SIFAT MEKANIK KOMPOSIT MAGNET BERBASIS HEKSAFERIT $SrFe_{12}O_{19}$ DAN $BaFe_{12}O_{19}$ DENGAN PEREKAT KARET ALAM

Waluyo T*, Sudirman, Ridwan**, A. Herman Y*.**

**Jurusan Metalurgi, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.*

*** P3IB-BATAN, Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang.*

ABSTRAK

SIFAT MEKANIK KOMPOSIT MAGNET BERBASIS HEKSAFERIT $SrFe_{12}O_{19}$ DAN $BaFe_{12}O_{19}$ DENGAN PEREKAT KARET ALAM. Telah dilakukan penelitian mengenai sifat mekanik komposit magnet antara serbuk magnet, $SrFe_{12}O_{19}$ (SrM) dan $BaFe_{12}O_{19}$ (BaM) dengan perekat karet alam. Karet alam yang digunakan berupa karet yang terbuat dari lateks tanpa mengalami vulkanisasi. Serbuk SrM memiliki ukuran partikel rata-rata 1,6 μm dan berbentuk pipih, sedangkan partikel serbuk BaM berukuran rata-rata 1,2 μm dengan bentuk agak bulat (nodular). Pembuatan komposit dilakukan dalam Labo Plastomill pada suhu 100°C dengan kecepatan putar pengaduk 30 rpm selama 7 menit. Hasil dari Labo Plastomill selanjutnya dicetak berbentuk lembaran. Sifat mekanik komposit yang diuji adalah tegangan tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan. Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa tegangan tarik komposit SrM paling tinggi dicapai pada komposisi 70% vol. serbuk yakni sebesar 2,22 MPa, sedangkan tegangan tarik komposit BaM yang paling tinggi dicapai pada komposisi 50% vol. Serbuk, yakni 3,84 MPa. Perpanjangan putus komposit SrM menurun dengan bertambahnya fraksi volume serbuk, dimana pada komposisi 70% vol. Serbuk nilainya sebesar 90%, sedangkan untuk komposit BaM perpanjangan putus terendah terjadi pada komposisi fraksi volume 50% serbuk, yakni sebesar 370%. Nilai kekerasan yang paling tinggi untuk komposit SrM dicapai pada komposisi 70%vol. Serbuk, yaitu 95 SHA, dan pada komposit BaM nilai kekerasan tertinggi dicapai pada komposisi 50% vol. Serbuk, yaitu 52 SHA.

Kata kunci : Komposit Magnet, heksaferit, karet alam, *blending*, sifat mekanik.

ABSTRACT

MECHANICAL PROPERTIES OF HEXAFERITE BASED MAGNET COMPOSITE OF $SrFe_{12}O_{19}$ AND $BaFe_{12}O_{19}$ WITH NATURAL RUBBER BONDING AGENT. Research on mechanical properties of magnet composite of $SrFe_{12}O_{19}$ (SrM) and $BaFe_{12}O_{19}$ (BaM) magnet powder with natural rubber bonding agent have been done. The natural rubber used was rubber made of latex without vulcanization. The SrM powder having average particle size of 1,6 μm and flat shaped, and the BaM powder having particle size of 1,2 μm and nodular shaped. The production of composite carried out in Labo Plastomill at 100°C and mixer speed of 30 rpm for 7 minutes. The result obtained from Labo Plastomill then made into sheets. Mechanical properties of the composite tested were strain, elongation break and hardness. The results showed that the highest strain of the SrM composite obtained at composition of 70% vol. of powder that is 2,22 MPa, and 3,84 MPa for BaM composite at 50% vol. of powder. The elongation break of SrM composite decreased by increasing of powder volume fraction, that is 90% at the composition of 70% vol. of powder, and 370% for BaM composite at 50% vol. fraction of powder. The highest hardness for SrM composite obtained at composition of of 70% vol. of powder, that is 95 SHA, and for the BaM composite at 50% vol. of powder, that is 52 SHA.

Key words : Magnet composite, hexaferrite, natural rubber, blending, mechanical properties.

PENDAHULUAN

Bahan magnet yang banyak digunakan umumnya terbuat seluruhnya dari bahan logam atau keramik, yang dibuat melalui proses casting dan sintering. Walaupun memiliki sifat magnetik yang baik, namun bahan tersebut memiliki beberapa kekurangan, antara lain; berat, kaku (rigid), rapuh (brittle) dan biaya produksi yang relatif mahal.

Aplikasi bahan magnet yang meluas di berbagai bidang mendorong dikembangkannya bahan magnet yang memenuhi sifat-sifat yang diinginkan, inovatif dan memiliki daya saing. Pembuatan komposit magnet merupakan jalan keluar yang sangat baik dan banyak dikembangkan dewasa ini.

Vol. 2 No. 1, Oktober 2000, hal :25 - 30
ISSN : 1411-1098

Dalam pemakaiannya, sifat bahan magnet yang diinginkan tidak hanya kekuatan magnet yang tinggi, melainkan sifat-sifat lainnya, seperti sifat mekanik, juga mendukung untuk mendapatkan bahan magnet yang kuat. Sifat mekanik bahan magnet hasil *casting* dan *sintering* umumnya memiliki modulus yang tinggi namun mudah patah *(brittle)*. Sehingga perlu dibuat suatu bahan magnet komposit dengan pengikat yang ulet (tidak mudah patah) dan rapat jenis yang rendah untuk mendapatkan komposit magnet yang ringan dan kuat.

Perkembangan produksi komposit magnet berbasis heksaferit lebih baik dibandingkan dengan komposit magnet lain. Berdasarkan data [1], nilai penjualan komposit magnet ferit di Cina lebih tinggi dari pada komposit magnet NdFeB, yaitu 52 juta U$D untuk komposit magnet ferit dan 13,5 juta U$D untuk komposit magnet NdFeB, pada tahun 1998. Harga rata-rata penjualan di Cina untuk komposit magnet ferrite sebesar 6,5 $/kg, lebih tinggi dari *sintered ferrite* yang hanya sebesar 2,4 $/kg, sehingga pembuatan komposit magnet ferrite memiliki nilai tambah yang lebih tinggi dibandingkan dengan *sintered ferrite*. Data Biro Pusat Statistik (BPS) [2], menunjukkan data pemakaian magnet di berbagai industri, namun tidak memberikan spesifikasi magnet yang lengkap. Walaupun demikian dapat diperoleh informasi bahwa konsumsi magnet untuk industri mainan dan rumah tangga cukup tinggi, memberikan harapan yang baik pada produksi komposit magnet ferrite.

Dalam penelitian ini, tujuan yang ingin dicapai antara lain; untuk membuat bahan magnet berperekat karet (komposit magnet) yang ringan, tidak mudah patah, dan memiliki kekuatan tarik yang tinggi, mempelajari perilaku interaksi antara karet alam sebagai matriks dengan serbuk magnet ketika dicampur pada proses pencampuran, seperti sebaran serbuk dalam matriks, serta kompatibilitas matriks dengan serbuk, dan menentukan fraksi volume yang optimal sehingga diperoleh bahan magnet dengan sifat mekanik sesuai dengan yang diinginkan.

DASAR TEORI

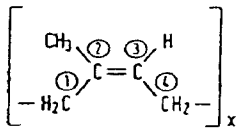
Komposit adalah kombinasi dua/lebih bahan yang berbeda secara kimia dan fisika, menjadi satu kesatuan bahan dengan sifat-sifatnya yang merupakan fungsi dari sifat-sifat bahan penyusunnya. Ada pula definisi lain yang menyatakan bahwa komposit merupakan kombinasi bahan yang sengaja dibuat untuk tujuan tertentu, dimana menurut definisi ini, suatu bahan yang terdiri dari beberapa bahan yang berbeda dan terjadi secara alamiah, misalnya baja, tidak termasuk bahan komposit.

Bahan komposit magnet merupakan bahan magnet yang diikatkan dalam matriks non-magnetik. Bahan magnet yang umum digunakan adalah serbuk heksaferit, dengan bahan pengikat/matriks berupa karet, sehingga banyak yang menamakan bahan ini sebagai *plastoferit*. Sebagaimana halnya komposit, sifat-sifat yang berbeda dari kedua komponen penyusunnya dapat digabungkan sehingga diperoleh komposit dengan sifat-sifat sesuai yang diinginkan. Karena adanya bahan non magnetik dalam komposit, maka sifat magnetik bahan tersebut menjadi lebih rendah dibandingkan jika bahan tersebut seluruhnya dari bahan magnetik.

Komposit magnet pertama kali ditemukan oleh Max Baermann pada tahun 1934[3]. Penemuan ini berawal ketika magnet AlNiCo yang dimilikinya jatuh hingga pecah berkeping-keping, akibat sifatnya yang rapuh. Untuk menggabungkannya kembali, pecahan-pecahan magnet tersebut disatukan dengan perekat, sehingga diperoleh magnet yang utuh kembali. Akhirnya lahirlah gagasan untuk membuat magnet yang diikat dengan resin fenolik, dimana magnet dibuat dengan mencampur bahan magnet dengan resin fenolik yang kemudian dikompaksi untuk memperoleh bentuk akhir dengan pemanasan dan tekanan.

Sejauh ini bahan magnet permanen yang paling banyak digunakan adalah ferit, karena memiliki sifat magnetik yang baik, *low cost*, dan bahan bakunya melimpah. Sebagaimana namanya, magnet ferit dibuat oksida besi Fe_2O_3. Jenis ferit sendiri ada dua macam, yakni ferit lunak *(soft ferrite)*, dengan rumus $MO.Fe_2O_3$ dimana M adalah unsur logam, yang memiliki struktur kubik pusat ruang (bcc), serta ferit keras *(hard ferrite)*, dengan rumus $MO.6Fe_2O_3$ diaman M biasanya Barium (Ba) atau Stronsium (Sr), yang memiliki struktur heksagonal dan bersifat ferimagnetik.

Untuk mengikat serbuk magnet diperlukan suatu bahan pengikat yang baik. Bahan polimer merupakan pengikat yang baik karena memiliki sifat mampu-basah yang baik, ringan, mudah dibentuk dan murah.



cis-1, 4 polyisoprene
(NR / IR)

Gambar 1. cis-1,4 polyisoprene (karet alam).

Karet alam merupakan bahan elastomer yang dibuat secara komersial dari lateks. Karet alam memiliki struktur kimia *cis*-1,4 poliisopren dan berupa polimer rantai panjang (berat molekul rata-rata 5 x 10^5 gr/mol) serta memiliki struktur [4]:

Sebagai bahan komposit, sifat-sifat fisik/mekanik plastoferit merupakan kombinasi dari sifat-sifat fisik/mekanik bahan-bahan penyusunnya. Untuk mendapatkan bahan magnet yang memiliki sifat mekanik yang baik, maka diperlukan matriks yang memiliki sifat-sifat sesuai dengan yang ingin dicapai pada bahan kompositnya. Misalnya, untuk mendapatkan bahan dengan kerapatan yang rendah, dan fleksibilitas yang tinggi, maka bahan karet sangat cocok digunakan sebagai

matriks, dimana sifat ini tidak terdapat pada bahan magnet ferit.

Kekuatan bahan komposit dapat diramalkan dengan mengetahui kekutan masing-masing bahannya. Berdasarkan persamaan untuk komposit, modulus elastisitas plastoferit dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan [5,6];

$$E_c = \nu_m E_m + \nu_p E_p \quad \ldots\ldots\ldots (1.a) \text{ atau}$$

$$E_C = \frac{E_m \cdot E_f}{E_m \cdot \nu f + E_f \cdot \nu_m} \quad \ldots\ldots\ldots (1.b)$$

Persamaan (1.a) disebut sebagai *upper bound* dan persamaan (1.b) sebagai *lower bound*. Modulus sesungguhnya akan terletak diantara kedua persamaan tersebut. Sedangkan kekakuan komposit dapat dihitung dengan menentukan modulus geser komposit, yang dirumuskan sebagai berikut;

$$G_c = G_m (1 + 2{,}5\nu_p + 14{,}1\nu_p^2) \ldots\ldots\ldots (2)$$

Dimana G_c dan G_m masing-masing adalah modulus geser komposit dan matriks, serta ν_p adalah fraksi volume partikel. Karena

$$\frac{\eta c}{\eta m} = \frac{Gc}{Gm} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

maka

$$\eta_c = \eta_m (1 + 2{,}5\nu_p + 14{,}1\nu_p^2) \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

dimana η_c dan η_m adalah masing-masing viskositas komposit dan viskositas matriks.

Berdasarkan persamaan (1), modulus elastisitas komposit lebih dipengaruhi oleh partikel serbuknya, karena modulus karet alam jauh lebih rendah dibandingkan dengan modulus serbuk. Sedangkan modulus kekakuan dan viskositas dipengaruhi oleh modulus dan viskositas matriksnya, dan meningkat secara kuadrat dengan meningkatnya fraksi partikel serbuk.

Namun, untuk mencapai nilai optimalnya, perlu diberikan suatu *coupling agent* untuk membantu mengikat partikel dengan matriksnya. Umumnya ditambahkan bilamana sifat adesif antara partikel dengan matriks kurang baik.

TATA KERJA

Dalam penelitian ini, bahan-bahan yang digunakan untuk membuat benda uji komposit magnet adalah serbuk heksaferit $SrO.6Fe_2O_3$ (SrM) yang sudah dikalsinasi pada suhu 1200°C sebagai bahan dasar magnet, dan bahan karet alam (1,4 Isoprene) sebagai bahan pengikat serbuk, serta heksaferit $BaO.6Fe_2O_3$ (BaM) sebagai pembanding terhadap sifat mekanik komposit magnet berbasis SrM.

Proses pencampuran dilakukan dalam Labo Plastomill model 30R150 di Laboratorium Teknologi Industri, P3TIR-BATAN, dengan suhu operasi 100°C selama 7 menit dengan kecepatan putaran pengaduk 30 rpm. Dari proses ini diharapkan mendapatkan bahan komposit dengan tingkat sebaran serbuk yang homogen dalam matriksnya. Untuk mendapatkan benda uji, bahan hasil pencampuran kemudian dipress sehingga diperoleh benda uji berbentuk lembaran/film.

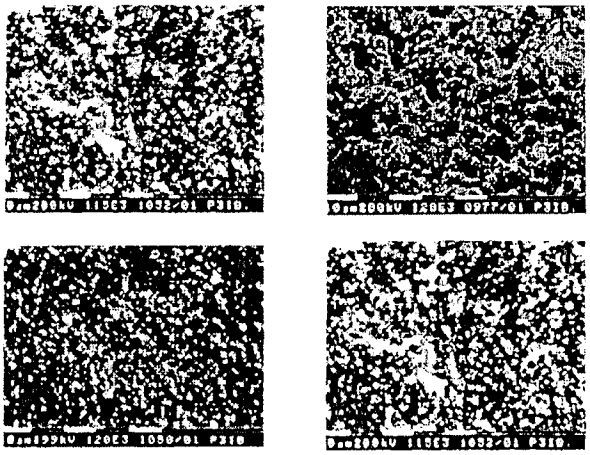
Pengujian sifat mekanik pada benda uji ada dua, yaitu uji tarik dan uji kekerasan *(Hardness Test)*. Uji tarik dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik **Toyoseiki** di Laboratorium Teknologi Industri, P3TIR-BATAN, dan berdasarkan standar ASTM 412. Sampel uji tarik dipasang dalam mesin uji tarik dan ditarik hingga putus dengan kecepatan tarik *(cross head speed)* 150 mm/menit dan kecepatan pada kertas grafik *(chart speed)* sebesar 20 mm/menit.

Uji kekerasan benda uji dilakukan dengan menggunakan metode *Shore A* (durometer) merk Zwick, sesuai dengan standar DIN53505 dan ISO R868, dan pembebanan 1 kg. Pengujian dilakukan dengan menempatkan indentor 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 sudah mencapai posisi stabil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Pada Gambar 2, ada beberapa contoh struktur mikro komposit dengan pengisi partikel serbuk SrM atau BaM. Dari pengamatan struktur mikronya, terlihat bahwa untuk komposit SrM memiliki sebaran partikel serbuk yang kurang merata dibanding dengan komposit BaM.



Gambar 2. Struktur mikro komposit. (a) komposit dengan 60% vol. SrM, (b) komposit dengan 70% vol. SrM, (c) komposit dengan 30%vol. BaM, dan (d) komposit dengan 50%vol. BaM.

Vol. 2 No. 1, Oktober 2000, hal :25 - 30
ISSN : 1411-1098

Bahkan untuk komposit BaM, semua komposisi dari 30-50% fraksi volume serbuk BaM memiliki sebaran yang merata. Untuk komposit SrM 70% serbuk terlihat bahwa partikel tersebar cukup merata, namun tampak bahwa karet tidak dapat mengikat partikel dengan baik akibat fraksi volume yang cukup rendah. Pada komposit SrM juga terlihat bahwa partikel serbuknya cenderung untuk teraglomerasi dalam matriksnya. Komdisi-kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan kekuatan tarik dari kompositnya.

Penting untuk diketahui bahwa partikel serbuk SrM memiliki ukuran rata-rata 1,6 μm dan berbentuk pipih, sedangkan partikel serbuk BaM memiliki ukuran partikel 1,2 μm dengan bentuk bulat (nodular). Dengan perbedaan karakteristik tersebut memungkinkan adanya perbedaan sebaran partikel dalam matriks antara kedua jenis serbuk tersebut.

Hasil Uji Mekanik

Ada dua sifat mekanik yang diuji untuk benda uji komposit, yakni uji tarik dan uji kekerasan. Dari uji tarik dapat diketahui tegangan tarik dan perpanjangan putus komposit waktu ditarik hingga putus, sedangkan dari uji tarik dapat dilihat nilai kekerasan kompositnya. Data-data hasil pengujiannya dapat dilihat dalam Tabel 1.

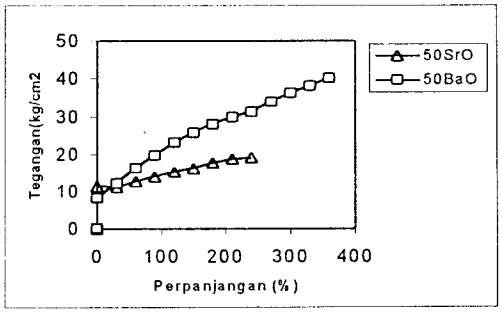
Tabel 1. Data Sifat Mekanik Benda Uji

Benda uji	TS rata2 (MPa)	Perpanjangan (%)	Kekerasan (Shore A)
KA	0,51	810	20
KA30SR	2,02	520	42
KA40SR	1,77	340	50
KA50SR	1,74	260	62
KA60SR	1,57	90	86
KA70SR	2,22	0	95
KA30BA	2,27	560	27
KA40BA	3,17	540	37
KA50BA	3,84	370	52

Ket::
·*KA30BA = komposisi 30% serbuk BaM dan 70% karet alam.*
·*KA30SR = komposisi 30% serbuk SrM dan 70% karet alam.*
·*KA = karet alam*

Pengaruh Ukuran dan Bentuk Serbuk Terhadap Sifat Mekanik Komposit

Sifat mekanik bahan komposit sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik dan mekanik bahan-bahan penyusunnya. Ukuran dan bentuk partikel serbuk dapat mempengaruhi modulus elastisitas dan kekuatan bahan komposit, seperti halnya bentuk dan ukuran fasa penguat pada baja yang dapat mempengaruhi kekuatan baja tersebut [7,8]. Sama halnya dengan yang diungkapkan oleh Matthews dan Rawlings [6], 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 kedalam matriks yang lebih baik daripada serbuk dengan ukuran yang lebih besar dengan bentuk serpihan. Ini ditunjukkan dengan hasil pengujian tarik benda uji pada Gambar 3, yang menunjukkan bahan komposit berbasis BaM, pada fraksi volume 50% serbuk, memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 3,84 MPa, lebih tinggi dari kekuatan tarik komposit SrM yang hanya sebesar 1,74 MPa, pada fraksi volume yang sama (lihat juga Tabel 1). Hal ini disebabkan antara lain karena distribusi serbuk BaM yang lebih homogen dalam matriks, sehingga distribusi kekuatan komposit juga lebih kuat dan merata. Faktor lain yang memungkinkan adalah karena ukuran partikel yang lebih halus memiliki luas permukaan kontak (dengan perbandingan fraksi volume yang sama) yang lebih besar, sehingga ikatan antara permukaan serbuk dengan matriks karet menjadi lebih kuat.



Gambar 3. Perbandingan kekuatan tarik antara bahan komposit 50%BaM dengan komposit 50% SrM.

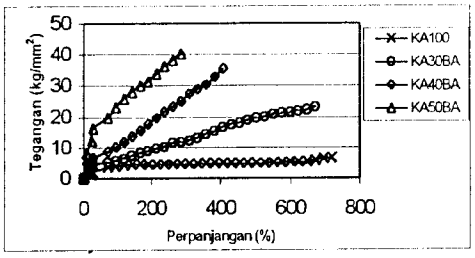
Pada dasarnya, penguat berbentuk partikel secara makro memiliki dimensi yang hampir sama ke segala arah [6]. Tapi jika dilihat secara mikro bentuk-bentuk partikel dapat bulat, kubus, pelat/pipih, dan bentuk-bentuk lain yang tidak beraturan, dan bentuk-bentuk partikel tersebut dapat mempengaruhi sifat mekaniknya. Sebagai contoh, partikel berbentuk pipih, seperti halnya pada serbuk SrM, bisa menjadi penyebab penurunan kekuatan bahan, karena dapat menyebabkan konsentrasi tegangan pada ujung-ujung partikel yang lancip. Namun, jika arah dan bentuk partikel dalam komposit diatur dalam arah tertentu *(preferred orientation)*, maka dapat meningkatkan kekuatan mekanik maupun magnetik komposit dalam arah tersebut, dan komposit disebut sebagai bahan *anisotropik* [6,9].

Ukuran partikel juga dapat mempengaruhi kekerasan bahan komposit. Tidak seperti kekuatan tarik bahan, kekerasan menurun dengan ukuran partikel yang lebih halus. Hal ini dapat dilihat dalam Tabe 1 yang menunjukkan bahwa, untuk fraksi volume yang sama, kekerasan komposit BaM lebih rendah dibandingkan dengan komposit SrM.

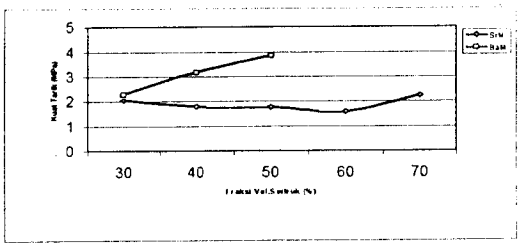
Pengaruh Fraksi Volume Serbuk Terhadap Sifat Mekanik Komposit

Salah satu tujuan untuk membuat komposit magnet adalah untuk mendapatkan sifat mekanik bahan yang lebih baik, terutama dalam hal tingkat fleksibilitas bahan. Bahan magnet hasil casting maupun sintering umumnya keras dan mudah patah. Penggunaan karet alam sebagai pengikat dimaksudkan untuk mengurangi sifat-sifat tersebut.

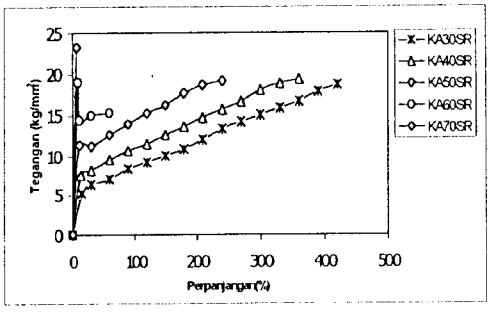
Karet alam tanpa partikel serbuk, kekuatan tariknya sangat rendah yaitu 0,51 MPa dengan elongasi maksimum 810% (lihat Tabel 1). Jika karet alam diberi pengisi *(filler)* berupa serbuk magnet, dan disebut sebagai komposit magnet, maka kekuatan tariknya akan mengalami kenaikan, seperti yang terlihat dalam Gambar 5 dan Gambar 6.Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5, kekuatan tarik karet alam paling rendah dibanding kompositnya, namun perpanjangan putusnya paling besar. Secara umum, baik komposit berbasis SrM maupun BaM, kekuatan tarik meningkat, walaupun kenaikannya sangat kecil. Namun, jelas sekali tampak bahwa perpanjangan maksimum komposit menurun dengan meningkatnya fraksi volume serbuk.



Gambar 4. Kurva Tegangan-Regangan komposit berbasis serbuk SrM.



Gambar 5. Kurva Tegangan-Regangan karet alam dan komposit berbasis serbuk BaM



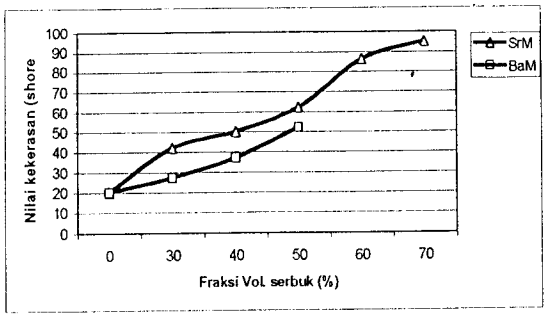
Gambar 6. Perbandingan kekuatan tarik komposit SrM dengan BaM sebagai fungsi fraksi volume serbuk.

Gambar 6 berikut membandingkan kekuatan tarik komposit SrM dengan BaM.

Kekuatan tarik komposit BaM mengalami kenaikan yang cukup berarti, sedangkan komposit SrM hampir tidak mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena sebaran partikel serbuk pada komposit SrM kurang merata. Namun, secara umum dapat dikatakan bahwa kekuatan komposit meningkat dengan bertambahnya fraksi volume serbuk, hal ini dapat dipahami karena, sesuai dengan persamaan (1.a) dan (1.b), modulus komposit akan meningkat dengan bertambahnya fraksi serbuk dan kenaikan modulus jauh lebih besar dengan bertambahnya fraksi serbuk dibandingkan dengan bertambahnya fraksi karet ($E_{serbuk} >> E_{karet}$).

Dari data-data pengujian tersebut, jelas bahwa pada bahan komposit terjadi mekanisme penguatan *(re-inforcement)* oleh adanya partikel serbuk. Ada 2 hal yang mungkin dapat menyebabkan terjadinya mekanisme penguatan komposit oleh partikel serbuk. Yang pertama adalah karena partikel serbuk memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dari karet alam, yaitu sekitar $1,4 \times 10^6$ kg/cm² untuk bahan BaM jauh lebih besar dari modulus elastisita karet. Dan yang kedua adalah adanya ikatan permukaan yang kuat antara matriks dengan partikel serbuk. Mekanisme utama yang munkgin terjadi pada daerah kontak antara partikel dengan matriks adalah adsorpsi dan pembasahan *(wetting)*, interdifusi, gaya tarik elektrostatika, ikatan kimia dan ikatan mekanik, maupun kombinasi dari ikatan-ikatan tersebut [6]. Kemampu basahan matriks terhadap penguat merupakan faktor penting dalam pembuatan komposit karena dengan sifat ini matriks dapat mengikat partikel serbuk. Ikatan-ikatan lainnya sangat dipengaruhi oleh jenis matriks ataupun penguatnya, sebagai contoh ikatan interdifusi dapat terjadi jika matriksnya berupa polimer

Dari Gambar 7 dapat ditunjukkan bahwa kekerasan komposit meningkat dengan bertambahnya fraksi volume serbuk. Hal ini disebabkan karena kekerasan serbuk jauh lebih tinggi dari karet alam, dan semakin banyak partikel serbuk dalam matriks karet alam maka kekerasannyapun akan meningkat.



Gambar 7. Perbandingan nilai kekerasan komposit berbasis SrM dengan BaM sebagai fungsi fraksi volume serbuk.

KESIMPULAN

Hasil-hasil yang telah dicapai pada penelitian ini

Vol. 2 No. 1, Oktober 2000, hal : 25 - 30
ISSN : 1411-1098

adalah sebagai berikut:

- Dari analisis struktur mikro dapat diketahui bahwa karet alam mampu mengikat partikel serbuk dengan baik, yang diakibatkan oleh sifat mampu-basah yang baik dari karet alam terhadap kedua jenis serbuk magnet SrM dan BaM. Namun, dari sebaran partikel serbuk terlihat bahwa sebaran partikel SrM dalam matriks kurang merata dibandingkan dengan sebaran partikel BaM. Bahkan pada komposit SrM terjadi penggumpalan (aglomerasi) partikel serbuknya.
- Secara mekanik, partikel serbuk magnet memberikan pengaruh penguatan pada kompositnya dan meningkat dengan naiknya fraksi volume serbuk. Hal ini sesuai untuk komposit BaM, namun tidak terjadi pada komposit SrM dimana dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kekuatannya relatif tidak berubah. Hal ini diduga akibat oleh tidak meratanya sebaran partikel serbuk sehingga distribusi tegangan tidak sama pada benda uji komposit SrM.

Berdasarkan hasil-hasil tersebut diatas, dapat disimpulkan bahwa :

- Pentingnya mengontrol kehomogenan sebaran partikel serbuk dalam matriks karet alam, dan ini juga berarti perlu mengontrol bentuk, ukuran dan distribusi ukuran partikel serbuknya.
- Pada tahap ini, untuk komposit SrM, peningkatan jumlah fraksi volume serbuk diikuti dengan penurunan sifat mekanik (ksususnya tegangan tarik) sehingga dalam penggunaannya perlu dilakukan kompromi/pertimbangan-pertimbangan tertentu. Kemungkinan peningkatan sifat mekanik untuk fraksi volume serbuk yang tinggi adalah dengan meningkatkan sebaran partikel sehomogen mungkin atau dengan penambahan *coupling agent*.

SARAN

Ada kemungkinan bahwa ukuran dan bentuk partikel mempengaruhi kehomogenan partikel serbuk dalam matriks, serta sifat mekanik bahan, sehingga perlu dikaji lebih lanjut untuk menentukan ukuran dan bentuk partikel serbuk yang paling optimal.

DAFTAR ACUAN

[1]. MIYAHARA, *"Ferrite Permanent magnet Industry for Card & Tape application, Dai Nihon Inki Chemical Company"*, dipresentasikan pada *2nd International* Symposium on Magnetic Industry di China. 1999, hal: 67-73.

[2]. Biro Pusat Statistik. Jakarta. 1997.

[3]. MagneticMetersystems-Resin-bonded-magnets. http://www.magneticsystems.com/resin1.htm

[4]. NAGDI, KHAIRI, RUBBER, *An Engineering material: Guideline for Users*, Hanser Publisher. Barcelona. (1993).

[5]. OKTORA, BENI, *"Studi Pengaruh Temperatur Perendaman terhadap Kekuatan Tekan Komposit Serat gelas/Poliester"*, Tugas Akhir, Jurusan Metalurgi FTUI, Depok. 1996.

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

[7]. ANGUS, H.T., *Cast Iron: Physical and Engineering Properties*, London, (1976).

[8]. DAVIS, J.R., *Cast Iron, ASM Specialty Handbook*, (1996).

[9]. HULL, DEREK, *An Introduction to Composite Materials*, Press University of Cambridge Publisher Inc., New York (1981).

Nama Penanya : **Ela** (institut Sains Teknologi Al-Kamal)

Pertanyaan :

1. Sejauh mana pengaruh Temperatur pada proses pembentukan komposit Magnet terhadap sifat Magnet ?
2. Temperatur blending yang digunakan 100°C, padahal bisa sampai temperatur 181°C. Kenapa dipilih 100°C.

Jawaban :

1. Temperatur sangat berpengaruh pada pembentukan komposit magnet, dimana dalam pembentukannya karet alam mengalami swelling oleh ada pemanasan, kemudian serbuk magnet (SrM atau BaM) masuk ke dalamnya sehingga terbentuk magnet komposit.
2. Sebenarnya disarankan proses belnding pada suhu 181°C dan sebaiknya proses dilakukan dibawah 181°C. Pemilihan suhu 100°C sebenarnya tidak direkomendasi.

Nama Penanya : **Siti Wardiyati** (P3IB)

Pertanyaan :

1. Apabila suhu blending dinaikkan menjadi ± 181,17°C, Apakah tidak berpengaruh terhadap stuktur daripada SrM ataupun BaM ?
2. Apakah yang terjadi bila suhu blending mendekati 300°C.

Jawaban :

1. Suhu blending dinaikkan sampai 181,17°C tidak berpengaruh pada struktur SrM atau BaM, karena SrM atau BaM dalam bentuk oksida ($SrO_6Fe_2O_3$ atau $BaO_6Fe_2O_3$) yang mempunyai titik leleh tinggi (± 1300°C).
2. Bila suhu blending mendekati 300°C maka karet alam sebagai matriks tidak dapat digunakan karena melebihi titik lelehnya.