Jurnal Sains Materi Indonesia
Indonesian Journal of Materials Science

Volume 3 No. 2, Pebruari 2002, hal : 16 - 20
ISSN : 1411-1098

SIFAT MEKANIK MAGNET KOMPOSIT BERBASIS SERBUK MAGNET MQP-0 DAN POLIMER TERMOPLASTIK

Evi Yulianti[1], Sudirman[1], Ridwan[1] dan Devi Listiana P[2]
[1]Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) – BATAN
Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang 15314
[2]Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR) - BATAN
Jl. Cinere, Pasar Jum'at, Jakarta 12440

ABSTRAK

SIFAT MEKANIK MAGNET KOMPOSIT BERBASIS SERBUK MAGNET MQP-0 DAN POLIMER TERMOPLASTIK. Telah dilakukan pembuatan dan uji sifat mekanik dari bahan magnet komposit berbasis MQP-0 dengan bahan polimer EVA (Etil Vinil Asetat), dan membandingkannya dengan magnet komposit berbasis MQP-0 dengan polimer LLDPE (*Linier Low Density Poly Ethylen*). Sifat-sifat mekanik yang diuji adalah kekuatan regang (*Tensile Strength*), tegangan luluh (*Yield Strength*), persen peregangan putus (*Percent Elongation Break*) serta uji kekerasan. Sifat-sifat tersebut diukur pada berbagai komposisi komposit dan ukuran serbuk magnet. Hasil analisis sifat mekanik menunjukkan bahwa tegangan luluh magnet komposit MQP0-EVA (fraksi berat serbuk magnet 40-75%) berkisar antara 39,6-62,8 kg/cm^2, kekuatan regang berkisar antara 57,9-134,9 kg/cm^2 dan kekerasan 78-91 SHA, sedangkan tegangan luluh magnet komposit MQP0-LLDPE (fraksi berat serbuk magnet 40-75%) berkisar antara 63,2-89,1 kg/cm^2, kekuatan regang berkisar antara 69,0-194,5 kg/cm^2 dan kekerasannya 81-92 SHA. Dari hasil uji sifat mekanik terhadap kedua jenis bahan magnet komposit telihat bahwa bahan magnet komposit MQP0-LLDPE mempunyai sifat mekanik yang lebih baik

Kata kunci : Sifat mekanik, magnet komposit, MQP-0, EVA, LLDPE

ABSTRACT

THE MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER BONDED MAGNET BASED ON MQP-0 POWDER AND THERMOPLASTIC POLYMER. It has been done preparation and mechanical properties testing of polymer bonded magnet material based on MQP-0 powders and polymer EVA (Ethyl Vinyl Acetate), and comparing it with polymer bonded magnet based on MQP-0 powders and polymer LLDPE (Linier Low Density Poly Ethylene). Mechanical properties tested were Tensile Strength, Yield strength, % Elongation break and Hardness. These mechanical properties are measured at various compositions and different size of magnetic powder. Mechanical property analysis result showed that yield strength of polymer bonded magnet MQP0-EVA (weight fraction of magnetic powder 40-70%) was in the range of 39.6 – 62.8 kg/cm^2, tensile strength was in the range of 57.9 – 134.9 kg/cm^2 and hardness was 78-91 SHA. Yield strength of bonded magnet MQP0-LLDPE at the same condition was in the range of 63.2-89.1 kg/cm^2, tensile strength was in range of 69.0-194.5 kg/cm^2 and hardness was in the range of 81-92 SHA. By comparing mechanical properties of both polymer bonded magnet materials, it could be found that polymer bonded magnet MQP0-LLDPE had better mechanical properties

Key words : Mechanical properties, bonded magnet, MQP-0, EVA, LLDPE

PENDAHULUAN

Magnet komposit merupakan bahan magnet yang dicampur atau diikat dengan bahan pengikat bukan magnet, seperti bahan polimer. Komposit magnet-polimer ini sering dikenal dengan sebutan bahan *bonded magnet*, dan dibuat melalui proses pengolahan polimer biasa yaitu dengan mencampurkan serbuk magnet dengan bahan pengikat seperti polimer termoplastik dengan komposisi yang diinginkan didalam alat pencampur [1,2].

Bahan *bonded magnet* ini mempunyai banyak kelebihan dibanding bahan magnet logam atau magnet keramik. Hal ini disebabkan karena komponen polimer tersebut relatif ringan dan murah dibandingkan dengan bahan logam. Selain itu bahan *bonded magnet* ini mempunyai sifat mudah dibentuk serta biaya produksinya lebih rendah [3,4].

Bonded magnet merupakan magnet yang umumnya diaplikasikan pada kondisi yang kurang ekstrim, yakni tidak memerlukan bahan dengan karakteristik magnetik yang tinggi seperti aplikasi pada alat listrik rumah tangga (misalnya kulkas), dan pada mainan anak-anak (*toys*). Berkembangnya industri mainan dan makin tingginya pemakaian alat listrik rumah tangga memberikan peluang yang baik pada pengembangan dan produksi magnet komposit.

Penelitian tentang magnet komposit ini telah banyak dilakukan, antara lain penelitian magnet komposit berbasis serbuk magnet ferit dengan bahan polimer karet alam[5,6]. Selain itu juga telah dilakukan penelitian tentang pembuatan komposit magnet plastoferit antara serbuk magnet ferit dengan bahan polimer termoplastik. Sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan sintesis magnet komposit berbasis magnet permanen MQP-0 dengan perekat berupa polimer termoplastik LLDPE (*Linier Low Density Poly Ethylen*) dan EVA (Etil Vinil Asetat) yang telah banyak diproduksi di dalam negeri. Magnet komposit yang dihasilkan diharapkan mempunyai sifat mekanik dan magnetik yang lebih baik dibandingkan magnet berbasis ferit. Selain itu diharapkan dapat diperoleh magnet komposit yang ringan, tidak mudah patah dan memiliki kekuatan tarik yang tinggi.

Dari hasil sintesis bahan magnet komposit tersebut akan dianalisis pengaruh komposisi *bonded magnet* (dalam persen berat) terhadap sifat mekanik dan kekerasannya, juga akan dianalisis pengaruh ukuran serbuk magnet terhadap sifat mekanik serta kekerasan bahan.

METODOLOGI

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah serbuk magnet permanen NdFeB dengan nama dagang MQP-0 produksi *Magnequench International*, Anderson, Indiana. Sedangkan bahan polimer LLDPE (*Linier Low Density Poly Ethylen*) diperoleh dari Pertamina dan polimer EVA (Etil Vinil Asetat) diperoleh dari pabrik PT. Samsung Indonesia dimana masing-masing berbentuk butiran pelet.

Proses pembuatan didahului dengan proses penyiapan serbuk magnet MQP-0, dimana serbuk aslinya masih berupa serbuk kasar dengan ukuran serbuk yang beragam, sehingga terlebih dahulu harus digiling dengan alat penggiling *Ball Mill* merk *Retsch* yang tersedia di Bidang Bahan Maju, P3IB-BATAN. Lamanya proses penggilingan divariasikan masing-masing selama 0 jam (serbuk asli), 5 jam, 10 jam dan 20 jam. Setelah serbuk yang diinginkan tersedia, selanjutnya ditimbang sesuai dengan komposisi magnet komposit yang akan dibuat yaitu 40%, 50%, 60% dan 70% berat, begitu juga halnya dengan masing-masing polimer, masing-masing juga harus ditimbang.

Proses pencampuran dilakukan dalam *Labo Plastomill* model 30R150 yang tersedia di Laboratorium Teknologi Industri, P3TIR-BATAN. Masing-masing bahan dengan parameter yang telah ditentukan kemudian dimasukkan ke dalam alat *blending Labo plastomill* diatur suhu kerjanya pada suhu diatas titik leleh masing-masing masing-masing polimer yaitu 130°C untuk polimer EVA dan 160°C untuk polimer LLDPE. Bahan polimer dimasukkan ke dalam *labo plastomill* hingga meleleh, lalu ditambahkan serbuk magnet dan selanjutnya diblending selama jangka waktu 10 menit dengan kecepatan pengadukan 17 rpm. Dari proses ini diharapkan mendapatkan bahan komposit dengan tingkat sebaran serbuk yang homogen dalam matriksnya. Hasil gilingan yang diperoleh selanjutnya dibuat lembaran film magnet komposit dengan *hot-press* dan *cold-press* untuk mendapatkan benda uji.

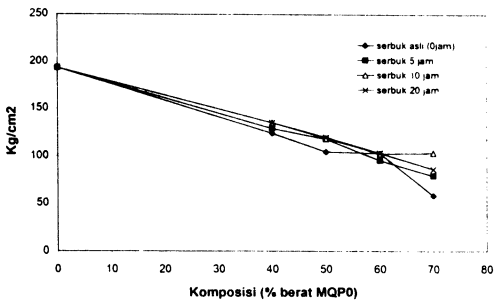
Pengujian sifat mekanik pada benda uji ada dua macam, yaitu uji tarik dan uji kekerasan (*Hardness Test*). Uji tarik yang meliputi Kekuatan regang (*Tensile Strength*), Tegangan Luluh (*Yield Strength*) serta % Peregangan Putus (% *Elongation Break*) dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik Instron merk Toyoseiki yang tersedia di Laboratorium Teknologi Industri, P3TIR-BATAN, berdasarkan standar ASTM 412.

Uji Kekerasan terhadap benda uji dilakukan sesuai dengan standar DIN3305 dan ISO R868 yaitu dengan menggunakan metoda Shore A (durometer) merk Zwick. Pengujian dilakukan dengan menempelkan jarum durometer pada permukaan benda uji dengan ketebalan ± 0,5 cm, kemudian diberikan beban 1 kg . Jarum penunjuk pada alat akan bergerak untuk menunjukkan nilai kekerasan benda uji dan pencatatan dilakukan jika jarum penunjuk sudah mencapai posisi stabil. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada titik yang berbeda-beda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

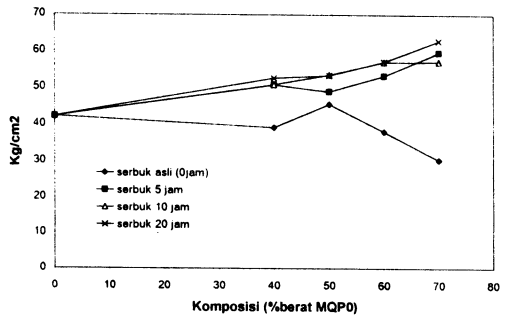
Hasil uji mekanik terhadap kedua jenis magnet komposit MQP0-EVA serta magnet komposit MQP0-LLDPE dapat dilihat pada Gambar 1. sampai dengan Gambar 4.

Uji mekanik yang dilakukan terhadap magnet komposit MQP0-EVA dengan komposisi 40-70% berat menghasilkan kekuatan regang (Gambar 1) 57,9 – 134,9 kg/cm^2, tegangan luluh (Gambar 2) 39,6 – 62,9 kg/cm^2, persen peregangan putus 258-662%, sedangkan kekerasannya berkisar antara 78 – 91 SHA (Gambar 4). Dari uji mekanik yang telah dilakukan terhadap magnet komposit MQP0-EVA dapat dilihat bahwa secara umum semakin tinggi komposisi serbuk magnet MQP-0 dalam komposit maka sifat mekanik bahan yang meliputi kekuatan regang (Gambar 1) dan % peregangan putus (Gambar 3) semakin rendah. Ini disebabkan karena yang menentukan kedua sifat diatas adalah bahan polimernya.

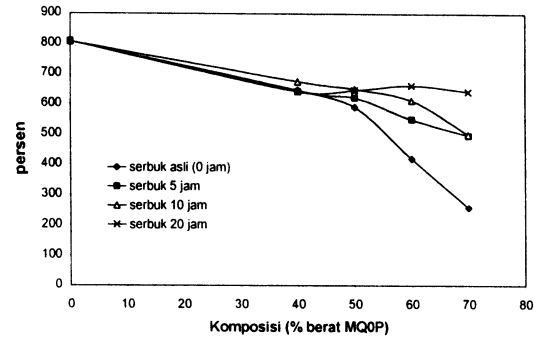


Gambar 1. Kurva kekuatan regang magnet komposit MQP0-EVA

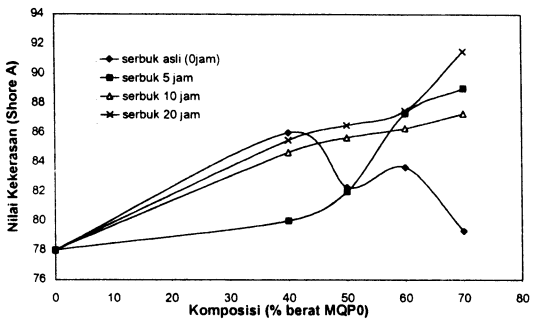
Volume 3 No. 2, Februari 2002, hal : 16 - 20
ISSN : 1411-1098



Gambar 2. Kurva tegangan luluh magnet komposit MQP0-EVA



Gambar 3. Kurva % putus magnet komposit MQP0-EVA



Gambar 4. Kurva uji kekerasan magnet komposit MQP0-EVA

Pada Gambar 2 terlihat bahwa untuk serbuk yang telah dihaluskan, tegangan luluh bahan meningkat dengan makin tingginya komposisi serbuk magnet MQP-0, sedangkan untuk serbuk asli terjadi hal yang sebaliknya. Hal ini disebabkan karena bahan komposit magnet tersebut telah mengalami penguatan dengan lebih homogen.

Sedangkan untuk variasi ukuran serbuk magnet yang didapatkan dengan jalan memvariasikan waktu penggilingan serbuk MQP-0 dengan alat *Ball mill* didapatkan bahwa dengan makin lamanya serbuk digiling (serbuk makin halus), maka sifat mekanik bahan yang meliputi tegangan putus, kekuatan regang serta, % peregangan putus mengalami peningkatan. Ini disebabkan karena dengan makin halus serbuk magnet, maka bonded magnet MQP0-EVA makin mudah mengalami densifikasi dan penguatan. Hal ini dijelaskan oleh *Matthews* dan *Rawlings* [7] yang mengatakan bahwa geometri penguat/partikel merupakan salah satu parameter utama dalam menentukan keefektifan penguatan, dengan kata lain, sifat mekanik komposit adalah fungsi bentuk dan ukuran dari penguat Ukuran partikel yang lebih halus dengan bentuk yang lebih teratur memiliki kemampuan mengisi ke dalam matriks yang lebih baik dari pada serbuk dengan ukuran yang lebih besar dengan bentuk serpihan, sehingga serbuk tersebut tidak hanya menempel dipermukaan polimer. Hasil foto dengan alat SEM pada Gambar 5 dan Gambar 6 di bawah ini akan lebih menjelaskan hal tersebut.

Dari gambar 5 terlihat bahwa serbuk asli yang kasar lebih banyak menempel di permukaan dan masih meninggalkan pori-pori matriks yang belum terisi. Sedangkan pada Gambar 6 terlihat bahwa serbuk magnet yang telah digiling selama 20 jam lebih banyak masuk mengisi pori-pori polimer dan hanya sebagian terlihat di permukaan.

Untuk uji kekerasan (Gambar 4) bahan magnet komposit MQP0-EVA terlihat bahwa makin tinggi



Gambar 5. Foto SEM komposit magnet MQP0 serbuk asli - EVA

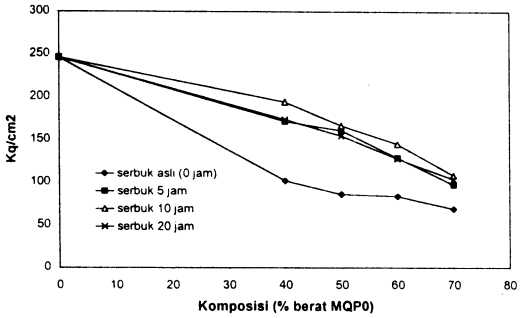


Gambar 6. Foto SEM komposit magnet MQP0 serbuk 20 jam - EVA

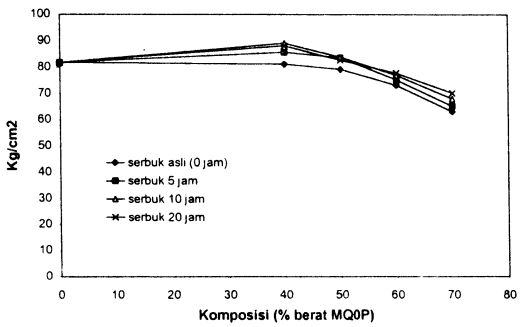
komposisi serbuk magnet MQP-0 dalam bahan, maka kekerasannya juga semakin meningkat. Ketidak teraturan ditemui pada magnet komposit MQP-0 asli – EVA dimana uji kekerasannya tidak menghasilkan hasil yang linier dengan makin tingginya komposisi serbuk magnet. Hal ini dikarenakan ukuran serbuk yang tidak homogen.

Sedangkan hasil uji mekanik untuk magnet komposit MQP0-LLDPE dapat dilihat pada Gambar 7. sampai dengan Gambar 8. di bawah ini.

Uji mekanik yang dilakukan terhadap magnet komposit MQP0-LLDPE dengan komposisi 40-70% berat

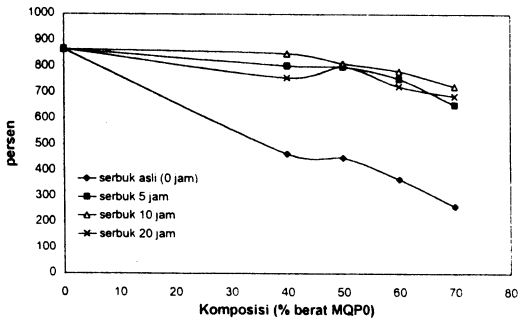


Gambar 7. Kurva kekuatan regang magnet komposit MQP0-LLDPE

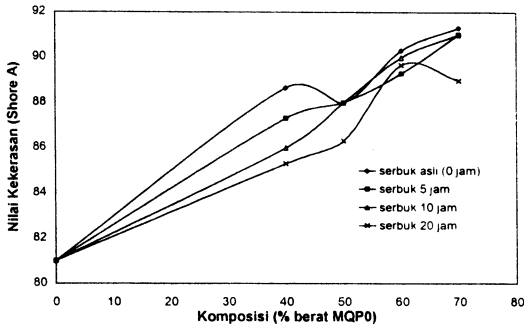


Gambar 8. Kurva tegangan luluh magnet komposit MQP0-LLDPE

menghasilkan rentang kekuatan regang (Gambar 7) 69,0 – 194,5 kg/cm^2, tegangan luluh (Gambar 8) 63,1 – 89,1 kg/cm^2, dan % peregangan putus (Gambar 9) 262-850%, sedangkan kekerasannya berkisar antara 81 - 92 SHA (Gambar 10). Hasil analisis uji mekanik bahan magnet komposit MQP0-LLDPE terhadap variasi parameter komposisi dan ukuran serbuk memperlihatkan kecenderungan yang hampir sama dengan bahan magnet komposit MQP0-EVA dimana makin besar komposisi serbuk magnet dalam komposit, maka sifat mekanik dari bahan yang meliputi tegangan luluh, kekuatan regang serta persen peregangan putus mengalami penurunan. Sedangkan kekerasan bahan mengalami peningkatan dengan makin besarnya kandungan serbuk magnet. Untuk variasi ukuran serbuk makin, makin halus ukuran serbuk maka sifat mekaniknya mengalami peningkatan. Peningkatan itu terlihat cukup signifikan bila dilihat perbandingan antara bonded magnet MQP-0 serbuk asli dengan *bonded magnet* serbuk yang sudah digiling



Gambar 9. Kurva % peregangan putus magnet komposit MQP0-LLDPE



Gambar 10. Kurva uji kekerasan magnet komposit MQP0-LLDPE

selama 5 jam. Sedangkan untuk bahan *bonded magnet* yang menggunakan serbuk magnet yang digiling selama 5 jam, 10 jam dan 20 jam perbedaan sifat mekaniknya tidak begitu berarti.

Diantara kedua jenis bahan magnet komposit tersebut yaitu MQP0-EVA dan MQP0-LLDPE, magnet komposit MQP0-LLDPE mempunyai sifat mekanik yang lebih baik seperti terlihat pada Tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Sifat mekanik magnet komposit MQP0-EVA dan MQP0-LLDPE

	MQP0 - EVA	MQP0 - LLDPE
Kekuatan Regang (kg/cm^2)	**57,9 – 134,9**	**69,0 – 194,5**
Tegangan Luluh (kg/cm^2)	**39,6 – 62,9**	**63,1 – 89,1**
peregangan putus (%)	**258-662**	**262-850**
Kekerasan (SHA)	**78 – 91**	**81 - 92**

KESIMPULAN

Dari hasil-hasil penelitian yang telah dikemukakan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa variasi berbagai parameter yaitu komposisi serta ukuran serbuk magnet MQP-0 berpengaruh terhadap sifat mekanik bahan magnet komposit yang dihasilkan yaitu magnet komposit MQP0-EVA dan MQP0-LLDPE. Pengaruhnya adalah makin besar kandungan serbuk magnet MQP-0 dalam komposit maka sifat mekaniknya makin jelek. Sedangkan untuk ukuran serbuk, makin halus serbuk magnet MQP-0 yang digunakan maka sifat mekanik magnet komposit tersebut semakin baik.

Volume 3 No. 2, Pebruari 2002, hal : 16 - 20
ISSN : 1411-1098

Diantara kedua jenis bahan magnet komposit yang telah dibuat, maka bahan magnet komposit MQP0-LLDPE mempunyai sifat mekanik yang lebih baik bila dibandingkan dengan bahan magnet komposit MQP0-EVA.

DAFTAR ACUAN

[1]. M.R. SYNDER, *Mod. Plastics* **30** (1995) 10

[2]. C. TATTAM, A.J. WILLIAMS, J.N. HAY, I.R. HARRIS, S.F. TEDSTONE, M.M. ASHRAF, *J. Magn. Magn. Mater.* **152** (1996) 275

[3]. J. XIAO, J.U. OTAIGBE, D.C. JILES, *J. Magn. Magn. Mater* **218** (2000) 60

[4]. ZBIGNIEW D. JASTRZEBSKI, *The Nature and Properties of Engineering Materials*, 2nd Edition, (1997) 336-339

[5]. WALUYO T., SUDIRMAN, RIDWAN, A. HERMAN Y., *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **2** (1), (2000)

[6]. SUDIRMAN, RIDWAN, MUJAMILAH, WALUYO T., *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **2** (1), (2000)

[7]. MATHEWS, F.L. & RAWLINGS, R.D. *Composite Materials: Engineering and Science*, Chapman & Hall Publisher, London, (1994)