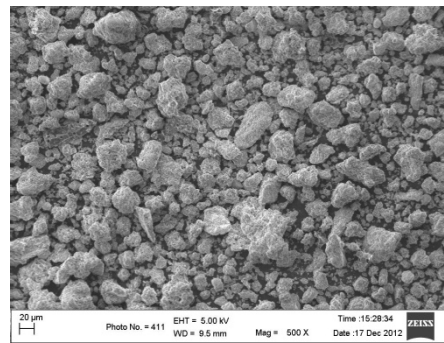
Kondisi ikatan permukaan ini sangat mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kekuatan komposit, ikatan antarmuka inilah yang menjadi penghubung tegangan luar yang diberikan matriks menuju partikel penguatnya atau dalam hal ini adalah *fly ash*.

*Fly ash* yang terus bertambah akan mengakibatkan tidak baiknya daya ikat antara resin dan *fly ash*, sehingga kemampuan *epoxy* untuk mengikat berkurang. Jika daya ikatnya tidak baik maka kekuatan bending akan

berkurang juga karena gaya yang terjadi pada matriks tidak dapat diteruskan secara baik kepada partikel [7]

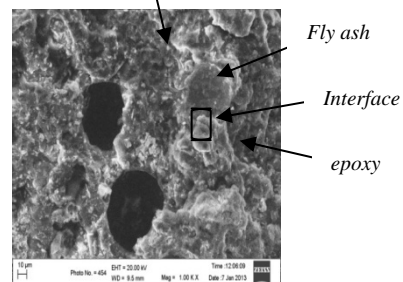
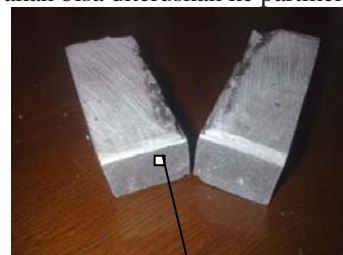
### B. Foto SEM spesimen

Pada Gambar 3 dapat dilihat bentuk *fly ash* yang tidak beraturan dan ukurannya tidak seragam, bentuk yang tidak beraturan ini dapat menyebabkan banyaknya udara yang dapat terjebak jika *fly ash* dipakai dalam pembuatan komposit. Selain itu bentuk *fly ash* sebagian besar berbentuk bola, hal ini berpengaruh terhadap mampu kerja yang baik pada *fly ash* tersebut.



**Gambar 3.** Foto SEM partikel *fly ash*

Pada Gambar 4, komposit dengan ukuran partikel 120 mesh terlihat memiliki ikatan yang cukup baik dengan matrik, sehingga beban dari matrik akan bisa diteruskan ke partikel.



**Gambar 4.** Foto SEM patahan dari komposit partikel *fly ash* 120 mesh.

Kehomogenan penyebaran di dalam matriks polimer juga penting untuk menentukan kekuatan interaksi diantara pengisi dan matriks polimer. Partikel yang berserakan secara homogen (sebaran partikel yang merata) dapat menjadikan interaksi yang baik antara matriks dan pengisi. Sebaran partikel yang merata menyebabkan maka distribusi tegangan akan sama pada komposit, hal ini menjadikan kekuatan bending seragam diseluruh bagian komposit.

#### **SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan data hasil pengujian komposit *fly ash*, didapat beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Nilai kekuatan bending komposit tertinggi terjadi pada komposit ukuran partikel 120 mesh yaitu sebesar 59,26 N/mm<sup>2</sup>. Dan nilai bending komposit *epoxy* murni sebesar 98,15 N/mm<sup>2</sup>.
2. Semakin kecil ukuran butir *fly ash* pada komposit maka semakin meningkat kekuatan bending komposit tersebut, karena luas kontak permukaan antar butir semakin luas, yang berarti lebih banyaknya permukaan yang terbentuk diantara matrik dan penguat sehingga mengalami kontak dengan keduanya, sehingga membuat ikatan antara keduanya dalam hal perpindahan beban.
3. Pada pengujian SEM dapat dilihat ikatan antara partikel dan matrik yang cukup baik. *Void* merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kegagalan pada komposit.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Ngurah, Ardha, dkk. 2008. *Pemanfaatan Abu Terbang PLTU-Suralaya untuk Castable Refractory*. [www.tekmira.esdm.go.id](http://www.tekmira.esdm.go.id).
- [2] Widodo. Yusuf., 2007, *Pemanfaatan Limbah Industri Gula Melalui Pengolahan Biologis Dan Kimiawi Dalam Upaya Meningkatkan Upaya*

- Kecernaannya Secara Invitro*, Lampung University Library, Lampung
- [3] Kiswiranti, Desi. 2009. *Pemanfaatan Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Serat Penguat Bahan Friksi Nonasbes pada Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor*. Skripsi Teknik Fisika Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [4] Ichsanudin, M., 2006, *Pemanfaatan dan Pengujian Mekanik Limbah Batubara Sebagai Material Komposit*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [5] Sucofindo, 2012, *Sertifikat Analisa Kualitas Komposit*, Bandar Lampung
- [6] Yun Fu, Shao., 2008, *Effects of particle size, particle/matrix interface adhesion and particle loading on mechanical properties of particulate-polymer composites*, Chinese Academy of Sciences, China.
- [7] Femiana Gapsari dan Putu Hadi Setyarini., 2010, *Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Resin Berpenguat Serbuk Kayu*, Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.