

Investigasi Sifat Mekanik Material Komposit Yang Terbuat Dari Pemanfaatan Limbah Batubara Dengan Matrik Resin Poliester Tak Jenuh

Zulhanif

Teknik Mesin UNILA

Gedung H Fakultas Teknik, Jalan Profesor Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145

Telp. 0721 – 704947 Fax. 0721 – 704947 ext 221/223

hanif@unila.ac.id

10

Abstrak

Limbah batubara yang dihasilkan oleh sisa pembakaran di industri yang menggunakan boiler belum dimanfaatkan secara maksimal untuk menjadi bahan yang lebih bernilai ekonomi. Pada saat ini ada beberapa industri semen yang memanfaatkan hasil lebih batubara sebagai campuran semen yang dikenal dengan istilah semen komposit. Pada penelitian ini mencoba memanfaatkan limbah batubara untuk alternatif pembuatan bahan komposit yang lain yang merupakan campuran bahan resin dan limbah batubara.

Hasil bahan komposit sebelum dimanfaatkan untuk aplikasi yang lain diuji sifat mekaniknya untuk mendapatkan komposisi yang terbaik dari campuran resin dan limbah batubara. Pengujian mekanik yang dilakukan adalah uji tarik, uji bending dan uji kekerasan.

Dari hasil pengujian mekanik yang dilakukan didapatkan komposisi campuran yang terbaik antara limbah batu bara dan resin adalah pada komposisi 40 % : 60%. Hasil kekuatan tarik terbesar didapatkan 10,27 N/mm², kekuatan bending terbesar 16,67 N/mm² dan kekerasan tertinggi adalah 60, 4 HRL. Dari hasil distribusi uji kekerasan komposisi antara limbah batu bara dan resin pada campuran 40 % : 60% terlihat lebih merata dibandingkan komposisi yang lain.

Keywords: Limbah batubara, Bahan Komposit, Pengujian Sifat Mekanik

Pemanfaatan bahan-bahan buangan atau limbah industri seperti limbah batubara, ampas tebu, sekam padi, sisa industri kayu, dan lain-lain, di Indonesia pada umumnya selama ini masih belum dimanfaatkan dengan baik atau masih dibuang begitu saja. Maka dari itu dilakukan pengolahan agar dapat dipakai menjadi bahan yang lebih bermanfaat.

Dalam penelitian ini akan dilihat kemungkinan limbah batubara dikembangkan menjadi bahan alternatif sebagai penguat dalam komposit. Dengan pertimbangan dari segi ekonomis dan struktur, limbah batubara sebagai penguat bahan komposit diharapkan memperkaya jenis dari bahan bangunan disamping bahan bangunan yang telah tersedia selama ini seperti semen dan keramik.

Selain itu pemberdayaan atau pemanfaatan limbah batubara yang terdapat pada industri-industri yang terdapat di Indonesia, khususnya

di Propinsi Lampung dilakukan secara maksimal sehingga mengurangi masalah lingkungan yang diakibatkan limbah batubara tersebut.

5

Penelitian ini untuk mengetahui karakteristik perilaku mekanik komposit limbah batubara yang merupakan pencampuran antara resin poliester dengan katalis sebagai matriksnya dan limbah batubara sebagai partikel pengisinya. Teknik pengujian yang digunakan yaitu uji tarik, uji kekerasan dan uji bending.

60

TINJAUAN PUSTAKA

65

Limbah batubara merupakan limbah dari proses pembangkit tenaga listrik yang sudah tidak ada nilai kalornya. Satu industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk sistem di boiler menghasilkan limbah batubara rata-rata 5 ton sehari. Limbah batubara tersebut menumpuk di industri dan

70

kurang dimanfaatkan, hanya untuk bahan timbunan yang nilai ekonominya sangat rendah. Dengan bertambahnya jumlah limbah batubara maka ada usaha-usaha untuk memanfaatkan limbah padat tersebut.

Hingga saat ini limbah batubara tersebut banyak diperlukan untuk keperluan industri semen dan beton, bahan pengisi untuk bahan tambang dan bahan galian serta berbagai pemanfaatan lainnya seperti pembuatan bahan komposit⁽¹⁾

Penggabungan dari limbah batubara dengan beberapa bahan lain menjadi produk tertentu dikategorikan sebagai bahan komposit. Lebih spesifiknya komposit adalah gabungan antara bahan matrik atau pengikat dan bahan penguat.

Bahan material ini terdiri dari dua bahan penyusun, yaitu bahan utama sebagai bahan pengikat dan bahan pendukung sebagai penguat. Bahan utama membentuk matrik dimana bahan penguat ditanamkan di dalamnya. Bahan penguat dapat berbentuk serat, partikel, serpihan atau juga dapat berbentuk yang lain.

Bahan komposit mempunyai sifat-sifat yang beraneka ragam yaitu⁽²⁾: Kekuatan dari bahan jauh lebih besar dibandingkan konstruksi biasa. Dapat dibuat sangat kuat, rapatannya rendah (ringan), dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya, Ketahanan impact serta kejut termalnya baik, kekuatan lelah (*fatigue*) besar, lebih baik pada logam, kekuatan oksidasi serta korosinya sangat baik, muai termal rendah dan dapat dikontrol dengan baik. Umur lelah tegangan lebih baik daripada kebanyakan logam, sifat produk dapat diatur terlebih dahulu, disesuaikan terapannya, daya hantar termal dan listrik dapat diatur, fabrikasi komponen berukuran besar lebih mudah dan murah daripada logam biasa.

Pada umumnya sifat-sifat komposit ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain : Jenis bahan-bahan penyusun, bentuk geometris dan struktur bahan-bahan penyusun, rasio perbandingan bahan-bahan penyusun, daya lekat antar bahan-bahan penyusun, orientasi bahan penguat dan

proses pembuatan.

Sifat-sifat skalar untuk prinsip-prinsip campuran dalam komposit, seperti massa, volume dan berat jenis. Persamaan untuk campuran massa dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$m_c = m_m + m_p \text{ atau}$$

$$(\rho_c + V_c) =$$

$$(\rho_m + V_m) + (\rho_p + V_p) \quad \dots(1)$$

Sehingga didapatkan berat jenis dari komposit :

$$\rho_c = \left(\rho_m + \frac{V_m}{V_c} \right) + \left(\rho_p + \frac{V_p}{V_c} \right) \quad \dots(2)$$

$$\rho_c = (\rho_m + V_m) +$$

$$(\rho_p + V_p) \quad \dots(3)$$

Dengan fraksi volume matrik dan fraksi volume partikel adalah:

$$V_m = \frac{V_m}{V_c} \quad \text{dan} \quad V_p = \frac{V_p}{V_c} \quad \dots(4)$$

Dengan melihat persamaan (1) maka :

$$V_c = V_m + V_p \quad \dots (5)$$

$$1 = V_m + V_p \quad \dots(6)$$

Persamaan-persamaan di atas merupakan aturan hukum campuran bahan komposit⁽³⁾.

Secara kimia limbah batubara merupakan mineral alumino silikat yang banyak mengandung unsur-unsur Ca, K dan Na disamping juga mengandung sejumlah kecil unsur C dan N. Bahan nutrisi lain dalam limbah batubara yang diperlukan dalam tanah diantaranya ialah B, P dan unsur-unsur kelumit seperti Cu, Zn, Mn, Mo dan Se.

Limbah batubara sendiri dapat bersifat sangat asam (pH 3-4) tetapi pada umumnya bersifat basa (pH 10-12). Secara fisika limbah batubara tersusun dari partikel berukuran silt yang mempunyai karakteristik kapasitas pengikatan air sedang sampai tinggi ⁽¹⁾

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Resin Poliester (Befungsi sebagai matrik dalam komposit), Limbah batubara (Sebagai penguat atau pengisi dalam komposit), katalis (Sebagai pengeras matrik komposit).

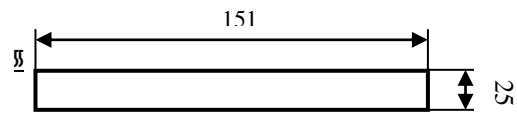
Alat-alat yang digunakan : Universal Testing Machine (UTM), digunakan untuk uji tarik dan uji bending. Alat uji kekerasan Rockwell, digunakan untuk menguji kekerasan benda yang akan diuji. Cetakan, digunakan untuk mencetak benda uji. Pengaduk digunakan untuk mengaduk matrik dan limbah batubara sehingga mempunyai kontribusi yang seragam. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur perbandingan volume campuran antar resin poliester dengan katalis. Amplas, digunakan untuk menghaluskan benda uji. Gergaji, digunakan untuk memotong bahan untuk benda uji, Gerinda untuk membentuk benda uji. Ayakan, digunakan untuk mendapatkan ukuran mesh limbah batubara. Oli, digunakan untuk menjaga agar bahan spesimen tidak lengket pada cetakan.

Prosedur penelitian dilakukan dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu :

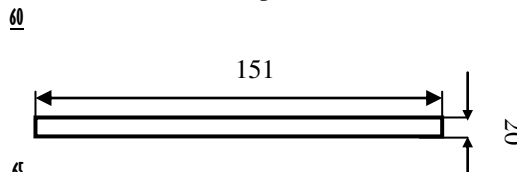
1. Pembuatan cetakan spesimen,
2. Rencana persiapan pencampuran,
3. Pembuatan benda uji dan
4. Pengujian dan analisa.

Cetakan spesimen uji dibuat dengan ukuran standar pengujian, dengan tujuan agar spesimen yang terbentuk dapat langsung diuji, dengan bahan yang digunakan untuk cetakan ini adalah seng.

Cetakan ini dibuat sebanyak 28 cetakan dengan perincian 12 buah untuk uji tarik, 12 buah untuk uji bending dan 4 buah untuk uji kekerasan.



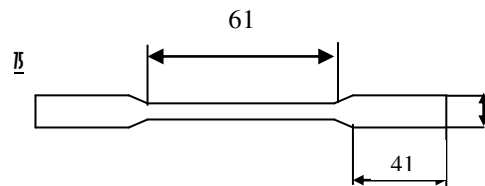
(a).Tampak Atas



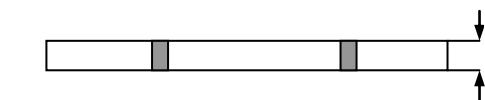
(b). Tampak Depan

Gambar 1. Ilustrasi cetakan spesimen uji bending Standar DIN 50110

Gambar untuk cetakan spesimen benda uji tarik :



(a). Tampak Depan



(b). Tampak samping

Gambar 2. Ilustrasi cetakan spesimen uji tarik Standar DIN 50106

Persiapan Pencampuran

1. Persiapan Matrik :

Campuran untuk pembuatan benda uji dilakukan dengan mencampurkan resin poliester dan pengeras dengan komposisi perbandingan 50 : 1.

2. Persiapan Penguat (limbah batubara)

Limbah batubara dihancurkan dengan penggiling dan diayak pada ukuran 0,13 - 0,30 mm (50-75 mesh)

Pembuatan benda uji

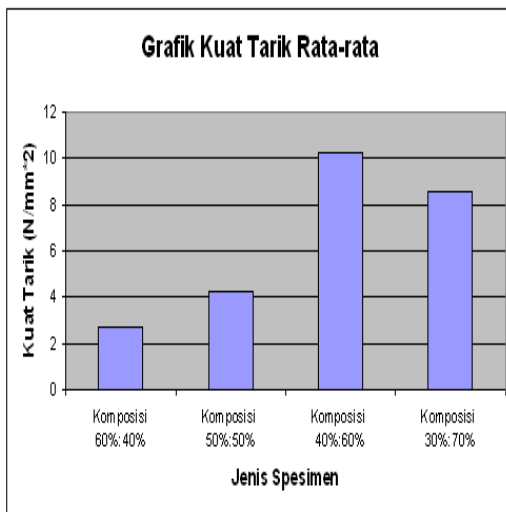
Limbah batubara dan resin poliester diukur perbandingan volumenya. Perbandingan

volume campuran antara limbah batubara dan resin poliester dibedakan menjadi 4, yaitu : 60 % : 40 %, 50 % : 50 %, 40 % : 60 %, 30 % : 70 %.

5

HASIL DAN ANALISA

1. Hasil Uji Tarik



10

Gambar 3. Grafik hubungan antara kekuatan tarik rata-rata

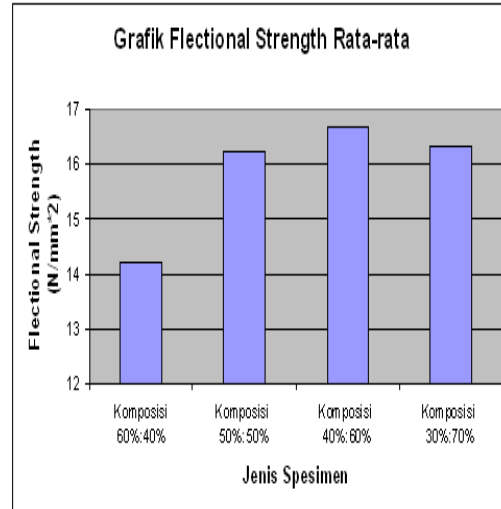
Pada grafik terlihat kekuatan tarik tertinggi terjadi pada komposisi Batubara : Resin adalah pada komposisi 40 % : 60 %, dengan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 10,27 N/mm², sedangkan kekuatan tarik terendah pada komposisi 60 % : 40 % dengan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 2,75 N/mm².

Kekuatan tarik terbesar terjadi pada komposisi 40 % : 60 % dikarenakan campuran molekul antara resin dan limbah batubara sangat baik, disebabkan kerapatan pengikat saling mendukung.

Berbeda dengan komposisi 60 % : 40% kekuatan tarik sangat rendah dikarenakan ikatan molekul sangat kurang karena tidak cukupnya resin untuk mengikat limbah batubara menjadi bahan komposit.

35

2. Hasil Uji Bending



Gambar 4. Grafik hubungan antara *Flectional Strength* rata-rata dengan komposisi material komposit Batubara : Resin

40

Pada grafik terlihat kecenderungan nilai terbesar sama seperti pada hasil uji tarik yaitu nilai *flectional strength* terbesar terjadi pada komposisi Batubara :

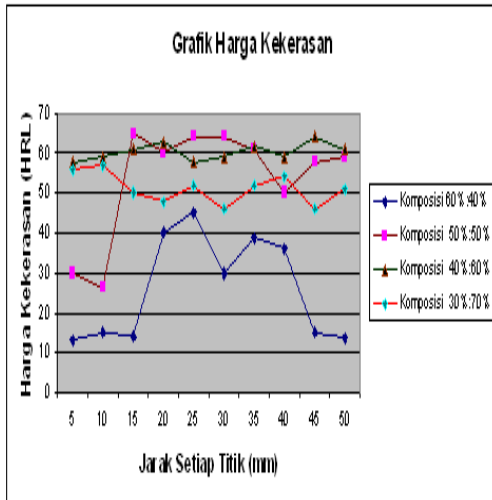
Resin pada perbandingan 40 % : 60 %. Pada hasil *flectional strength* hasil yang didapatkan relatif seragam terutama pada 3 komposisi yang berbeda. Hal ini dikarenakan pada ketiga komposisi tersebut daya ikat resin terhadap limbah batu bara sebagai filler sudah terjadi ikatan yang cukup kuat dan hasil maksimum tetap didapatkan pada komposisi 40 % : 60 %.

Pada komposisi berikutnya hasilnya cenderung turun, hal ini membuktikan peranan limbah batubara sebagai filler bahan komposit mempengaruhi kekuatan bending maupun kekuatan tarik bahan komposit yang dihasilkan.

65

70

3. Hasil Uji Kekerasan



Gambar 5. Grafik hubungan antara Harga Kekerasan dengan Jarak Material Komposit

Pada grafik hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan perbandingan jarak tiap titik, terlihat komposisi limbah batubara :

Resin pada perbandingan 40 % : 60 % mempunyai nilai kekerasan terbesar dengan nilai rata-rata sebesar 60,4 HRL.

Harga nilai kekerasan pada komposisi 40 % : 60 % terlihat juga relatif lebih konstan dibandingkan komposisi lainnya. Hal ini dapat dikarenakan jumlah resin sudah mencapai optimal untuk mengikat filler limbah batubara, sehingga harga kekerasan yang didapatkan merupakan harga gabungan dari bahan baru yang dihasilkan yaitu bahan komposit, yang terbentuk dari pencampuran resin poliester tak jenuh dengan limbah batubara.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap material komposit dengan paduan antara powder limbah batubara-resin, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada semua pengujian mekanik yang dilakukan kekuatan terbaik yang didapatkan terjadi pada perbandingan komposisi limbah batubara : Resin pada perbandingan 40 % : 60 %.
2. Kekuatan tarik rata-rata terbesar terjadi pada komposisi Batubara : resin adalah pada perbandingan 40 % : 60 % yaitu sebesar 10,27 N/mm², sedangkan kekuatan tarik terkecil pada komposisi 60 % : 40 % sebesar 2,75 N/mm².
3. Kekuatan bending (*flectional strength*) rata-rata terbesar pada komposisi 40 % : 60 % sebesar 16,67 N/mm².
4. Harga kekerasan rata-rata terbaik dan terbesar pada komposisi 40 % : 60 % sebesar 60,4 HRL.
5. Komposisi antara powder limbah batubara resin sangat mempengaruhi kekuatan mekanik material komposit, pada komposisi 40 % : 60 % antar penguat dan pengikat saling mendukung untuk membentuk kekuatan mekanik yang baik pada material komposit powder limbah batubara-resin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Husin, Andriati Amir, M.Si. 2005, Pemnafaatan Limbah Untuk Bahan Bangunan, Jakarta
- [2]. Feldman Dorel, Hartomo A.J. 1995."Bahan Polimer Konstruksi Bangunan". PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [3]. Gibson, Ronald F. 1994. " *Principle of Composite Material Mechanics*". Mc Graw Hill. Singapore.
- [4]. Groover, Mikell P. 1996." *Fundamental of Modern Manufacturing Materials Process and System*". Prentice Hall. New Jersey
- [5]. Gurdal,dkk. 1996." *Design and Optimization of Laminated Composite Material*". Jhon Wiley & Sons inc. New York.
- [6]. Hyer M.W. 1997." *Stress Analysis of Fibre Reinforced Composite Material*". Mc Graw Hill. New York.

- [7]. M. Badaruddin, 2004."Modul Penuntun
Praktikum Pengujian Mekanik Logam"
Universitas Lampung. Bandar Lampung. 30
- [8]. Sudia, dkk, 1992."Pengetahuan Bahan
Teknik".Cet 2. Pradnya Paramita
Jakarta. 35

40

45

50

55

60

65

70