Jurnal Sains Materi Indonesia
Indonesian Journal of Materials Science

Edisi Khusus Oktober 2007, hal : 170 - 173
ISSN : 1411-1098

Akreditasi LIPI Nomor : 536/D/2007
Tanggal 26 Juni 2007

PENGARUH PENAMBAHAN *COUPLING AGENT* 3-*AMINO PROPYLTRIETHOXYSILANE* TERHADAP SIFAT MEKANIK MAGNET KOMPOSIT HEKSAFERIT BERBASIS POLIESTER

Sugik S.[1], Sudirman, Aloma K.K. [1], Indra G.[1], Ari Handayani[1] dan Anik S.[2]
[1]Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN)-BATAN
Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang
[2]Pusat Aplikasi TeknologiIsotop dan Radiasi (PATIR)-BATAN
Jl. Raya Cinere Pasar Jumat, Jakarta 12070

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN *COUPLING AGENT* 3-*AMINO PROPYLTRIETHOXYSILANE* TERHADAP SIFAT MEKANIK MAGNET KOMPOSIT HEKSAFERIT BERBASIS POLIESTER. Telah dipelajari pengaruh penambahan c*oupling agent* terhadap sifat mekanik magnet komposit heksaferit berbasis poliester. Pada serbuk bahan magnet heksaferit dari jenis Sr dan Ba dalam jumlah tertentu ditambahkan 5 mL dan 10 mL bahan *coupling agent* jenis 3-*APE* (3-*Aminopropyltriethoxysilane)* dan dilakukan pengadukan. Kemudian ditambahkan pula poliester dengan perbandingan volum tertentu yaitu 40 %, 50 %, dan 60 %. Bahan campuran tersebut diaduk sampai merata kemudian dilakukan *hot press* dan *cold press*. Hasil magnet komposit tersebut dilakukan karakterisasi berupa pengujian kekerasan, *tensile strength* dan strukturmikro pada permukaan bahan magnet komposit. Distribusi partikel dan kompatibilitas bahan magnet ke dalam poliester dipengaruhi oleh jumlah penambahan *coupling agent* pada bahan magnetnya. Sifat mekanik dari pengaruh penambahan *coupling agent* sampai dengan jumlah 10 mL dapat meningkatkan sifat mekanik rata-rata yaitu *tensile strength* dan kekerasan dari bahan magnet komposit tersebut.

Kata kunci : 3-*Aminopropyltriethoxysilane*, Poliester, Magnet komposit heksaferit

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF THE COUPLING AGENT 3-AMINO PROPYLTRIETHOXYSILANE ADDITION ON MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE HEXAFERRITE MAGNETIC BASE ON POLYESTER. The influence of the coupling agent addition have been studied on mechanical properties of composite magnetic base on polyester. The grain of heksaferrit magnetic materials from a Barium (Ba) and Strontium (Sr) type has added amount 5 and 10 mL coupling agent a 3-Aminopropyltriethoxysilane type than it was stirrered. Those compound was added with polyester on proportion 40 , 50 and 60 percent volume. It compound were mixed until homogen than it will pressed on hot and cold press system. The product of composite magnetic was characterized mechanical properties e.g. elongation to break and hardness so microstructure. The particulate distribution and compatibilization of composite magnetic was influenced amount of coupling agent adding. This can be influence to mechanical properties and it maked a rise on elongation to break and hardness for magnetic composite material.

Key words : 3-Aminopropyltriethoxysilane, Polyester, Composite hexaferrite magnetic

PENDAHULUAN

Pemakaian magnet komposit banyak dijumpai untuk berbagai jenis keperluan baik dalam industri, mainan anak maupun peralatan rumah tangga, sehingga perlu adanya pengembangan bahan magnet komposit yang memiliki sifat-sifat diinginkan diantaranya sifat kelenturan, tipis dan tidak memerlukan karakteristik magnet yang tinggi seperti untuk pelapis pintu almari pendingin serta mainan anak anak [1-3].

Pada penelitian ini poliester dibuat sebagai matriks komposit yang dicampurkan dengan bahan magnet serbuk heksaferit dalam berbagai jenis komposisi yang divariasikan menggunakan fraksi volume tertentu. Tujuan penambahan matriks poliester untuk menjadikan bahan magnet tersebut memiliki sifat yang fleksibel sehingga mudah dibentuk pada pemanfaatannya. Agar bahan magnet komposit tersebut dapat saling berikatan

secara sempurna dengan poliester maka perlu ditambahkan *coupling agent* [3-6].

Coupling agent merupakan *chemical bridge* yaitu suatu substansi kimia yang dapat bereaksi diantara kedua bahan sehingga berfungsi menjembatani antara sebuk magnet dengan poliester untuk membentuk suatu ikatan yang kuat pada antar permukaan kedua bahan tersebut [5-10].

Pada penelitian ini digunakan *coupling agent* jenis 3-*APE* (3-*Aminopropyltriethoxysilane)* karena dapat membentuk ikatan yang stabil pada dua fasa yaitu serbuk magnet dan poliester sehingga menghasilkan kekuatan tarik polimer matriks komposit yang besar serta dapat tahan lama [7,8,10].

Penambahan *couling agent* 3-APE tersebut diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik yaitu kekuatan tarik (*tensile strength*) dan kekerasan bahan magnet komposit tersebut tanpa mengurangi sifat kemagnetannya [7, 8 - 15].

Karakterisasi yang dilakukan terhadap sifat mekanik dari hasil pembuatan bahan magnet komposit tersebut diantaranya adalah pengujian kekerasan, kekuatan tarik dan strukturmikro pada permukaan bahan magnet komposit.

METODE PERCOBAAN

Pembuatan magnet komposit dilakukan dengan cara mencampurkan serbuk heksaferit ($BaO.6Fe_2O_3$ dan $SrO\ 6Fe_2O_3$) dengan *coupling agent* 3-*APE* (3-*Aminopropyltriethoxysilane*) sebanyak 5 mL dan 10 mL kemudian dikeringkan. Selanjutnya bahan tersebut dicampur poliester dengan perbandingan 40 %volume, 50 %volume dan 60 %volume, serbuk diaduk hingga merata. Hasil campuran tersebut kemudian dibuat bentuk lembaran dengan ketebalan kurang lebih 0,2 cm dengan cara ditekan menggunakan alat *Hot press* pada suhu 70 ^oC pada tekanan 150 kg/cm^2 selama 30 menit.

Hasilnya dilakukan penekanan menggunakan *Cold press* pada tekanan 5 kg/cm^2 selama 5 menit, selanjutnya hasil magnet komposit tersebut dikarakterisasi diantaranya dengan pengujian kekerasan, kekuatan tarik dan strukturmikro pada permukaan bahan magnet komposit. Pengujian kekerasan menggunakan alat *Vickers hardness*, pengujian kekutatan tarik (*elongation at break*) menggunakan Toyosaiki dan pengujian strukturmikro atau morfologi pada permukaan bahan magnet komposit menggunakan *SEM* (*Scanning Electron Microscope*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk meningkatkan kemampuan polimer agar mampu terdistribusi secara merata pada permukaan serbuk bahan magnet maka diperlukan adanya penambahan suatu bahan perantara yaitu *coupling agent* yang mampu menjembatani antara matriks polimer dengan bahan magnet sehingga dapat diperoleh magnet komposit yang memiliki kekuatan mekanik lebih baik serta tanpa adanya penurunan sifat kemagnetan dari bahan magnet tersebut [7,8,].

Hasil pengujian sifat mekanik dari bahan magnet komposit yang meliputi uji *tensile strength* dan uji kekerasannya seperti terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil rata rata uji *tensile strength* bahan komposit magnet.

Jenis Bahan Magnet	Jumlah Bahan Magnet (%)	Jumlah Poliester (%)	Jumlah *Coupling Agent* (mL)	*Tensile Strength* (Kg/cm^2)
$SrO.6Fe_2O_3$ (SrM)	40	60	5	25,84
	40	60	10	35,53
	50	50	5	23,46
	50	50	10	34,45
	60	40	5	23,36
	60	40	10	24,64
$BaO.6Fe_2O_3$ (BaM)	40	60	5	24,18
	40	60	10	27,62
	50	50	5	25,37
	50	50	10	29,42
	60	40	5	22,80
	60	40	10	24,69

Pada Tabel 1. ditunjukkan bahwa penambahan *coupling agent* sampai dengan jumlah 10 mL dapat meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*) bahan magnet komposit. Hal tersebut dapat diperhatikan pada masing masing variabel perbandingan antara bahan magnet baik SrM ataupun BaM dengan Poliester yang sama dimana pada penambahan jumlah 5 mL dan 10 mL *coupling agent* hasilnya menunjukkan bahwa *tensile strength* mengalami kenaikan. Hal tersebut ditunjukkan oleh penambahan sejumlah 10 mL *coupling agent* dari setiap variabel perbandingan bahan magnet dengan poliester pada Tabel 1.

Tabel 2. Hasil rata rata Uji Kekerasan bahan komposit magnet.

Jenis Bahan Magnet	Jumlah bahan magnet (%)	Jumlah Poliester (%)	Jumlah *Coupling Agent* (mL)	Shore A (VHN)
$SrO.6Fe_2O_3$ (SrM)	40	60	5	89,32
	40	60	10	91,18
	50	50	5	96,40
	50	50	10	98,65
	60	40	5	95,49
	60	40	10	96,21
$BaO.6Fe_2O_3$ (BaM)	40	60	5	88,67
	40	60	10	89,23
	50	50	5	96,33
	50	50	10	97,36
	60	40	5	93,67
	60	40	10	95,17

Secara keseluruhan dari masing-masing perbandingan antara SrM atau BaM dengan poliester

Edisi Khusus Oktober 2007, hal : 170 - 173
ISSN : 1411-1098

pada penambahan sejumlah *coupling agent* pada Tabel 1. hasil yang paling baik ditinjau dari nilai *tensile strength*nya ditunjukkan oleh perbandingan 50 % bahan magnet baik SrM atau BaM dengan 50 % poliester pada penambahan 10 mL *coupling agent*.

Penambahan *coupling agent* yang berlebihan dapat menurunkan sifat kemagnetan dan sifat mekanik dari bahan magnet komposit [7,8,11-15]. Hal ini disebabkan *coupling agent* dan poliester akan melingkupi butiran serbuk bahan magnet sehingga jarak antara butiran serbuk bahan magnet menjadi bertambah.

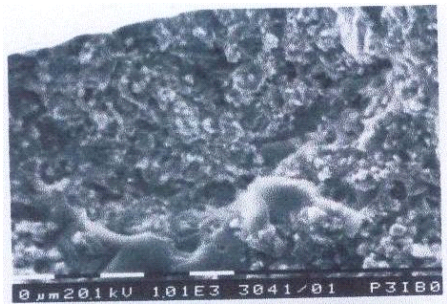
Pengaruh penambahan *coupling agent* terhadap magnet komposit berbasis poliester juga dapat meningkatkan kekerasannya. Hal tersebut seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 yaitu pada penambahan *coupling agent* sampai dengan jumlah 10 mL kenaikan nilai kekerasan *Shore A* juga bertambah.

Dari masing masing perbandingan pada Tabel 2 untuk SrM atau BaM dengan poliester dalam jumlah perbandingan yang sama hasilnya menunjukkan adanya kenaikan kekerasannya. Hal tersebut dapat dibedakan pada penambahan coupling agent masing masing sebanyak 5 mL dan 10 mL seperti

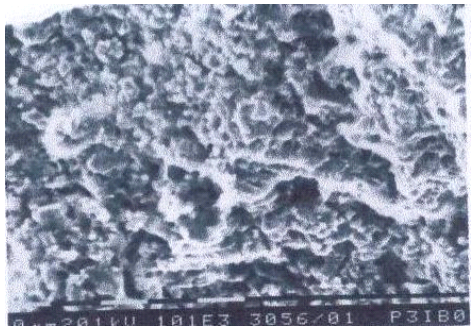
Penambahan *coupling agent* dalam jumlah 10 mL pada perbandingan 50% bahan magnet SrM atau BaM dengan 50% poliester memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi dari perbandingan lainnya.

Pengaruh penambahan *coupling agent* 3-*APE* (3-*Aminopropyltriethoxy silane*) terhadap bahan magnet komposit dapat meningkatkan *tensile strength* dan kekerasan magnet komposit. Hal tersebut dikarenakan *silane* memiliki rumus molekul Y-Si$(OR)_3$ dengan atom sentral Si yang mengikat dua jenis gugus yaitu *Alkoxy groups* dan *organo-functional groups* yang efektif untuk bereaksi dengan bahan komposit dan matriksnya melalui proses ikatan silang dimana tahap awalnya melalui proses *grafting* silan dengan polimer dilanjutkan dengan berikatan dengan rantai polimer secara kondensasi silanol sehingga terbentuk ikatan yang kuat [10-15].

Strukturmikro dari pengaruh penambahan *coupling agent* 3-*APE* (3-*Amino propyltriethoxsilane*) terhadap magnet komposit SrM dengan poliester yang diamati menggunakan *SEM* ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Hasil yang diperoleh pada Gambar 1 untuk perbandingan poliester 60 % memperlihatkan jarak antara

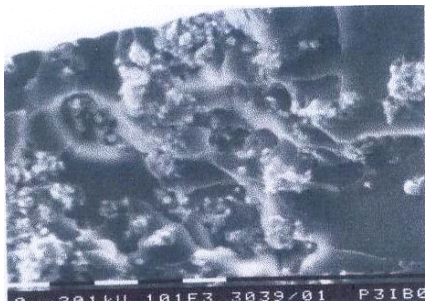


Gambar 1. SrM 40% + PE 60% + 10 mL *silane* (*SEM* perbesaran 1010 X)



Gambar 2. SrM 50% + PE 50% + 10 mL *silane* (*SEM* perbesaran 1010 X)

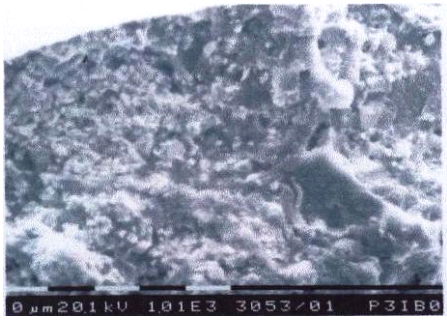
butiran serbuk magnet dikungkung oleh poliester serta pada bagian bawahnya terlihat adanya gumpalan poliester yang tidak terisi oleh butiran serbuk magnet. Hal ini menunjukkan perbandingan antara SrM dengan poliester dapat dikatakan belum optimal masih terdapat kelebihan poliester dan dapat mengakibatkan kompatibilitas dari bahan magnet menjadi berkurang.



Gambar 3. BaM 40 % + PE 60 % + 10 mL *silane* (*SEM* perbesaran 1010 X).

Perbandingan poliester hingga 50 % pada Gambar 2 memperlihatkan hasil yang lebih baik. Distribusi butiran serbuk magnet lebih merata dan jarak antar butirannya lebih rapat. Pengaruh penambahan 10 mL *coupling agent* pada perbandingan 50 % serbuk SrM dengan 50 % poliester mengakibatkan kompatibilitas dari serbuk magnet yang baik dibandingkan pada Gambar 1 lebih didominasi oleh poliester.

Pengaruh penambahan 10 mL *coupling agent* pada 40 % serbuk magnet BaM dengan 60 % poliester



Gambar 4. BaM 50% + PE 50% + 10 mL *silane* (*SEM* perbesaran 1010 X).

dari Gambar 3 ditunjukkan oleh kelompok gumpalan gumpalan serbuk magnet yang tidak merata. Pada perbandingan ini yang sangat dominan adalah poliester hal tersebut mengakibatkan kompatibilitas bahan serbuk magnet menjadi berkurang.

Pengaruh penambahan *coupling agent* pada perbandingan 50 % serbuk magnet BaM dengan 50 % poliester yang ditunjukkan oleh Gambar 4, pada bagian sebelah kiri gambar terlihat kekompakan butiran serbuk magnet lebih merata dibandingkan pada sebelah kanan gambar masih memperlihatkan dominasi poliester.

Strukturmikro dari pengaruh penambahan 10 mL *coupling agent* pada 50 % serbuk magnet SrM dibandingkan pada 50 % serbuk magnet BaM hasilnya menunjukkan kompatibilitas pada serbuk magnet SrM lebih baik dibandingkan kompatibilitas serbuk magnet BaM. Hal tersebut dapat dibandingkan dari hasil yang diperoleh pada Gambar 1 dengan Gambar 4.

Hasil karakterisasi terhadap pengaruh penambahan 10 mL *coupling agent* dapat menunjukkan hasil yang baik pada pembuatan magnet komposit berbasis poliester. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil karakterisasi pada perbandingan 50% serbuk magnet dengan 50 % poliester terhadap uji *tensile strength*, uji kekerasannya dan analisis strukturmikro.

KESIMPULAN

Penambahan *coupling agent* jenis 3-*APE* (3-*Aminopropytriethoxysilane*) sampai 10 mL pada pembuatan magnet komposit berbasis poliester dapat meningkatkan sifat mekaniknya terutama tegangan tarik dan kekerasan dari magnet komposit tersebut pada perbandingan 50 % serbuk magnet dengan 50 % poliester.

DAFTAR ACUAN

[1]. ALOMA KK, SUHARPIYU, MAYA FEBRI, SUDIRMAN, Aplikasi Resin Poliester dan Epoksi Dalam Pengembangan Rigid Bonded Magnet, Puslitbang Iptek Bahan - BATAN, Serpong (2002)

[2]. WOHFART EP., *Ferromagnetic Materials*, North Holland Publisher Company, **3** (1982)

[3]. GRIFFTH J., *Introduction Electromagnetisme (Magnetostatic Fields In Matter)*, Prentice Hall, (1980)

[4]. Mc. GRAW HILL, *Modern Plastic Encyclopedia Handbook*, USA, (1994)

[5]. FRANTA I, *Elastomer And Rubber Compounding Material, Studies in Polymer Science*, Elsevier Publiser, (1995)

[6]. SMITH,F.W., *Principle of Material Science And Engineering Materials*, Edisi II , (1997)

[7]. www.specialchem4polymers.com/tc/silanes-coupling

[8]. www.indianplasticportal.com/coupling-agents.html

[9]. CHUAH A. W., LEONG Y. C. and GAN S. N., *European polymer Journal*, **36** (2000) 789-801

[10]. *Coupling Agent Mechanism*, DUPONT The Miracles of Sciences

[11]. HANAFI ISMAIL, *Journal of Elastomers and Plastics*, **35** (2) (2003) 149-159

[12]. Q. CHEN, J. ASUNCION, J. LANDI, and B. M. MA, *Journal of Applied Physics*, **85** (8) (1999) 5684-5686

[13]. D. R. SAINI, V. M. NADKAMI, P. D. GROVER and K. D. P. NIGAM, *Journal of Materials Science*, **21** (10) (1986)

[14]. PETER C.G, HYUN S K, JOSHUA U.O., *Journal of Applied Polymer Science*, **83** (5) 1091-1102

[15]. DAI S L, CHANG D. H., *Journal of Applied Polymer Science*, **33** (2) 419 - 429