

PENGARUH *COUPLING AGENT* PADA KARAKTERISTIK MAGNET KOMPOSIT BERBASIS HEKSAFERIT (SrM/BaM) DENGAN PEREKAT POLIESTER DAN EPOKSI

Sudirman, Ridwan, Mujamilah, Aloma K.K., Ari Handayani dan Rukihati

Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) - BATAN
Kawasan Puspipetek, Serpong, Tangerang 15314

ABSTRAK

PENGARUH *COUPLING AGENT* PADA KARAKTERISTIK MAGNET KOMPOSIT BERBASIS HEKSAFERIT (SrM/BaM) DENGAN PEREKAT POLIESTER DAN EPOKSI. Magnet komposit merupakan gabungan antara serbuk magnet heksaferit dan bahan pengikat bukan magnetik seperti polimer. Magnet komposit dikembangkan untuk memperoleh bahan magnet yang ringan, elastis dan murah. Pada penelitian ini, digunakan perekat berupa polimer termoset yaitu epoksi dan poliester dengan serbuk magnet heksaferit SrM dan BaM. Disamping itu juga dipelajari pengaruh penambahan *coupling agent* terhadap sifat mekanik, kekerasan dan strukturmikro magnet kompositnya. Pembuatan magnet komposit dilakukan dengan mencampurkan polimer epoksi atau poliester dengan variasi fraksi volume serbuk heksaferit SrM ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) atau BaM ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) sebesar 40, 50 dan 60% v/v yang sebelumnya ditambahkan *coupling agent Tetra Isopropil Titanate* sebanyak 5 mL atau 10 mL. Selanjutnya dilakukan karakterisasi sifat mekanik (kekuatan tarik), kekerasan dan strukturmikronya. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sifat mekanik (kekuatan tarik) dan kekerasan magnet komposit berbasis heksaferit dengan perekat poliester atau epoksi mengalami kenaikan dengan bertambahnya komposisi (%v/v) serbuk magnet baik SrM maupun BaM, dikarenakan strukturmikro ukuran partikel serbuk SrM sebesar 1.6 μm dengan bentuk serpihan sedangkan BaM berbentuk *nodular* dengan ukuran partikel sebesar 1,2 μm . Perekat polimer epoksi mempunyai harga kekuatan tarik dan kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan magnet komposit berbasis poliester, baik dengan serbuk SrM maupun dengan serbuk BaM. Penambahan *coupling agent* sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekerasan magnet komposit dan semakin banyak *coupling agent* yang ditambahkan maka semakin besar harga kekuatan tarik dan kekerasan dari magnet kompositnya.

Kata kunci : Magnet komposit, *coupling agent Tetra Isopropil Titanate*, SrM, BaM

ABSTRACT

THE EFFECT OF COUPLING AGENT ON COMPOSITE MAGNET CHARACTERISTIC BASED ON HEXAFERRITE (SrM/BaM) WITH POLYESTER AND EPOXY BINDER. Magnetic composites are mixtures of hexaferrite powder and non magnetic materials such as polymers as binders. These composites have been investigated because they are light, elastic, and cheap. In this study termoset polymer (epoxy and polyester) were used as binders. Inside study of coupling agent added effect on mechanical properties, hardness and microstructure. The composites were prepared by mixture termoset polymer epoxy or polyester with hexaferrite powder SrM ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) or BaM ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) with volume fraction of 40, 50 and 60 %v/v, coupling agent of the Tetra Isopropyl Titanate in the amount of 5 mL or 10 mL are added before mixing of the termoset polymer epoxy or polyester with hexaferrite powder. The resulting composite were characterized mechanically (tensile strength), hardness and microstructure test. The results showed that the tensile strength and hardness of the composite magnet were increased by increasing the composition of magnetic powder, either SrM or BaM, it caused by microstructure of particle SrM magnetic powder 1.6 μm in the form splinter, where as the BaM magnetic powder 1.2 μm in nodular form. Termoset polymer epoxy as binder have tensile strength and hardness is bigger than composite magnet based on polyester, either SrM or BaM. The addition of coupling agent is very influenced on the tensile strength and hardness composite magnet. the more coupling agent addition causes the more tensile strength and hardness of the composite magnet.

Key words : Composite magnet, coupling agent Tetra Isopropil Titanate, SrM, BaM

PENDAHULUAN

Di Indonesia banyak kita jumpai pemakaian magnet komposit untuk berbagai jenis keperluan, baik dalam industri besar maupun rumah tangga, terutama

magnet komposit berbasis heksaferit ($\text{MO.6Fe}_2\text{O}_3$). Sementara itu serbuk magnet heksaferit dibedakan menjadi ferit keras dan ferit lunak. Pada ferit keras

umumnya berbasis oksida dari Ba, Sr, dan Pb sedangkan untuk ferit lunak berbasis logam oksida dari Ni, Zn, Co, dan Cu [1].

Berkembangnya industri mainan anak-anak dan makin tingginya pemakaian alat listrik rumah tangga di Indonesia, maka kebutuhan magnet komposit juga akan semakin bertambah, terutama kebutuhan magnet komposit berbasis heksaferit. Data Biro Pusat Statistik (BPS) menunjukkan data pemakaian magnet dibidang industri sebesar 80% masih impor dari luar negeri. Hal inilah yang mendorong dikembangkannya bahan magnet yang memenuhi sifat-sifat yang diinginkan, inovatif dan memiliki daya saing yang cukup tinggi. Pembuatan magnet komposit terutama *bonded magnet* banyak dikembangkan dewasa ini [2]. *Rigid* atau *elastomer bonded magnet* (magnet berperekat karet atau polimer) yang umumnya diaplikasikan pada kondisi yang tidak memerlukan karakteristik magnet yang tinggi, seperti keperluan rumah tangga, seperti pelapis pintu kulkas, mainan anak-anak dan otomotif [3]

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan magnet komposit dengan menggunakan serbuk heksaferit ($BaO.6Fe_2O_3$ dan $SrO.6Fe_2O_3$) dengan EVA (Etilen Vinil Asetat) dan ETP (Elastomer Termoplastik) [4]. Juga telah dilakukan pembuatan magnet komposit dengan matriks polimer Polietilen [5,6], Polipropilen [7], Karet Alam [8,9], dan polimer termoset seperti poliester dan epoksi [10,11].

Pada penelitian ini magnet komposit dibuat sebagai matriks komposit poliester dan epoksi yang dicampur dengan berbagai komposisi dari 2 (dua) jenis bahan magnet serbuk heksaferit SrM atau BaM. Disamping itu juga ditambahkan *coupling agent* (*Tetra Isopropil Titanate*). Komposisi dan kompatibilitas antara serbuk magnet SrM atau BaM dengan matriks polimer termoset epoksi atau poliester dan fungsi perekat dari polimer termoset serta fungsi dari *coupling agent* untuk menjembatani/terjadi ikatan antara serbuk magnet dengan polimer termoset yang akan meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*).

Dengan mencampurkan heksaferit dengan polimer termoset serta penambahan *coupling agent* diharapkan dapat menghasilkan magnet komposit alternatif dengan sifat mekanik yang lebih baik.

METODE PERCOBAAN

Bahan

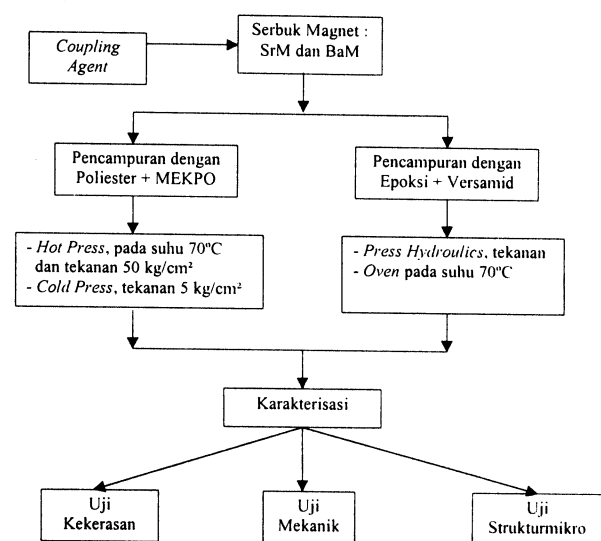
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa serbuk magnet heksaferit ($SrO.6Fe_2O_3$ atau $BaO.6Fe_2O_3$) dan polimer termoset jenis poliester dan epoksi.

Pembuatan Magnet Komposit

Serbuk magnet heksaferit dicampur dengan poliester dan epoksi masing-masing dengan komposisi serbuk heksaferit 40%, 50% dan 60% (fraksi volume).

Serbuk magnet heksaferit ($SrO.6Fe_2O_3$ atau $BaO.6Fe_2O_3$) dicampur dengan *coupling agent* (*Tetra Isopropil Titanate*) sebanyak 5 mL atau 10 mL. Kemudian ditambahkan polimer termoset poliester atau epoksi sesuai komposisi yang akan dibuat. Untuk proses pengerasan polimer termoset maka ditambahkan inisiator berupa versamid untuk polimer epoksi dengan perbandingan 1 : 1 sedangkan untuk polimer poliester digunakan inisiator MEKPO dengan perbandingan 100:1. Selanjutnya dilakukan *curing* dengan memasukkan sampel ke dalam *furnace* pada suhu 70 °C selama 2 (dua) jam. Kemudian dilakukan karakterisasi sifat mekanik meliputi kekuatan tarik (*tensile strength*). Uji sifat kekerasan dengan *Shore A*. Srukturmikro pada permukaan bahan komposit diamati dengan menggunakan alat SEM (*Scanning Elektron Microscope*).

Tahapan metode yang dilakukan digambarkan seperti diagram alir penelitian pada Gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Karakterisasi Magnet Komposit

Uji kekuatan tarik, dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik dengan standar ASTM 412. Sebelum dilakukan pengujian terhadap benda uji, terlebih dahulu dibuat *dumb bell*, dengan bentuk dan ukuran sesuai standar ASTM D1822. Pembuatan *dumb bell* dilakukan pada proses pembuatan magnet komposit. Benda tersebut kemudian dipasang dalam mesin uji tarik dan ditarik sampai putus dengan kecepatan tarik (*cross head speed*) = 50 mm/menit dan kecepatan pada kertas grafik (*chart speed*) = 20 mm/menit. Kemudian pencatatan dilakukan berdasarkan keterangan yang akan tercantum dalam grafik. Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Proses Industri P3TIR – BATAN.

Uji kekerasan, dilakukan dengan menggunakan metode *Shore A* (durometer) merk Zwick sesuai dengan standar DIN 53505 dan ISO R868, dengan pembebanan

1 kg. Pengujian dilakukan dengan penempatan indenter pada permukaan benda uji, kemudian diberikan beban 1 kg. Setelah itu jarum penunjuk pada alat akan bergerak untuk menunjukkan nilai kekerasan benda uji. Pencatatan dilakukan jika jarum penunjuk telah stabil. Percobaan ini dilakukan pada Laboratorium Proses Industri, P3TIR – BATAN, Pasar Jumat.

Pengujian strukturmikro dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan merek Philips jenis 505 di Laboratorium BBI – P3IB, BATAN Serpong. Tahap awal dari pengujian ini adalah persiapan sampel. Persiapan dilakukan dengan cara memotong benda uji dalam keadaan getas sehingga diperoleh bentuk permukaan yang mewakili. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam alat untuk dilakukan proses *coating* selama 1 (satu) jam. Proses pelapisan emas bertujuan agar permukaan benda/sampel bersifat konduktor sehingga dapat diamati dengan SEM. Tahap selanjutnya adalah melihat permukaan benda uji melalui mikroskop elektron. Benda uji dimasukkan ke dalam wadah dan melalui monitor dapat dilihat bentuk permukaannya. Daerah permukaan benda uji yang paling mewakili dipilih, untuk kemudian diperbesar dengan perbesaran 2000 kali. Setelah itu dilakukan pencetakan foto strukturmikro benda uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Uji Mekanik

Pada umumnya untuk polimer termoset tidak diperoleh kekuatan luluh (*yield strength*) dan perpanjangan putus (*elongation at break*) karena polimer termoset bersifat keras dan kaku sehingga hanya kekuatan tarik (*tensile strength*) yang didapatkan. Adapun hasil pengukuran uji kekuatan tarik magnet komposit diperlihatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 dibawah ini :

Tabel 1. Kekuatan tarik magnet komposit berbasis heksaferit SrM dengan perekat Epoksi.

No	Jumlah <i>Coupling Agent</i> (mL)	Komposisi SrM (%v/v)		
		40	50	60
1.	5	71,4	277,2	317,5
2.	10	129,8	315,5	319,1

Tabel 2. Kekuatan tarik magnet komposit berbasis heksaferit SrM dengan perekat poliester.

No	Jumlah <i>Coupling Agent</i> (mL)	Komposisi SrM (%v/v)		
		40	50	60
1.	5	66,0	83,0	90,0
2.	10	78,0	83,3	94,0

Komposit merupakan campuran dua bahan atau lebih, dimana terdapat matriks dan *filler* berbentuk serat

atau serbuk. Oleh sebab itu sifat mekanik komposit sangat dipengaruhi oleh sifat bahan penyusunnya. Dari Tabel 1 memperlihatkan bahwa peningkatan komposisi serbuk magnet SrM (fraksi volume) mengakibatkan kekuatan tarik magnet komposit mengalami kenaikan, baik untuk penambahan *coupling agent* 5 mL maupun 10 mL. Artinya kekuatan tarik magnet komposit dengan komposisi fraksi volume sebesar 50% lebih besar dari komposisi fraksi volume 40% sehingga magnet komposit dengan komposisi serbuk magnet sebesar 60 %v/v mempunyai harga kekuatan tarik yang terbesar. Bila komposisi serbuk magnet dinaikkan menjadi 70 %v/v maka magnet komposit tidak terbentuk lagi karena polimer epoksi sebagai perekat sudah optimal sehingga tidak dapat mengikat serbuk magnet SrM yang ditambahkan.

Untuk pengaruh penambahan *coupling agent* sebesar 5 mL atau 10 mL, memperlihatkan bahwa kekuatan tarik magnet komposit dengan penambahan 10 mL *coupling agent* lebih kuat dibandingkan dengan penambahan 5 mL *coupling agent* (lihat Tabel 1). Hal ini disebabkan karena semakin banyak *coupling agent* yang ditambahkan ke dalam magnet komposit akan mengakibatkan jembatan molekul yang terbentuk antara serbuk magnet SrM dengan polimer epoksi semakin banyak sehingga hubungan permukaan antara dua senyawa yang berbeda akan semakin kuat. Hal ini juga untuk komposisi serbuk magnet SrM yang semakin besar dengan *coupling agent* sama maka akan diperoleh kekuatan tarik magnet komposit akan semakin besar [6]

Secara umum, hal yang sama seperti tersebut diatas berlaku untuk magnet komposit berbasis serbuk magnet SrM dengan matriks polimer poliester, seperti diperlihatkan pada Tabel 2. Secara umum menunjukkan bahwa peningkatan komposisi serbuk magnet SrM didalam magnet komposit akan meningkatkan harga kekuatan tariknya. Disamping itu penambahan *coupling agent* juga berpengaruh pada harga kekuatan tarik magnet kompositnya.

Mengingat kekuatan tarik komposit dipengaruhi oleh bahan penyusunnya seperti serbuk magnet dan polimer termoset, bila bahan penyusun magnet komposit dengan serbuk magnet yang sama yaitu SrM maka sifat kekuatan tarik magnet komposit dipengaruhi oleh sifat kekuatan tarik polimer yaitu epoksi atau poliester. Kekuatan magnet komposit dengan perekat polimer epoksi mempunyai harga yang lebih besar dibandingkan dengan polimer poliester untuk komposisi serbuk magnet SrM yang sama. Begitu juga untuk magnet komposit dengan penambahan *coupling agent*, diperoleh hal yang sama, yaitu magnet komposit dengan perekat epoksi lebih besar harga kekuatan tariknya dibandingkan dengan polimer poliester (lihat Tabel 1 dan Tabel 2). Hal ini dikarenakan pada struktur molekul epoksi mempunyai gugus fungsi hidroksil polar dan eter sehingga interaksi dengan serbuk magnet SrM maupun dengan *coupling agent* akan lebih kuat bila dibandingkan dengan poliester.

Hal yang sama berlaku untuk magnet komposit yang terbentuk dari perakat epoksi atau poliester dengan serbuk magnet BaM, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3 dan Tabel 4, dibawah ini :

Tabel 3. Kekuatan tarik magnet komposit berbasis beksaferrit BaM dengan perakat epoksi.

No	Jumlah <i>Coupling Agent</i> (mL)	Komposisi BaM (%v/v)		
		40	50	60
1.	5	264,2	350,9	352,0
2.	10	336,5	351,3	356,6

Tabel 4. Kekuatan tarik magnet komposit berbasis beksaferrit BaM dengan perakat poliester.

No	Jumlah <i>Coupling Agent</i> (mL)	Komposisi BaM (%v/v)		
		40	50	60
1.	5	66,4	85,6	148,3
2.	10	73,9	98,0	169,2

Dari Tabel 3 terlihat bahwa dengan meningkatnya fraksi volume serbuk magnet BaM terhadap perakat epoksi, kekuatan tarik yang diperoleh semakin kuat. Artinya komposisi dari fraksi volume 40%, 50% dan 60% mempunyai kekuatan tarik yang cenderung meningkat (lihat Tabel 3). Hal yang sama berlaku untuk magnet komposit dengan polimer poliester (lihat Tabel 4), kekuatan tarik magnet komposit mengalami peningkatan dengan komposisi serbuk magnet BaM yang semakin besar.

Dilihat dari pengaruh penambahan *coupling agent* 5 mL dan 10 mL, menunjukkan bahwa kekuatan tarik (*tensile strength*) magnet komposit untuk penambahan 10 mL *coupling agent* mempunyai harga yang lebih kuat dibanding penambahan 5 mL *coupling agent*. Hal ini dikarenakan dengan adanya *coupling agent* maka terbentuk jembatan antara molekul polimer dengan serbuk magnet sehingga kekuatan tarik semakin besar. Oleh sebab itu penambahan *coupling agent* 10 mL mempunyai kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan dengan penambahan *coupling agent* 5 mL karena jembatan molekul yang terbentuk juga akan semakin banyak.

Bila dibandingkan kekuatan tarik magnet komposit dengan perakat yang berbeda yaitu epoksi dan poliester maka diperoleh hasil bahwa kekuatan tarik magnet komposit dengan perakat epoksi lebih besar kekuatan tariknya dibandingkan dengan polimer poliester, seperti dijelaskan sebelumnya perbedaan tersebut diatas dikarenakan struktur molekul polimernya (lihat Tabel 3 dan Tabel 4).

Untuk magnet komposit dengan perakat yang sama seperti epoksi dengan serbuk magnet berbeda yaitu SrM atau BaM (lihat Tabel 1 dan Tabel 3) dan perakat polimer poliester dengan serbuk magnet SrM atau BaM (lihat Tabel 2 dan Tabel 4) menunjukkan bahwa magnet

komposit dengan serbuk magnet BaM mempunyai kekuatan tarik lebih besar dibandingkan magnet komposit dengan serbuk magnet SrM baik dengan perakat polimer epoksi atau poliester. Hal ini dikarenakan dari hasil pengamatan strukturmikro menunjukkan serbuk magnet BaM berbentuk nodular sedangkan SrM berbentuk serpihan, sehingga interaksi dan luas permukaan BaM lebih besar dibandingkan dengan serbuk SrM., begitu juga berlaku untuk kekuatan tariknya.

Analisis Uji Kekerasan

Uji kekerasan secara makro dilakukan dengan menggunakan kekerasan *shore A* menggunakan *indenter* berupa jarum kecil digerakkan oleh pegas yang telah dikalibrasi. Nilai *shore A* menunjukkan jarak atau kedalaman penetrasi yang dikenai *indenter* pada permukaan bahan uji dan nilai ini dapat mengukur tekanan pegas oleh beban. Hasil pengukuran uji kekerasan (*shore A*) ini dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 untuk magnet komposit dengan serbuk SrM dan untuk magnet komposit dengan serbuk BaM terdapat pada Tabel 7 dan Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 5. Kekerasan (*Shore A*) magnet komposit berbasis heksaferrit SrM dengan perakat epoksi.

No	Jumlah <i>Coupling Agent</i> (mL)	Komposisi SrM (%v/v)		
		40	50	60
1.	5	95	94	93
2.	10	96	95	96

Tabel 6. Kekerasan (*Shore A*) magnet komposit berbasis heksaferrit SrM dengan perakat poliester.

No	Jumlah <i>Coupling Agent</i> (mL)	Komposisi SrM (%v/v)		
		40	50	60
1.	5	58	69	76
2.	10	63	74	85

Tabel 7. Kekerasan (*Shore A*) magnet komposit berbasis heksaferrit BaM dengan perakat epoksi.

No	Jumlah <i>Coupling Agent</i> (mL)	Komposisi BaM (%v/v)		
		40	50	60
1.	5	93	94	95
2.	10	94	95	95

Tabel 8. Kekerasan (*Shore A*) magnet komposit berbasis heksaferrit BaM dengan perakat poliester.

No	Jumlah <i>Coupling Agent</i> (mL)	Komposisi BaM (%v/v)		
		40	50	60
1.	5	93	94	95
2.	10	94	95	79

Untuk magnet komposit dengan serbuk magnet yang sama yaitu SrM, menunjukkan harga kekerasan semakin besar dengan peningkatan komposisi serbuk magnet, untuk magnet komposit dengan perekat poliester (Tabel 6) sedangkan untuk perekat epoksi (Tabel 5) tidak terjadi kenaikan yang signifikan dengan bertambahnya komposisi serbuk. Hal ini dikarenakan dalam proses pembuatan magnet komposit, serbuk SrM tidak tersebar merata didalamnya disamping itu juga dipengaruhi oleh bentuk serbuk SrM yang berbentuk serpihan, juga densitas epoksi lebih besar dibandingkan dengan poliester sehingga kekentalan epoksi lebih besar.

Sementara itu karena serbuk magnet BaM berbentuk *nodular* maka distribusi dan sebarannya menjadi lebih merata didalam matriks polimer baik epoksi maupun poliester sehingga kekerasan untuk magnet komposit akan semakin besar dengan penambahan komposisi serbuk magnet BaM (lihat Tabel 7 dan Tabel 8).

Pengaruh penambahan *coupling agent* terhadap kekerasan magnet komposit memperlihatkan bahwa semakin besar kandungan *coupling agent* yang ditambahkan akan semakin besar harga kekerasan. Secara umum hal ini berlaku untuk magnet komposit berbasis heksaferit SrM atau BaM dengan perekat epoksi atau poliester. Hal ini disebabkan dengan semakin banyak penambahan *coupling agent* maka akan semakin meningkatkan kompatibilitas antara serbuk dengan polimer termosetnya.

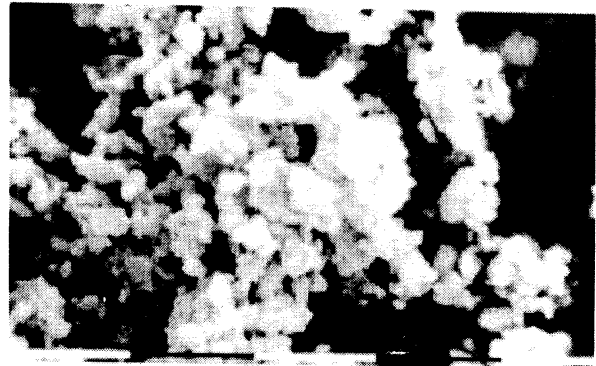
Bila dibandingkan antara matriks epoksi dengan poliester untuk serbuk yang sama, seperti BaM (lihat Tabel 7 dan Tabel 8) menunjukkan bahwa polimer epoksi memiliki nilai kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan polimer poliester. Hal ini disebabkan oleh terdistribusinya serbuk BaM terhadap polimer epoksi lebih merata dibandingkan dengan polimer poliester. Disamping itu densitas polimer epoksi lebih besar dibandingkan dengan polimer poliester sehingga kekentalan lebih besar dan nilai kekerasan menjadi lebih keras untuk polimer epoksi dibandingkan poliester.

Secara umum, kekerasan magnet komposit berbasis serbuk BaM mempunyai harga yang lebih merata, baik dengan perekat yang berbeda (epoksi atau poliester) maupun dengan jumlah penambahan *coupling agent* dibandingkan dengan magnet komposit berbasis serbuk SrM. Hal ini dikarenakan bentuk dan distribusi partikel serbuk magnet yang sangat mempengaruhinya, yaitu BaM berbentuk *nodular* sedangkan SrM berbentuk serpihan, sesuai strukturmikro yang dimiliki.

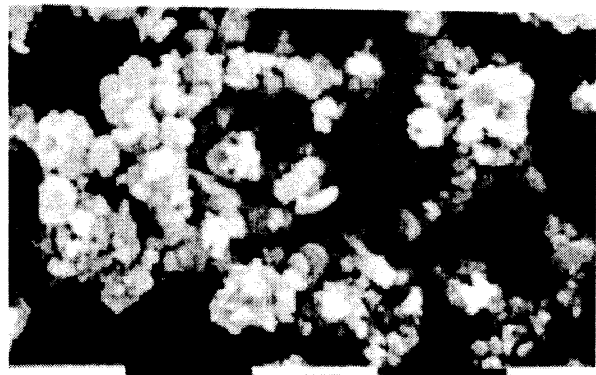
Analisis Strukturmikro

Analisis strukturmikro magnet komposit dilakukan untuk mengetahui bentuk dan distribusi serbuk magnet didalam magnet komposit, sehingga dapat diketahui kontribusinya terhadap sifat mekanik (kekuatan tarik) dan kekerasan magnet komposit.

Gambar 2 menunjukkan hasil pengukuran strukturmikro dengan SEM dari serbuk magnet SrM yang telah ditambahkan *coupling agent* sebesar 10 mL dan Gambar 3 untuk strukturmikro dari serbuk BaM setelah ditambahkan 10 mL *coupling agent*.



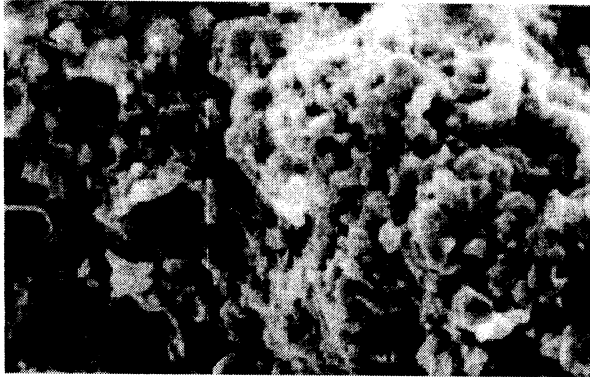
Gambar 2. Strukturmikro serbuk magnet SrM dengan 10 mL *coupling agent*



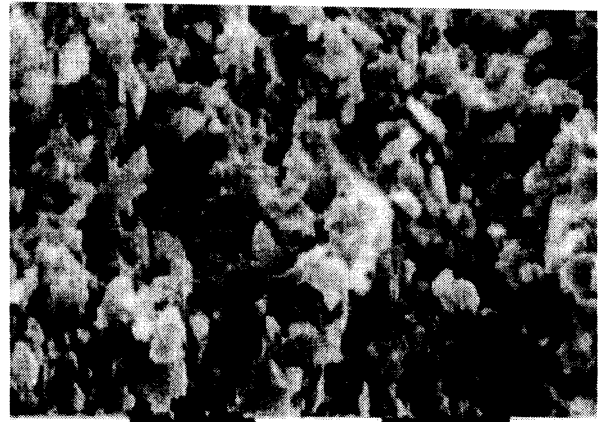
Gambar 3. Strukturmikro serbuk magnet BaM dengan 10 mL *coupling agent*

Dari strukturmikro yang diperoleh menunjukkan bahwa serbuk magnet SrM berbentuk serpihan dengan ukuran sebesar 1,6 μm . Disamping itu distribusi partikel serbuk magnet bersifat *aglomer* artinya tidak terdistribusi secara merata didalam magnet kompositnya. Sedangkan serbuk BaM berbentuk *nodular* dengan ukuran partikel sebesar 1,2 μm . Oleh sebab itu kemampuan BaM untuk terdistribusi ke dalam matriks polimer lebih besar dibandingkan dengan serbuk magnet SrM. Hal ini disebabkan ukuran partikel BaM lebih halus dibandingkan ukuran partikel SrM. Karena ukuran partikel BaM yang lebih halus sehingga tidak terlihat adanya penggumpalan, berbeda dengan ukuran partikel berbasis SrM yang memungkinkan terjadinya gumpalan lebih besar.

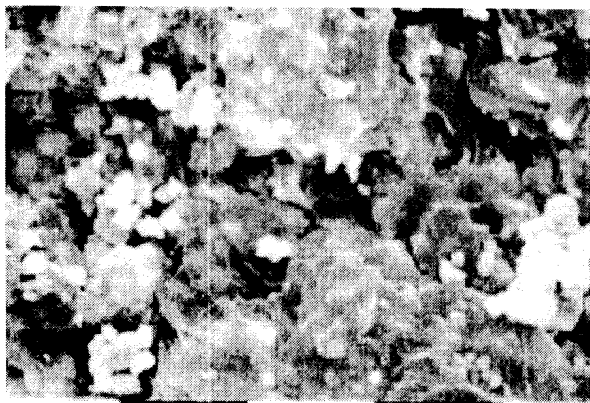
Pada Gambar 4 dan Gambar 5 memperlihatkan strukturmikro magnet komposit terhadap polimer yang sama (poliester) dengan jenis serbuk yang berbeda. Gambar 4 memperlihatkan strukturmikro magnet komposit antara poliester dengan 60 %v/v SrM yang ditambahkan 10 mL *coupling agent*. Sedangkan strukturmikro magnet komposit dengan serbuk magnet BaM seperti Gambar 5.



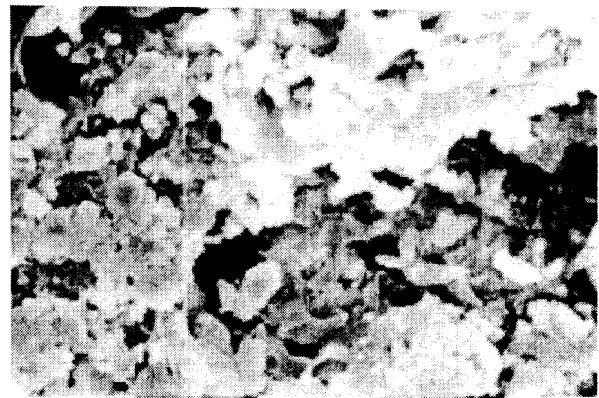
Gambar 4. Strukturmikro magnet komposit berbasis poliester dengan 60 %v/v serbuk SrM dengan 10 mL *coupling agent*.



Gambar 6. Strukturmikro magnet komposit berbasis poliester dengan 50 %v/v serbuk SrM dengan 10 mL *coupling agent*.



Gambar 5. Strukturmikro magnet komposit berbasis poliester dengan 60 %v/v serbuk BaM dengan 10 mL *coupling agent*.



Gambar 7. Strukturmikro magnet komposit berbasis epoksi dengan 50 %v/v serbuk SrM dengan 10 mL *coupling agent*.

Magnet komposit berbasis polimer poliester dengan serbuk BaM (Gambar 5) terlihat lebih terdistribusi secara merata dibandingkan dengan magnet komposit berbasis polimer poliester dengan serbuk SrM (Gambar 4), terlihat pada Gambar 4 serbuk SrM terdapat lebih banyak gumpalan. Oleh sebab itu dengan bentuk ukuran partikel BaM yang lebih halus dibandingkan SrM sehingga memudahkan pengisian ruang volume dalam matriks polimer. Dari hal tersebut diatas, secara umum kekerasan dan kekuatan tarik akan lebih besar magnet komposit dengan serbuk BaM dibandingkan serbuk SrM (lihat Tabel 2 dan Tabel 4 untuk kekuatan tarik dan Tabel 6 dan Tabel 8 untuk harga kekerasan).

Bila dibandingkan antara Gambar 6 dengan Gambar 7, kedua gambar memperlihatkan strukturmikro magnet komposit dengan matriks polimer yang berbeda yaitu poliester (Gambar 6) dan epoksi (Gambar 7) tetapi dengan jenis serbuk yang sama yaitu SrM. Dari hal tersebut diatas menunjukkan bahwa serbuk SrM dalam proses mengisi matriks epoksi menunjukkan penyebaran serbuk yang lebih merata dibandingkan dengan matriks poliester. Oleh sebab itu komposit berbasis epoksi mempunyai kekuatan tarik dan kekerasan yang lebih besar dibandingkan komposit berbasis poliester.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis sifat mekanik, uji kekerasan dan strukturmikro maka dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Secara umum, sifat mekanik (kekuatan tarik) magnet komposit berbasis heksaferit dengan perekat poliester atau epoksi mengalami kenaikan dengan bertambahnya komposisi serbuk magnet baik SrM maupun BaM.
2. Hal yang sama juga berlaku untuk harga kekerasan magnet komposit., yaitu harga kekerasan cenderung meningkat dengan bertambahnya komposisi serbuk magnet baik SrM maupun BaM di dalam magnet kompositnya.
3. Perekat polimer epoksi mempunyai harga kekuatan tarik dan kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan magnet komposit berbasis poliester, baik dengan serbuk SrM maupun dengan serbuk BaM.
4. Strukturmikro dengan SEM menunjukkan bahwa partikel serbuk SrM berbentuk serpihan sedangkan BaM berbentuk *nodular*. Dari bentuk tersebut menyebabkan magnet komposit berbasis BaM

memiliki harga kekuatan tarik dan kekerasan lebih besar dibandingkan magnet komposit dengan serbuk SrM.

5. Penambahan *coupling agent* sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekerasan magnet komposit dan semakin banyak *coupling agent* yang ditambahkan maka semakin besar harga kekuatan tarik dan kekerasan dari magnet kompositnya.

DAFTAR ACUAN

- [1]. ZBIGNIEW D. JASTRZEBSKI, *The Nature and Properties of Engineering Materials*, Edisi II, (1997) 336-339
- [2]. Biro Pusat Statistik, Jakarta, 1997
- [3]. J. GRIFFITH, *Introductions of Electromagnetism (Magnetostatic Fields in Matter)*, Prentice Hall, (1980).
- [4]. SUDIRMAN, RIDWAN, MUJAMILAH, SILVIANI BUDIMAN dan FEBRIYANTIEKA PUTRI, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **3** (2) (2002), 34-38
- [5]. INDRA GUNAWAN, SUDIRMAN, ALOMA K.K., EVY HERTINVYANA, SUGIK S., DAN ARI HANDAYANI, *Jurnal Mikroskopi dan Mikroanalisis*, **5** (2), (2002), 26-31
- [6]. EVI YULIANTI, SUDIRMAN, RIDWAN, DAN DEVI LISTIANA P., *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **3** (2), (2002), 16-20
- [7]. SUDIRMAN, RIDWAN, MUJAMILAH, HANY JULAIHA, DAN ELA HAYATI, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **3** (2), (2002) 21-24
- [8]. SUDIRMAN, RIDWAN, M. IHSAN DAN ALOMA KARO KARO, *Studi Korosi Magnet Komposit Berbasis Heksaferit Dengan Matriks Karet Alam*, Prosiding Seminar Nasional Elektrokimia, Serpong, (2001) 88-96.
- [9]. RIDWAN, SUDIRMAN, MUJAMILAH, WALUYO T., *Sifat-Sifat Magnet Bahan Komposit Karet Alam Dengan $BaO.6 Fe_2O_3$ Dan $SrO. 6 Fe_2O_3$* , Prosiding Seminar Nasional Bahan Magnet I, Serpong, (2000) 72-76
- [10]. ALOMA KARO KARO, SUHARPIYU, MAYA FEBRI, MUJAMILAH, EVIY., SETYOP., RIDWAN DAN SUDIRMAN, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **3** (2), (2002) 10-15
- [11]. IVONNE MESALINA LAHAGU, ALOMA KARO KARO, SUDIRMAN, M.I. MAYA FEBRI, *Resin Epoksi Sebagai Matriks dalam Komposit Magnetostriktif*, Prosiding Seminar Nasional VII Kimia dalam Industri dan Lingkungan, Yogyakarta, (1998)