

STUDI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT POLIMER YANG DIPERKUAT PARTIKEL CLAY

Muhammad Hasbi¹, Aminur², Sahril³

^{1&2} Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari, 93232

³ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari, 93232

E-mail : syahrilmesin@gmail.com

Abstrak

Komposit dihasilkan dari pencampuran dalam sejumlah fase yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu matriks (sebagai pelindung filler) dan filler (sebagai penguat dari matriks). Material komposit polyester yang diperkuat partikel clay telah dikembangkan dalam penggunaan dibidang kontruksi seperti genteng. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi dan putaran pengaduk clay dan resin polyester terhadap kekerasan dan tegangan bending untuk aplikasi genteng. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material dan Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo. Bahan yang digunakan adalah clay sebagai partikel dan resin polyester sebagai penguat. Dalam penelitian ini komposisi resin polyester dan clay yang digunakan adalah 95:5%, 90:10% dan 85:15% sedangkan untuk putaran yang gunakan yaitu 762 Rpm, 944 Rpm dan 1066 Rpm. Pengujian spesimen dibuat berdasarkan standar ASTM pengujian kekerasan dan tegangan bending. Hasil pengujian menunjukan bahwa, nilai kekerasan maksimum komposit terdapat pada komposisi 5% clay dengan kecepatan putar 1066 Rpm. Sedangkan untuk nilai tegangan bending maksimum terdapat pada komposit komposisi 5% clay dengan kecepatan putar 1066 Rpm.

Kata kunci : Clay, Polyester, Komposit, Kekerasan dan Bending.

Abstract

Composites are produced by mixing in a number of phases that consists of two main parts namely, the matrix (as protective filler) and filler (as a reinforcement of the matrix). Polyester-reinforced composite material clay particles have been developed in the field of construction such as the use of tile. The purpose of this research was to determine the effect of composition and rotation stirrer clay and polyester resin to violence and bending stress for tile applications. This research was conducted in the Laboratory of Materials and Mechanical Technology Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Halu Oleo University. The materials which are used clay particles and polyester resin as an amplifier. In this study the composition of the polyester resin and the clay that is used 95: 5%, 90: 10% and 85: 15% mean while for lap is use i 762 rpm, 944 rpm and 1066 rpm. The test specimen is based on hardness testing standards ASTM and bending stress. The test results addressing that, the maximum hardness values contained in the composite composition of 5% clay at 1066 rpm rotational speed. As for the maximum bending stress values contained in the composite composition of 5% clay at 1066 rpm rotational speed.

Keywords : Composite , Clay, Polyester, Hardness and Bending.

I. PENDAHULUAN

Komposit dihasilkan dari pencampuran dalam sejumlah *fase* yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu matriks (sebagai pelindung *filler*) dan *filler* (sebagai penguat dari matriks). dalam perkembangan teknologi komposit mengalami kemajuan yang sangat pesat di karenakan ke istimewaan sifat yang terbaru dan juga rasio (nisba) kekuatan terhadap berat yang tinggi, kekakuan, ketahanan panas yang tinggi, *korosi* dll.

Penggunaan *clay* dimasa ini juga digunakan sebagai penguat pada material komposit polimer. Penambahan *clay* dalam polimer ini bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik seperti daya tarik, modulus kekakuan dan meningkatkan daya tahan tembus oksigen (Sirousazer *et al.*, 2007).

Material komposit *polyester* berpenguat partikel telah dikembangkan dalam penggunaan bidang konstruksi seperti genteng. Komposit polimer merupakan komponen penting dalam bidang konstruksi, komposit polimer digunakan sebagai penutup atap rumah agar dapat menahan panas sinar matahari dan guyuran air hujan. Polimer komposit yang ada saat ini kebanyakan dibuat dari bahan komposit keramik yang diperkuat tanah liat/lempung (*clay*), namun kelemahan dari komposit ini yaitu mudah pecah, dan berat. Sehingga dibuat komposit *polyester* dengan penguat *clay* resin *polyester* dipilih karena ketahanan kimia dan ringan serta mudah dibentuk.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk mengamati lebih lanjut tentang komposit polimer berpenguat partikel *clay* dengan titik fokus pada kekuatan bending dan kekerasan. Penelitian ini untuk menspesifikasikan fraksi volume dengan variasi putaran yang berbeda terhadap waktu yang sama untuk aplikasi atap (genteng). Selanjutnya, dari latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk mengajukan penelitian sebagai tugas akhir dengan judul: “Studi Sifat Mekanik Komposit Polimer Yang Diperkuat Partikel *Clay*”

II. TINJAUAN PUSTAKA

Jones, dkk (1975) menyebutkan bahwa penemuan bahan komposit merupakan revolusi terbesar dalam dunia ilmu material. Karena bahan komposit telah menunjukkan kelasnya sebagai pesaing bahan konvensional lainnya. Bahan komposit dapat dibuat sehingga mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sama dengan baja, namun lebih ringan hingga 70 %.

Menurut seyawati (2003), penambahan *filler* kedalam matrik dalam pembuatan komposit bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik melalui penyebaran tekanan yang efektif di antara serat dan matrik, disamping mengurangi biaya serta memperbaiki sifat-sifat produk.

Hussain, dkk, (2006). Melakukan penelitian komposit polimer *epoksi* dengan bahan penguat tanah liat OMMT (monomorilite) untuk menghasilkan nanokomposit, *epoksi* yang diperkuat tanah liat menghasilkan kekakuan, kekuatan, dimensi stabil, penyusutan rendah, *clay* dengan skala nanokomposit berinteraksi dengan epoksi pada luas permukaan yang lebih besar dengan aspek rasio (nisba) 30-1000.

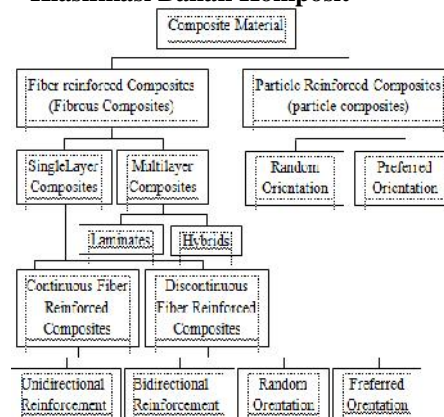
2.2.1 Komposit

Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal. *Composite* berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis. Pada umumnya bentuk dasar suatu bahan komposit adalah tunggal dimana merupakan susunan dari paling tidak terdapat dua unsur yang bekerja bersama untuk menghasilkan sifat-sifat bahan yang berbeda terhadap sifat-sifat unsur bahan penyusunnya. Menurut Handoyo Kus (2008) dalam prakteknya komposit terdiri dari suatu bahan utama (matrik) dan suatu jenis penguatan (*reinforcement*) yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matrik. Penguatan ini biasanya dalam bentuk serat (*fiber*).

2.2.2 Polimer

Polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari unit-unit berulang sederhana. Nama ini diturunkan dari bahasa Yunani *poly*, yang berarti “banyak”, dan *mer*, yang berarti “bagian” (Stevens dan Sopyan, 2001). Polimer merupakan komponen berat molekul tinggi yang dibangun dari sejumlah unit dasar monomer.

2.2.3 Klasifikasi Bahan Komposit



Gambar 2.1 Klasifikasi bahan komposit (Matthews, F.L, 1999. *Composite Material: Engineering and Science*)

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*).

2.2.3.1 Bahan Komposit Partikel

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*). Menurut definisinya partikelnya berbentuk beberapa macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi secara rata-rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrik composites*) (Hadi, 2000).

2.2.3.2 Bahan Komposit Serat

Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuous fiber*) dan serat pendek (*short fiber atau whisker*). Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan dari pada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu *strong* (kuat), *stiff* (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matrik (Schwartz, 1984).

2.2.4 Kelebihan Bahan Komposit

Menurut Hendra (2002), Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan berbanding dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanikal dan fisikal, keupayaan (*reliability*), mudah dalam proses pembentukan dan biaya.

2.3 Clay

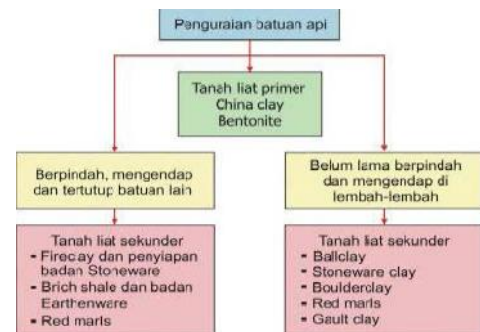
Clay (tanah liat) merupakan bahan plastis yang dapat berubah menjadi keras dan tahan terhadap air setelah mengalami proses pengeringan dan pembakaran. Hampir semua tanah liat yang ada di Indonesia disebut "*lempung*". *Lempung* merupakan produk alam, yaitu hasil pelapukan kulit bumi yang sebagian besar terdiri dari batuan *feldspatik*, berupa batuan granit dan batuan beku.



Gambar 2.2 Clay

Tanah liat dalam ilmu kimia termasuk *Hidrosilikat Alumina*, yang dalam keadaan murni mempunyai rumus Al_2O_3 , $2SiO_2$, $2H_2O$. Satu partikel tanah liat dibuat dari satu molekul *aluminium* (2 atom *Alumina* dan 3 atom *Oksigen*), dua molekul *Silikat* (2 atom *Silika* dan 2 atom *Oksigen*), dan dua molekul Air (2 atom *Hidrogen*

dan 1 atom *Oksigen*). Formula tersebut terdiri dari 39% Oksida *Alumina*, 47% Oksida *Silika*, 14% Air. Secara sederhana asal-usul tanah liat dapat digambarkan seperti gambar berikut ini.



Gambar 2.3 Asal usul tanah liat secara sederhana (Budiyanto dkk., 2008).

Berdasarkan tempat pengendapannya, tanah liat dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu (Budiyanto dkk., 2008) :

2.3.1 Tanah Liat Primer

Yang disebut tanah liat primer (*residu*) adalah jenis tanah liat yang dihasilkan dari pelapukan batuan *feldspatik* oleh tenaga endogen yang tidak berpindah dari batuan induk (batuan asalnya), karena tanah liat tidak berpindah tempat sehingga sifatnya lebih murni dibandingkan dengan tanah liat sekunder.

2.3.2 Tanah Liat Sekunder

Tanah liat sekunder atau *sedimen* (endapan) adalah jenis tanah liat hasil pelapukan batuan *feldspatik* yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen yang menyebabkan butiran-butiran tanah liat lepas dan mengendap pada daerah rendah seperti lembah sungai, tanah rawa, tanah danau.

2.4 Pencampuran (*Blending or Mixing*)

Blending dan *mixing* merupakan istilah yang biasa digunakan dalam proses pembuatan material dengan menggunakan metode serbuk akan tetapi kedua proses tersebut memiliki arti yang berbeda. Menurut standar ISO, *blending* didefinisikan sebagai proses penggilingan suatu material tertentu hingga menjadi serbuk yang merata pada beberapa komposisi nominal. Proses *blending* dilakukan untuk menghasilkan serbuk yang sesuai dengan komposisi dan ukuran yang diinginkan. Sedangkan *mixing* didefinisikan sebagai pencampuran dua atau lebih serbuk yang berbeda (Downson, 1990).

2.5 Genteng

2.5.1 Pengertian Genteng

Genteng adalah unsur bangunan yang dipakai sebagai penutup atap. Tanah liat adalah bahan mentah dari genteng dimana tanah liat itu dibakar (genteng keramik) atau dengan cara lain

misalnya, dari campuran semen *Portland*, pasir, dan air yang dicetak dan sesudah itu dibiarkan mengeras. Genteng merupakan salah satu bahan bangunan yang sangat penting karena digunakan sebagai penutup atap untuk menghindari hujan dan panasnya sinar matahari. Bahan bangunan ini mudah didapat di toko-toko dan industri genteng.



Gambar 2.5 Genteng

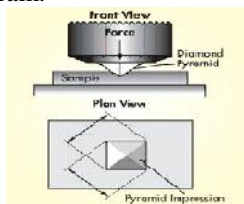
2.5.2 Bahan Baku

Bahan baku adalah bahan yang digunakan sebagai bahan utama dalam produk untuk menghasilkan barang jadi (Bale, 1981). Tanah itulah yang disebut bahan baku sebagai contoh yaitu tanah menjadi batuan (setelah tanah di cangkul kemudian diolah oleh mesin molen keluar sudah berupa tanah yang berbentuk kotak atau kueh). Bahan baku yang terpenting dalam pembuatan genteng adalah tanah. Tanah adalah suatu benda alami heterogen yang terdiri atas komponen-komponen padat, cair, dan gas, dan mempunyai sifat serta perilaku yang dinamik (Arsyad, 1989).

2.6 Pengujian Sifat Mekanik

2.6.1 Pengujian Kekerasan.

Pengujian kekerasan dengan metode *vickers* bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam yaitu daya tahan material terhadap indentor intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramid. Beban yang di kenakan juga lebih kecil dibandingkan dengan pengujian *rockwell* dan *brinnel* yaitu antara 1 sampai 1000 gram.



Gambar 2.6 Alat Pengujian Kekerasan *Vickers*

Pengujian *vickers* dilakukan sebanyak 3 titik untuk masing-masing spesimen. Besarnya beban yang digunakan adalah 0,5 kg. Mesin uji kekerasan yang digunakan adalah *Tester* pengujian *vickers* dengan memangkan indikator jenis *vickers* yang berbentuk piramid dengan sudut kemiringan 136°. Nilai kekerasan di hitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$HV = 1.584 \frac{F}{d^2} \quad [1]$$

Dimana :

HV = hardness *vickers* (kg/mm²)
F = beban (kg)

d² = diagonal (mm).

2.6.2 Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan dengan cara memberikan beban lentur secara perlahan-lahan sampai spesimen mencapai titik patah. Pada perlakuan uji bending bagian atas spesimen mengalami penekanan dan dibagian bawah mengalami proses tarik sehingga akibatnya spesimen mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Spesimen uji dibuat sesuai standar ASTM D709-02. Untuk menghitung tegangan bending dapat digunakan persamaan berikut :



Gambar 2.7 Alat Pengujian Bending

$$\sigma_b = \frac{3.F.L}{2.b.h^2} \quad [2]$$

Dimana :

b = tegangan bending (N/mm²)
L = panjang span (mm)
b = lebar spesimen (mm)
h² = tebal spesimen (mm)

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material dan Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo. Dalam penelitian ini komposisi resin *polyester* dan *clay* yang digunakan adalah 95:5%, 90:10% dan 85:15% sedangkan untuk putaran yang digunakan yaitu 762 Rpm, 944 Rpm dan 1066 Rpm. Bahan yang digunakan adalah *clay* sebagai partikel dan resin *polyester* sebagai penguat. Dalam pembuatan spesimen uji kekerasan, komposisi *clay* yang digunakan adalah 5%, 10% dan 15% sedangkan untuk putaran adalah 762 Rpm, 944 Rpm dan 1066 Rpm. Kemudian setelah *clay* dan resin *polyester* sudah sesuai dengan komposisi maka bahan tersebut disatukan dan diaduk selama 30 menit lalu ditambahkan *hardener* dan diaduk kembali selama 10 menit. Setelah campuran tersebut diaduk, dituangkan ke dalam cetakan yang terbuat dari kaca dan dibiarkan sampai mengeras. Komposit yang telah mengeras kemudian dibentuk sesuai dengan alat uji kekerasan dan tegangan bending.

3.3.5 Prosedur Pengambilan Data

Adapun teknik pengambilan data dalam penelitian studi kekuatan impact dan kekerasan komposit polimer berpenguat *filler* serbuk *clay* (tanah liat) adalah setelah dilakukan proses pencampuran dan pencetakan spesimen. Kemudian dilakukan pengujian kekerasan dan uji bending, data

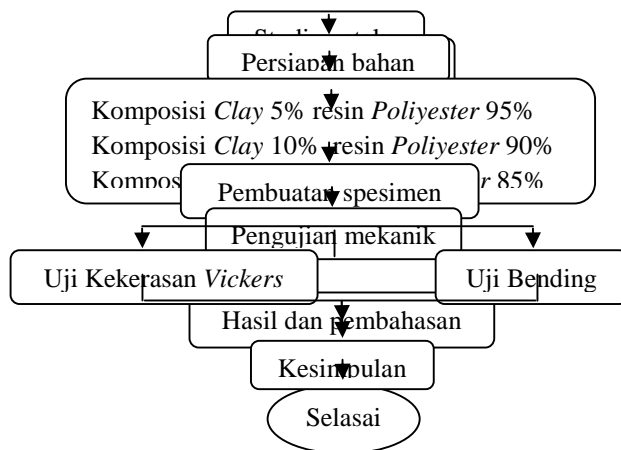
pengujian dicatat selanjutnya diolah dalam bentuk perhitungan kemudian dirata-ratakan, tabel dan grafik untuk dianalisa.

Tabel 3.1 Variasi Spesimen Uji

No	Putaran (Rpm)	Komposisi (%)		Jenis Pengujian	Jumlah Spesimen
		Resin	Clay		
1	762	95	5	Kekerasan	3
				Bending	3
		90	10	Kekerasan	3
	Bending			3	
	85	15	Kekerasan	3	
			Bending	3	
Bending			3		
2	944	95	5	Kekerasan	3
				Bending	3
		90	10	Kekerasan	3
	Bending			3	
	85	15	Kekerasan	3	
			Bending	3	
Bending			3		
3	1066	95	5	Kekerasan	3
				Bending	3
		90	10	Kekerasan	3
	Bending			3	
	85	15	Kekerasan	3	
			Bending	3	
Bending			3		

3.3.6 Diagram Alir

Diagram alir ini merupakan gambaran jalannya suatu program atau proses awal hingga akhir suatu kegiatan.

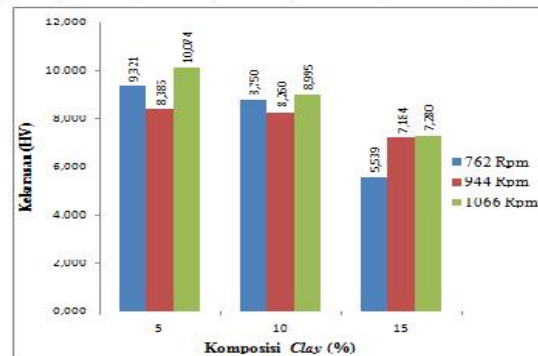


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kekerasan Vickers Komposit

Tabel 4.1 Data hasil pengujian kekerasan komposit clay.

No.	Komposisi (%)		Putaran (Rpm)			Satuan
	Resin	Clay	762	944	1066	
1	95	5	9,321	8,385	10,074	Kg/mm ²
2	90	10	8,750	8,260	8,995	Kg/mm ²
3	85	15	5,539	7,184	7,280	Kg/mm ²



Gambar 4.3. Grafik hubungan antara Kekerasan dengan komposisi terhadap putaran

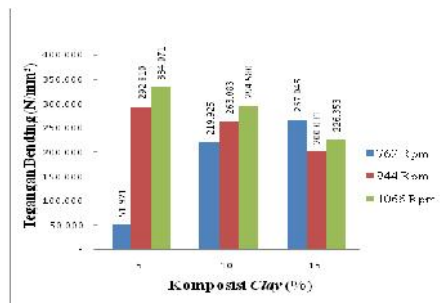
Pada Grafik 4.3 Grafik diatas menunjukkan bahwa nilai kekerasan maksimum suatu material terdapat pada komposisi 5 % partikel clay dan putaran 1066 Rpm dengan nilai 10.074 Kg/mm². Hal ini dikarenakan pada komposisi 5 % partikel clay proses curing yang terjadi lebih cepat sehingga partikel clay tersebar merata keseluruh bagian resin akibat pencampuran partikel yang terdistribusi merata menyebabkan keras. Sedangkan untuk penambahan 10 % sampai 15 % partikel clay nilai kekerasan cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena proses curing lebih lambat/lama sehingga partikel clay tidak menyebar dengan rata disegala sisi dan hanya terdapat di bagian bawah bahan saja sehingga bahan tersebut kurang baik. Hal ini dapat terjadi karena massa jenis partikel clay lebih tinggi dibandingkan dengan massa jenis resin poliyester.

4.2 Pengujian Bending Komposit

Adapun tabel hasil pengujian bending adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data hasil pengujian bending komposit clay

NO.	Komposisi (%)		Putaran (Rpm)			Satuan
	Resin	Clay	762	944	1066	
1	95	5	51.921	292.810	334.071	N/mm ²
2	90	10	219.925	263.083	294.580	N/mm ²
3	85	15	267.045	200.031	226.353	N/mm ²



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara tegangan bending dan komposisi terhadap putaran.

Grafik 4.5 Menunjukkan persentase komposisi partikel *clay* dan kecepatan putar pengaduk mempengaruhi tegangan bending suatu material. Untuk tegangan bending maksimum di peroleh pada komposisi 5 % partikel *clay* dengan kecepatan putar 1066 Rpm. Kekuatan bending meningkat seiring dengan penambahan komposisi partikel *clay*, hal ini menunjukkan bahwa penambahan partikel *clay* pada putaran 762 Rpm dapat memperbaiki dan meningkatkan sifat mekanik dari suatu komposit. Sedangkan pada putaran 944 Rpm dan 1066 Rpm penambahan komposisi 10 % sampai 15 % dapat menurunkan tegangan bending komposit partikel *clay*. Hal ini menandakan bahwa matriks sudah melewati batas maksimum dalam penambahan partikel *clay* sehingga campuran tersebut kurang homogen. Budiarto dkk. (2004) menyimpulkan bahwa tingkat kehomogenan yang rendah dari campuran dapat menyebabkan menurunnya nilai tegangan bending material.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat di simpulkan yaitu , Komposit polimer yang diperkuat partikel *clay* menunjukkan nilai kekerasan menurun seiring dengan penambahan jumlah komposisi *clay*, dimana nilai maksimum kekerasan suatu material terdapat pada komposisi 5% *clay* dan putaran 1066 Rpm dengan nilai 10.074 Kg/mm² sedangkan untuk nilai terendah terdapat pada komposisi 15% *clay* dan putaran 762 Rpm dengan nilai 5.539 Kg/mm². Untuk tegangan bending, nilai maksimum di peroleh pada putaran 1066 Rpm dan komposisi 5 % *clay* dengan nilai 334.071 N/mm² sedangkan untuk nilai terendah terdapat pada putaran 762 Rpm dan komposisi 5% *clay* dengan nilai 51.921 N/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB
- Budiyanto W.G, Sugihartono, Sulistya R, Prasudi F dan Yanto T.E, 2008, Kriya Keramik untuk Sekolah Menengah Kejuruan Jilid 1, Direktorat Pembinaan Sekolah

Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar & Menengah Departemen Pendidikan Nasional.

- Budiarto, Parikin, dan Dani, M., 2004, Optimasi Ukuran Partikel dan Komposisi dalam Pembuatan Tegel Komposit Partikulat Granit, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **6:1**, 53-58
- Downson, G., 1990, *Powder Metallurgy The Processing and its Product*, Series Edition: John Wood, Adam Higler Imprint by IOP Publishing Ltd, Tecno House, Reddiffe Way, Bristol BS1 6NX, England
- Hadi, B.K., 2000. *Mekanika Struktur Komposit*. Direktorat P3M Dirjendikti Depnas, Jakarta.
- Hussain, F., Hojjati, M., Okamoto, M dan Gorga, R. E., 2006, "Review article : Polymer-Matrix Nanocomposites, Processing, Manufacturing, and Application : An Overview", *Journal of Composite Materials*, Vol. 40, No. 17.
- Jones, Robert M, *Mecahnical Of Composite Material*, Mc.Graw-Hill KOGA KUSHA, LTD, Tokyo, 1975.
- Matthews., F.L. & Rawling, R.D. (1994). *Composite Material Engineering Science Technology and Medicine*. London.