

Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Marmer Statuari Terhadap Sifat Mekanik Komposit Partikel Marmer Statuari

I Gede Mahayatra¹⁾, Harnowo S.²⁾ dan Shirley Savetlana²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

Email : made.raif63@gmail.com , harnowo@unila.ac.id, shirley@unila.ac.id

Abstract

Manufacture a composite material with a matrix resin epoxy and marble statuary powder as filler is one industry-utilization of waste. Mechanical properties of the composite material is influenced by the particle size of the particles. variations in particle size would form different mechanical properties. This research was conducted to investigate the effect variations in particle size on the mechanical properties of the composite particles.

In this research variation in particle size marble statuary used is 60 mesh, 100 mesh, 140 mesh and 200 mesh. Resin used is epoxy resin, and composition of the volume ratio between the matrix and the particles used in research was 80%: 20%. The method is used in the manufacture of composite hand lay-up method. Tests performed in this research is XRD testing on solid marble, bending strength, hardness, and SEM.

XRD results obtained from the testing phase identified in the marble statuary are Ca_2O_3Si , $CaCo_3$, CaO , SiO_2 , MgO , $MgCO_3$, and SiC . Hardness value of composite particles of marble is 22.3 to 48.33 HB, and flexural strength values of composite particles of marble statuary is from 13.89 to 38.89 N/mm². Particle size is good for filler in the composite is 140 mesh particles. Marble composite particles 140 mesh particle size has a flexural strength and hardness highest, because SEM photograph composite of 140 mesh particle distribution in the matrix evenly, and there is a good bond between the matrix and particles of marble statuary.

Keywords: *Marble statuary, composite, particle size marble, epoxy, the mechanical properties*

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanfaatan batu marmer di Indonesia mempunyai prospek yang cerah dan dapat mendukung program pemerintah dalam kebijaksanaan peningkatan ekspor nonmigas. Indonesia memiliki kekayaan alam yang sangat menunjang dalam pengembangan industri marmer, baik dari segi kualitas maupun jumlah cadangan yang dapat dimanfaatkan sampai ratusan tahun. [Direktorat Pengembangan Potensi Daerah BKPM, 2012]

Perkembangan industri yang mengolah batu marmer, mengakibatkan semakin meningkatnya jumlah limbah buangan marmer baik berupa butiran, serpihan maupun bentuk potongan. Salah satu pemanfaatan limbah itu

dengan membuatnya menjadi komposit.

Pembuatan material komposit dengan menggunakan matriks resin epoksi dan serbuk marmer sebagai penguat akan menghasilkan material komposit dengan sifat-sifat mekanik tertentu. Sifat mekanik material komposit salah satunya dipengaruhi oleh ukuran partikel penguat, variasi ukuran partikel akan membentuk sifat mekanik yang berbeda. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran partikel marmer terhadap sifat mekanik komposit partikel marmer.

B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran partikel marmer terhadap sifat mekanik komposit partikel marmer.
2. Mendapatkan ukuran partikel terbaik komposit partikel marmer.

LANDASAN TEORI

A. Batu Marmer

Marmer adalah batuan kristalin yang berasal dari batuan gamping. Marmer yang murni berwarna putih dan terutama di susun oleh mineral kalsit. Sifat mekanik yang dimiliki batu marmer adalah seperti pada tabel berikut [Rina Pritria, 2008]

Tabel 1. Sifat mekanik marmer

Sifat Fisis	Nilai
Kerapatan, (g / cm ³)	2,71
Kekerasan, SM (Skala Mosh)	4,32
Kuat tekan, (x 10 ⁵ N/m ²)	880,63
Kuat tarik, (x 10 ⁵ N/m ²)	57,76

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Priyo Subekti di PT Sucofindo Jakarta menyebutkan bahwa komposisi yang terkandung dalam limbah marmer adalah senyawa CaO dengan kadar 52.69% , CaCO₃, 41.92% , MgO 0.84% , MgCO₃ 1.76% , SiO₂ 1.62% , Al₂O₃ + Fe₂O₃ 0.37% dari hasil ini terlihat komposisi utama limbah marmer adalah zat kapur (Ca). [Sri Utami, 2010]

B. Komposit Partikel

Komposit partikel merupakan komposit yang mengandung bahan penguat berbentuk partikel atau serbuk. [Andri Sulian, 2008]

Sifat-sifat komposit partikel dipengaruhi beberapa factor yaitu ukuran dan bentuk partikel, bahan partikel, rasio perbandingan antara partikel, dan jenis matrik.

Keunggulan komposit polimer yang menggunakan partikel antara lain dapat meningkatkan sifat fisis material seperti kekuatan mekanis, dan modulus elastisitas, serta kekuatan komposit lebih homogen (merata).

METODELOGI PENELITIAN

A. Bahan Yang Digunakan

Untuk menentukan variasi ukuran partikel digunakan ayakan berukuran 60 mesh, 100 mesh, 140 mesh dan 200 mesh

Timbangan digital digunakan untuk menimbang masa partikel marmer yang digunakan.

Resin epoxy yang berfungsi sebagai matriks dalam komposit, dan *hardener* digunakan untuk mempercepat proses pengerasan komposit.

Waks sebagai bahan pencegah melekatnya komposit pada cetakan.

B. Prosedur Penelitian

Cetakan dibuat dari kaca sebanyak empat buah berukuran 130 mm x 125 mm x 15 mm.

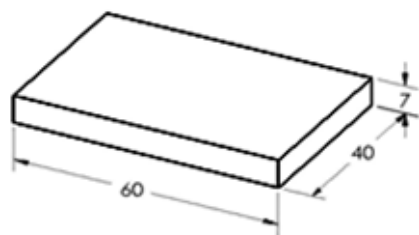
Partikel marmer diayak menggunakan ayakan 60 mesh, 100 mesh, 140 mesh, dan 200 mesh untuk memperoleh variasi ukuran partikel. Matrix dan partikel marmer dicampur dengan komposisi dengan vraksi volume 80:20 yang kemudian dituangkan dalam cetakan kaca.

Untuk keperluan pengujian komposit dipotong-potong sesuai dengan ukuran standar. Untuk spesimen uji bending dibuat dengan ukuran geometri sesuai standar ASTM D790.



Gambar 1. Dimensi spesimen uji bending standar ASTM D790.

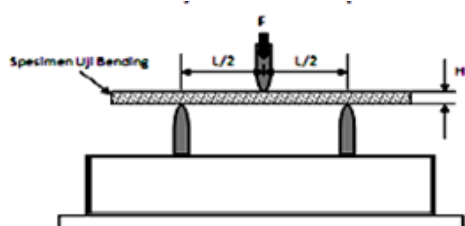
Spesimen kekerasan dibuat dengan ukuran geometri sesuai standar kekerasan ASTM D 785.



Gambar 2. Dimensi spesimen uji kekerasan standar ASTM D 785.

Pengujian XRD dilakukan untuk mengetahui fase yang terbentuk pada batu marmer.

Skema pengujian bending adalah seperti gambar berikut



Gambar 3. Skema pengujian bending.

Spesimen diberi beban statis hingga komposit patah. Dari hasil pengujian diperoleh beban maksimum yang mampu diterima specimen uji.

Pada pengujian kekerasan ini spesimen diuji kekerasannya menggunakan metode kekerasan brinell, dengan tiga kali pengulangan pada setiap variasi ukuran partikel.

Pada penelitian ini pengujian SEM dilakukan pada patahan pada ujian bending dan cekungan jejak indentor pada specimen hasil pengujian kekerasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

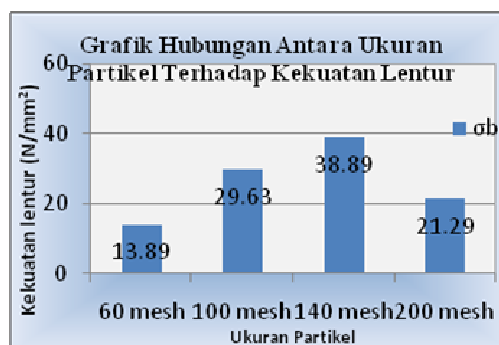
A. Pengujian Bending

Hasil pengukuran bending pada komposit partikel marmer dapat dilihat pada table 2 dan gambar 4.

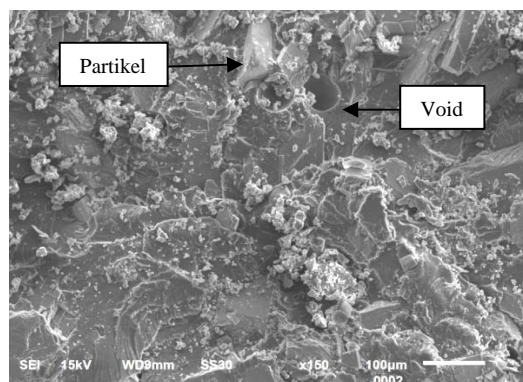
Tabel 2. Data hasil Pengujian bending komposit partikel marmer.

Ukuran partikel (mesh)	Kekuatan Lentur (N/mm ²)			Rata-rata
	1	2	3	
60	13,89	13,89	13,89	13,89
100	27,78	33,33	27,78	29,63
140	38,89	38,89	38,89	38,89
200	19,44	25,00	19,44	21,29

Kekuatan lentur komposit marmer adalah 13,89 N/mm² sampai 38,89 N/mm². Nilai kekuatan lentur komposit partikel marmer meningkat dari nilai kekuatan lentur komposit partikel 60 mesh hingga mencapai nilai maksimum pada komposit partikel 140 mesh yaitu sebesar 38,89 N/mm²



Gambar 4. Diagram Hubungan Antara Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kekuatan bending Komposit Marmer



Gambar 5. Foto SEM permukaan patahan hasil pengujian bending

B. Pengujian Kekerasan

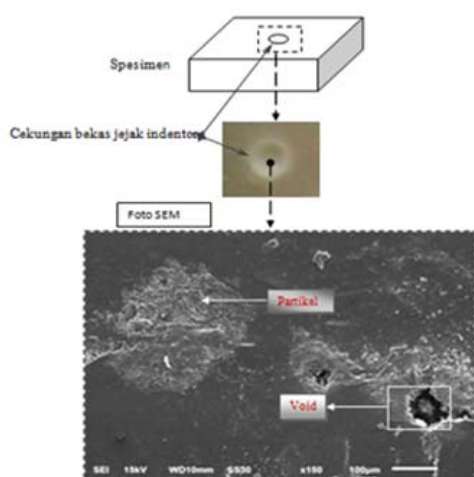
Hasil pengukuran kekerasan (HB) pada komposit partikel marmer statuari dapat dilihat pada table 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Data Kekerasan *Brinell* komposit partikel marmer 140 mesh.

Spesimen	D (mm)	d (mm)	BHN (Kg/mm ²)
Spesimen 1	10	4,93	49
Spesimen 2	10	4,99	48
Spesimen 3	10	4,99	48
Rata-Rata :			48,33 (Kg/mm²)

Kekerasan komposit partikel marmer 140 mesh adalah 48,33 HB. Nilai kekerasan komposit lebih rendah dari nilai kekerasan marmer padat yaitu 76,87 HB. Hal tersebut dikarenakan pengaruh penambahan resin epoksi yang bersifat ulet sehingga nilai kekerasan komposit lebih kecil dari kekerasan marmer padat, namun penambahan resin epoksi member nilai lebih besar pada kekuatan lentur. Kekuatan lentur komposit lebih besar dari pada kekuatan lentur marmer padat.

Dari gambar dapat dilihat terdapat partikel marmer pada permukaan komposit. Hal tersebut menunjukkan bahwa komposit partikel marmer 140 mesh distribusi partikel penguatnya merata.



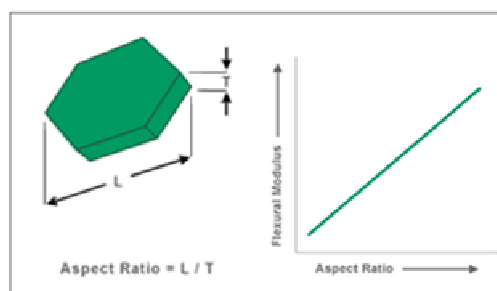
Gambar 6. Foto SEM paada lokasi cekungan bekas jejak pengujian kekerasan pada komposit 140 mesh

C. Identifikasi Fase Pada Marmer

Pada penelitian sampel marmer padat ini fasa yang dominan adalah Calcium Carbonate (CaCO₃) dengan pembanding standard ICDD nomor 05-0586. Hasil pengujian sampel marmer padat fase yang teridentifikasi yaitu Ca₂O₅Si, CaCO₃, CaO, SiO₂, MgO, MgCO₃, dan SiC. Fase yang teridentifikasi hampir sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Priyo Subekti di PT Sucofindo Jakarta komposisi yang terkandung dalam limbah marmer adalah senyawa CaO dengan kadar 52.69%, CaCO₃, 41.92%, MgO 0.84%, MgCO₃ 1.76%, SiO₂ 1.62%, Al₂O₃ + Fe₂O₃ 0.37%.

Unsur SiC dan CaCO₃ merupakan unsur yang sangat keras sedangkan serbuk MgO merupakan jenis zat tambahan yang dicampurkan pada pembuatan CMC (Pratama, 2011).

Kalsium karbonat (CaCO₃) memiliki partikel seperti bola dengan aspek rasio L : T adalah 1:1 (pada gambar 7). Jadi semakin halus partikel kalsium karbonat aspek rasionya cenderung semakin kecil. Aspek rasio juga berpengaruh pada kekuatan lentur. Semakin besar aspek rasio maka semakin besar kekuatan lenturnya (www.specialtyminerals.com)

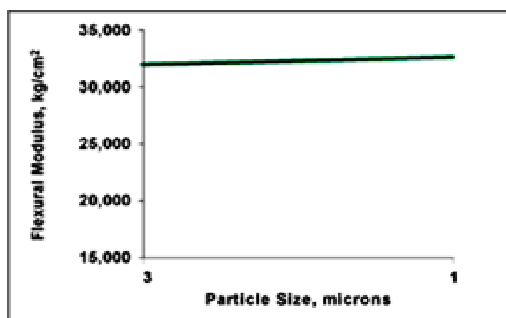


Gambar 7 Pengaruh hubungan aspek rasio terhadap kekuatan lentur

Partikel marmer yang digunakan sebagai penguat morfologi dan aspek rasionya tidak sama, sehingga kemungkinan terjadi pada komposit partikel marmer 200 mesh adalah partikel 200 mesh yang halus mengakibatkan aspek rasio lebih kecil dibandingkan aspek rasio partikel 140 mesh. Hal ini mengakibatkan kekuatan lentur komposit partikel marmer 200 mesh menurun dari nilai kekuatan lentur

komposit partikel marmer dengan ukuran partikel 140 mesh.

Pada kondisi ukuran partikel berukuran sangat kecil, aspek rasio tetap konstan, pengurangan ukuran partikel memberikan pengaruh sangat kecil seperti pada gambar 8.. (www.specialtyminerals.com).



Gambar 8. Pengaruh hubungan aspek rasio terhadap kekuatan lentur pada partikel berukuran kecil

SIMPULAN

Dari data hasil penelitian dan hasil pembahasan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kekerasan (HB) komposit partikel marmer adalah 22,3 HB sampai 48,33 HB, dan nilai kekuatan lentur komposit partikel marmer adalah 13,89 N/mm² sampai 38,89 N/mm²
2. Komposit partikel marmer yang ukuran partikelnya 140 mesh memiliki kekuatan lentur dan kekerasan paling tinggi yaitu 38,89 N/mm² dan 48,33 HB karena ukuran partikel yang halus dan distribusi partikel yang merata.
3. Ukuran partikel terbaik untuk penguat pada komposit adalah partikel 140 mesh, karena partikel 140 mesh yang halus maka ikatan antara matrik dan partikel lebih baik.
4. Pada komposit partikel 200 mesh kekuatan lentur komposit menurun karena ketika ukuran partikel tidak memberi pengaruh besar maka aspek rasio partikel marmer yang kecil menyebabkan kekuatan bending komposit menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim^c.2012. <http://regionalinvestment.bkpm.go.id>. Diakses 14 Mei 2012.
- [2] Anonim^c.2012. www.specialtyminerals.com. Diakses 12 November 2012
- [3] Anonim^c.2012. www.specialtyminerals.com. Diakses 12 November 2012
- [4] Budiarto dkk. 2004. *Optimasi Ukuran Partikel dan Komposisi Dalam Pembuatan Tegel Komposit artikulat Granit*, Puslibang Iptek Bahan (P3IB)–BATAN.
- [5] Pratama, 2011. *Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem Dengan Penguat Fly Ash Batubara*, Universitas Hasanudin, Makasar.
- [6] Pritria Rina, 2008. *Uji Sifat Mekanik dan Listrik Komposit Partikel Marmer Kalsit*, IPB
- [7] Sulian Andri, 2008. *Pengaruh Komposisi Matrik-Partikel dan Jenis Resin Terhadap Sifat Mekanik Komposit Yang Diperkuat Serbuk Tempurung Kemiri*. UNILA.
- [8] Utami, Sri, 2010. *Pemanfaatan Limbah Marmer untuk Pembuatan Paving Stooone*. Neutron Vol 10.