Jurnal Sains Materi Indonesia
Indonesian Journal of Materials Science

Volume 3 No. 2, Pebruari 2002, hal : 10 - 15
ISSN : 1411-1098

APLIKASI RESIN POLIESTER DAN EPOKSI DALAM PENGEMBANGAN *RIGID BONDED MAGNET*

Aloma Karo Karo[1], Suharpiyu[2], Maya Febri[1], Mujamilah[1], Evi Y.[1], Setyo P.[1], Ridwan[1] dan Sudirman[1]

[1]*Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) – BATAN*
Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang 15314
[2]*Teknik Metalurgi, FT- Universitas Indonesia , Depok*

ABSTRAK

APLIKASI RESIN POLIESTER DAN EPOKSI DALAM PENGEMBANGAN *RIGID BONDED MAGNET*. Kebutuhan akan bahan magnet berupa *Rigid Bonded Magnet* (RBM) terus meningkat sesuai dengan tuntutan aplikasinya. Pengembangan *Rigid Bonded Magnet* tersebut meliputi teknologi proses pembuatan serbuk magnet dan metoda perekatan bahan magnet dalam bentuk komposit. Komposit dibuat dengan cara mencampurkan serbuk magnet MQP-0 (NdFeB) kedalam matriks yang terdiri dari campuran poliester dengan bahan pengeras (*hardener*) atau epoksi dengan bahan pengeras, diaduk sampai homogen dan kental, kemudian dimasukkan dalam *dies* berbentuk silinder dan diberi tekanan. Pada penelitian ini, dilakukan optimalisasi matrik poliester dan epoksi, yang meliputi pengaruh pelarut terhadap matrik, komposisi komposit, dan pengaruh pemanasan*(curing)* terhadap komposit. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa komposisi matrik yang terbaik adalah 2 g resin poliester : 100 µl mekpo untuk matrik poliester dan perbandingan antara epoksi dengan versamid adalah 1:1 untuk matrik epoksi. Pengenceran matrik dengan pelarut toluen sangat mendukung dalam meningkatkan fraksi volume magnet, namun volume pelarut harus dikontrol sehingga tidak merusak matrik. Uji kekerasan menunjukkan komposit *Rigid Bonded Magnet* bermatrik epoksi lebih keras dibanding matrik poliester, dan proses pemanasan(*curing*) memperkuat gaya adhesi antara muatan serbuk magnet dengan matrik dalam komposit yang ditunjukkan dengan naiknya nilai kekerasan. Fraksi volume serbuk magnet tertinggi diperoleh sebesar 80 % dalam matrik poliester dan epoksi, dengan nilai kuat medan magnet sebesar 1753 Gauss untuk komposit MQP-0 (Nd-Fe-B).

Kata kunci *: Bonded magnet,* komposit, *curing,* resin.

ABSTRACT

THE APPLICATION OF POLYESTER AND EPOXY RESIN IN *RIGID BONDED MAGNET* DEVELOPMENT. The need of *Rigid Bonded Magnet* (RBM) materials increases rapidly following its required applications. The development of *Rigid Bonded Magnet* includes the preparation process of magnet powder and the binding methode of magnet materials into composites. The composites were prepared as follows : mixing the magnet powder with matrix, e.g. polyester or epoxy resin, and hardening agent until homogen, adding the mixture to a silinder dies, and giving pressure to the dies. In this study, the preparation of polyester and epoxy as matrix has been optimized which included the influence of solvent to the matrix and composition of the composites, and the influence of *curing* process to the composites. The results show that the best composition for polyester matrix is 2 g polyester resin : 100 µl mekpo, and that the best ratio of epoxy and versamid is 1 : 1 for epoxy matrix. The dillution of matrix with toluene was necessary to increase the volume fraction of magnet powder, but the volume of toluene has to be controlled so that it will not destroy the matrix. The results of mechanical characterization show that RBM based on epoxy matrix is harder than RBM based on polyester matrix, and that the *curing* process makes the adhesion between powder and matrix stronger as can be seen from the increased tensile strength values. The highest powder volume fraction in both polyester and epoxy matrix was 80 % with magnetic field value of 1753 Gauss for MQP-0 composite(NdFeB).

Key words : Bonded magnet, composite, curing, resin.

PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade belakangan ini kebutuhan bahan magnet meningkat dengan pesat. Hal yang sama perkembangan dramatis dibidang magnet terjadi sejak di temukannya magnet berbasis logam tanah jarang(*rare earth permanent magnets*) seperti RE-Co, REFeB, NdFeB dll [1]. Pengembangan *Rigid Bonded Magnet* (RBM) berbasis logam tanah jarang (NdFeB) untuk magnet permanen dan TbDyFeB untuk bahan magnetostriktif telah dirintis sejak tahun 1997 di P3IB-BATAN, dengan menggunakan polimer sebagai *binder*.

Bonded magnet merupakan suatu komposit magnet yang dibuat dari serbuk magnet yang dicampur dengan bahan matrik/pengikat (*binder*) yang bersifat non magnet, sedangkan matrik merupakan bagian dari komposit, yang mengelilingi partikel penyusun komposit, yang berfungsi sebagai bahan pengikat partikel dan ikut membentuk struktur fisik komposit[2,3]. Matrik tersebut bergabung bersama dengan bahan penyusun lainnya, oleh karena itu secara tidak langsung mempengaruhi sifat-sifat fisik dari komposit yang dihasilkan, dengan perkataan lain pengikat/perekat tersebut berfungsi untuk menyatukan butiran serbuk magnet menjadi satu kesatuan dalam bentuk komposit. Selain itu bahan perekat sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik , listrik maupun stabilitas termal dari komposit magnet.

Pemakaian resin sebagai *binder* dalam *bonded magnet* telah banyak dilakukan oleh para peneliti, termasuk paten yang dikeluarkan[4,5,6]. Resin poliester dan epoksi merupakan polimer yang telah dikenal secara luas dan digunakan di berbagai bidang. Beberapa sifat dan kelebihan yang dimiliki oleh resin sebagai matrik dalam komposit antara lain ketahanannya terhadap pelarut-pelarut organik, ketahanan terhadap panas, oksidasi, dan kelembaban, ringan, *adhesif*, serta mudah dimodifikasi dalam pembuatannya. Selain itu terdapat beberapa kelebihan sifat mekanik yang dimiliki oleh resin antara lain meliputi modulus elastisitas, kekuatan tarik, tekan, dan *shear*[7].

Dalam pembuatan komposit dengan fraksi volume serbuk magnet tinggi [diatas 50 % (v/v)], maka penggunaan bahan perekat harus seminimal mungkin. Sedangkan kemampuan bahan perekat untuk mengikat serbuk magnet sangat terbatas, terutama karena umumnya bahan perekat yang digunakan relatif cukup *viskous*, sehingga diperlukan pelarut bahan perekat untuk menurunkan viskositasnya namun tetap mampu mengikat serbuk meskipun jumlahnya sedikit. Oleh karena itu dalam penelitian ini dipelajari hubungan antara proses pembuatan dengan kualitas komposit *bonded magnet* yang dihasilkan seperti pengaruh pelarut(*matrix dilution*), tekanan dan *curing* dalam pembuatan *Rigid Bonded Magnet*(RBM) dengan matrik poliester dan epoksi baik untuk magnet permanen dengan bahan dasar NdFeB, maupun bahan *magnetostriktif* dengan bahan dasar TB,Dy,Fe.

TATA KERJA

Bahan

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Resin epoksi dan bahan pengerasnya dari PT Justus Sakti Raya (lokal), resin poliester dan bahan pengerasnya (MEKPO) dari PT Justus Sakti Raya (lokal), etilena diamina (EDA) dari *Merck*, serbuk magnet Nd,Fe,B dengan merk dagang MQP-0, serbuk magnet TB,Dy,Fe (Terfenol-D) dibuat dengan metode Reduksi Diffusi(hasilRUT P3IB), pelarut toluena dan etanol dari *Merck*

Pembuatan Matrik Polimer Sebagai Bahan *Binder*

Resin epoksi dicampur dengan bahan pengerasnya(versamid atau etilena diamina) dengan perbandingan berat tertentu(1:0,5 s/d 1:1,5 untuk campuran matrik epoksi : versamid seberat 2 g, dan 2 g epoksi berbanding 0,1 s/d 0,5 ml etilena diamina) dalam sebuah silider yang terbuat dari PVC dengan ukuran diameter 2 cm dan tinggi 1,5 cm. Campuran kemudian diaduk selama 2 menit sampai homogen, kemudian didiamkan sampai mengeras dengan sempurna. Variabel yang dipelajari adalah perbandingan jumlah resin epoksi terhadap bahan pengeras, hal yang sama dilakukan terhadap resin poliester.

Pengaruh Pelarut Terhadap Matrik Resin Epoksi dan Poliester

Resin epoksi dicampur dengan bahan pengeras versamid dengan perbandingan berat 1 : 1, dan dengan bahan pengeras etilena diamina dengan perbandingan 2 g : 0,3 ml etilena diamina, sesuai dengan kondisi optimum bahan matrik dalam sebuah silinder yang terbuat dari PVC dengan ukuran diameter 2 cm dan tinggi 1,5 cm. Campuran kemudian diaduk selama 2-3 menit sampai homogen, kemudian ditambahkan pelarut toluena (0 s/d 2 ml). Campuran didiamkan sampai mengeras dengan sempurna. Hal yang sama dilakukan terhadap resin poliester dengan bahan pengeras (mekpo). Variabel yang dipelajari adalah perbandingan jumlah pelarut toluena terhadap bahan perekat (resin + pengerasnya).

Pembuatan Komposit

Pembuatan komposit yang terdiri dari serbuk magnet dan matrik polimer(resin dan pengerasnya) dilakukan dengan cara menambahkan serbuk magnet ke dalam campuran homogen resin dan bahan pengeras pada gelas arloji, diaduk hingga homogen, didiamkan selama beberapa menit, dimasukkan kedalam silider yang terbuat dari baja dengan diameter 0,6 cm dan tinggi 2 cm, lalu diberi tekanan 4 ton selama 2 jam. Pelet yang dihasilkan kemudian di *curing* dalam oven pada suhu 80 °C selama beberapa 5 jam. Variasi perbandingan berat serbuk magnet dengan polimer dapat dilakukan untuk mendapatkan fraksi volume serbuk magnet yang diinginkan. Akan tetapi untuk mencapai fraksi volume serbuk magnet yang tinggi diperlukan pelarut toluena untuk mengencerkan polimer yang digunakan sebagaimana disebutkan dalam pengaruh pelarut terhadap matrik.

Volume 3 No. 2, Pebruari 2002, hal : 10 - 15
ISSN : 1411-1098

Karakterisasi Cuplikan

Uji karakterisasi dilakukan terhadap serbuk magnet, matrik polimer dan komposit yang telah dibuat. Karakterisasi terhadap matrik polimer dan komposit meliputi analisis permukaan (porositas) dan homogenitas serta uji kekerasan dengan menggunakan *Micro Vickers Hardness*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Matriks Sebagai Bahan Perekat

Untuk mendapatkan komposisi matriks yang paling baik (keras dan tidak berpori) maka dilakukan variasi perbandingan komposisi bahan pengeras terhadap resin. Untuk resin epoksi digunakan 2 jenis bahan pengeras yaitu versamid dan etilena diamina(EDA). Versamid mengandung bahan aktif poliamida yang merupakan suatu oligomer dengan berat molekul cukup tinggi dan sangat *viskous* sedangkan etilena diamina mempunyai berat molekul rendah dan encer, sehingga gugus fungsi pada molekul poliamida bereaksi relatif lambat dibanding EDA terhadap epoksi dalam pembentukan struktur tiga dimensi termoset bahan perekat. Dari tabel 1, 2 dan 3 dapat dilihat bahwa perbandingan berat epoksi dan versamid, yang paling optimal adalah 1:1 dan perbandingan epoksi :EDA adalah 2 g : 0,3 ml EDA, sedangkan untuk matrik poliester perbandingan antara poliester dengan mekpo adalah 2 g : 100 µl dengan porositas paling sedikit. Pada komposisi tersebut bahan perekat (matrik) yang diperoleh menunjukkan porositas yang paling halus dibandingkan lainnya. Reaksi silang antara bahan pengeras dan resin membentuk suatu struktur tiga dimensi, yang sifatnya banyak ditentukan oleh jenis resin dan bahan pengeras yang digunakan. Penggunaan senyawa alifatik sebagai bahan pengeras untuk resin epoksi menghasilkan reaksi silang yang berlangsung cepat, sementara reaksi dengan amina aromatik tidak terlalu reaktif [8].

Tabel.1. Pembuatan matrik Epoksi, dengan bahan pengeras versamid serta variasi konsentrasi bahan pengeras

No	Epoksi (g)	Versamid (g)	Persentasi Porositas (%)	Tampilan Bahan
1	1,0038	0,5232	4,14	keras /berpori++
2	1,0611	0,7689	3,27	keras /berpori +
3	1,0376	1,0285	1,55	keras /pori halus
4	1,0715	1,2268	1,89	keras / berpori +
5	1,1261	1,5608	3,41	keras / berpori ++

Keterangan: + atau ++ menunjukkan jumlah pori pada matrik , semakin banyak + berarti semakin banyak pori pada matrik

Pengaruh Pelarut Terhadap Matriks Polimer

Dalam pembuatan komposit dengan fraksi volume serbuk magnet tinggi [diatas 50 % (v/v)], maka bahan

Tabel.2. Pembuatan matrik Epoksi, dengan bahan pengeras EDA serta variasi konsetrasi bahan pengeras

No	Epoksi (g)	EDA (ml)	Persentasi Porositas (%)	Tampilan Bahan
1	2,0150	0,1	2,65	keras /pori halus
2	2,0366	0,2	1,81	keras /pori halus
3	2,0145	0,3	0,46	keras / halus
4	2,0072	0,4	0,82	keras /pori halus
5	2,0224	0,5	0,96	lunak / halus

Tabel.3. Pembuatan matrik Poliester, dengan bahan pengeras mekpo serta variasi konsentrasi bahan pengeras

No	Poliester (g)	Mekpo (µl)	Persentasi Porositas (%)	Tampilan Bahan
1	2	40	2,05	keras /berpori +
2	2	60	1,79	keras /halus
3	2	100	1,58	keras / halus
4	2	140	3,11	keras / berpori ++
5	2	200	2,03	agak lunak/ berpori +

Keterangan: + atau ++ menunjukkan jumlah pori pada matrik , semakin banyak + berarti semakin banyak pori pada matrik

resin yang digunakan harus diturunkan viskositasnya dengan menggunakan pelarut, namun kemampuan bahan resin untuk mengikat serbuk magnet harus tetap terjaga, sehingga tetap mampu mengikat serbuk meskipun jumlahnya sedikit. Salah satu pelarut yang dapat digunakan untuk melarutkan campuran resin adalah toluena, mudah menguap, encer dan tidak bereaksi dengan serbuk magnet.

Pada Tabel 4, dapat dilihat pengaruh pelarut toluena terhadap pembentukan bahan matrik, data ini menunjukkan penggunaan toluena sebagai pelarut bahan matrik harus seminimal mungkin (terkontrol), karena pelarut berlebih dapat merusak matrik itu sendiri, sehingga kemampuan matrik mengikat serbuk magnet menurun. Dari bentuk tampilan fisik penggunaan pelarut toluena dapat meminimalkan udara yang terperangkap di dalam matrik polimer pada saat mengering. Juga penggunaan pelarut toluena ikut mempengaruhi waktu *curing* sifat fisik dan mekanik matrik (bahan perekat) tersebut. Tabel 4. menunjukkan bahwa untuk 2 g matrik epoksi pemakaian

Tabel. 4 Tampilan bahan matrik epoksi terhadap variasi jumlah pelarut toluen

No	Epoksi (g)	Versamid (gam)	Toluena (ml)	Waktu Pengeringan (jam)				
				24	48	72	96	120
1	1,04	1,03	-	krg/krs	krg/krs	krg/krs	krg/krs	krg/krs
2	1,04	1,05	0,20	krg/krs	krg/krs	krg/krs	krg/krs	krg/krs
3	1,03	1,03	0,40	krg/lnk	krg/krs	krg/krs	krg/krs	krg/krs
4	1,03	1,03	0,60	krg/lnk	krg/krs	krg/krs	krg/krs	krg/krs
5	1,03	1,03	0,80	bsh/lnk	bsh/lnk	krg/lnk	krg/krs	krg/pch
6	1,07	1,08	1,00	bsh/lnk	bsh/lnk	krg/lnk	krg/krs	krg/pch
7	1,05	1,05	1,20	cair	cair/lnk	krg/lnk	krg/pch	krg/pch
8	1,04	1,05	1,40	cair	cair/lnk	krg/lnk	krg/krs	krg/pch
9	1,03	1,04	1,60	cair	cair/lnk	krg/lnk	krg/lnk	krg/pch
10	1,03	1,03	1,80	cair	cair/lnk	krg/lnk	krg/pch	krg/pch
11	1,05	1,07	2,00	cair	cair/lnk	krg/lnk	krg/pch	krg/pch

Keterangan : krg = kering, krs = keras, bsh = basah, lnk = lunak, pch = pecah

pelarut toluena maksimum adalah 0,6 ml, jika toluena yang digunakan lebih dari 0,6 ml maka matrik yang terbentuk akan rusak(pecah) dan sukar mengeras.

Uji Kekerasan Komposit

Terdapat beberapa metode yang dipakai untuk melakukan pengujian kekerasan suatu bahan. Metode yang paling umum digunakan adalah pengujian berdasarkan ketahanan suatu bahan terhadap penetrasi. Yang masuk dalam metode ini adalah *Brinell hardness tester(HB), Vickers hardness tester* dan *Rockwell hardness tester*. Dalam percobaan ini pengujian kekerasan terhadap matrik polimer dan kompositnya dilakukan dengan menggunakan alat *Microvickers Hardness*. Nilai kekerasan dinyatakan dalam HVN dengan satuan kg/cm^2.

Tabel 5. Kekerasan komposit MPQ-0 dalam berbagai fraksi volume dengan matriks resin epoksi. Tekanan 6,6 ton/cm^2

Fraksi Volume serbuk MQP-0 (%)	Kekerasan(HVN)		
	Bagian Bawah	Bagian Atas	Rata-rata
25	15,235	17,533	16,384
45	20,880	22,718	21,799
60	37,952	40,245	39,098
80	42,761	45,376	44,068

Tabel 6. Kekerasan komposit MPQ-0 dalam berbagai fraksi volume dengan matriks resin poliester, Tekanan 6,6 ton/cm^2

Fraksi Volume Serbuk MQP-0 (%)	Kekerasan (HVN)		
	Bagian Bawah	Bagian Atas	Rata-rata
25	14,155	14,625	14,390
45	18,921	19,488	19,204
60	20,533	21,992	21,262
80	23,246	27,880	25,563

Sampel komposit serbuk magnet MQP-0- polimer yang telah dihaluskan permukaannya diuji kekerasannya menggunakan alat *Micro Vickers Hardness*. Beban yang digunakan adalah 25 g dan pembesaran 40 kali. Nilai kekerasan sampel matrik polimer dan komposit magnet dinyatakan dalam HVN (*Hardness Vicker Number)* dan dihitung berdasarkan persamaan ;

$$HV = 1854 \times P / d^2$$

P = berat beban yang digunakan (kg)
d = D/X, D= pembacaan alat,
X = pembesaran
HV = dalam satuan kg/cm^2.

Dari Tabel 5 dan 6 terlihat bahwa baik matrik poliester maupun epoksi, semakin tinggi fraksi volume serbuk magnet MQP-0 dalam komposit maka semakin tinggi kekerasan komposit tersebut. Hal ini dapat dimengerti karena serbuk MQP-0 yang nilai kekerasannya lebih tinggi dari polimer mendominasi komposit. Membandingkan data kekerasan pada Tabel 5 dan 6 tersebut maka penggunaan matrik epoksi memberikan nilai kekerasan lebih tinggi dibanding poliester. Hal ini didukung oleh data pada Tabel 7, dimana kekerasan komposit bermatrik epoksi lebih tinggi dari matrik poliester. Tabel 5 dan 6 juga menunjukkan kekerasan komposit bagian atas lebih tinggi dibanding bagian bawah, hal ini terjadi karena pada waktu penekanan pada cetakan (*dyes*) campuran antara resin dengan serbuk magnet belum kering (masih lembek) sehingga selama penekanan sebagian resin turun kebagian bawah cetakan sehingga komposisi resin dalam cuplikan kurang homogen dan kekerasan antara bagian bawah dan atas cuplikan tidak sama. Hasil pengukuran kuat medan magnet dari cuplikan tersebut diperoleh kuat medan magnet maksimum sebesar 1753 Gauss untuk komposit bermatrik epoksi fraksi dengan volume 80% serbuk magnet MQP-0, dan 1560 Gauss untuk komposit bermatrik poliester dengan fraksi volume yang sama.

Tabel 7. Data kekerasan makro cuplikan RBM (MQP-0) bermatrik poliester dan epoksi, d = 2,5 mm

Nama Sampel	Beban p (kg)	Diameter d (mm) per jejak	HB (kg/mm^2) per jejak	HB rata-rata (kg/mm^2)
EPO S3.1.	10	0,70 0,64 0,58	25,46 30,57 37,33	31,10
EPO S3.2	10	0,58 0,61 0,62	37,33 33,70 32,08	34,37
PE S.3.1.	10	1,11 1,08 1,13	9,98 10,28 9,43	9,90
PE S.3.2.	10	1,06 1,08 1,09	10,80 10,28 10,08	10,38

Pengaruh *Curing*

Tabel 8 dan 9 menunjukkan bahwa proses *curing* sangat berpengaruh terhadap cuplikan komposit MQP-0 polimer, proses *curing* dilakukan pada temperatur 90°C selama 5 jam, perubahan sebelum dan sesudah *curing* terlihat nyata pada tabel tersebut. Setelah *curing* massa cuplikan menurun, volume cuplikan bertambah sehingga densitas cuplikan menurun, hal tersebut terjadi baik pada matrik poliester maupun epoksi. Diduga pada saat *curing* gaya *adhesi* dari muatan serbuk magnet dengan matrik semakin bertambah sebagai akibat dari gerak molekul didalam komposit yang cenderung lebih aktif, serta terjadinya penguapan dari pelarut atau sisa bahan pengeras selama proses *curing* sehingga massa komposit berkurang. Dugaan ini didukung oleh pengecilan porositas dan meningkatnya nilai kekerasan mikro serta kurva magnetostriktif yang lebih baik setelah proses

Volume 3 No. 2, Pebruari 2002, hal : 10 - 15
ISSN : 1411-1098

curing [9]. Gambar 1 dan 2 menunjukkan perubahan porositas sebelum dan sesudah *curing*, gambar ini mendukung dugaan tersebut diatas.

Tabel 8. Pengaruh *curing* terhadap cuplikan RBM bermatrik poliester dengan fraksi volume magnet MQP-0 (75 % v/v)

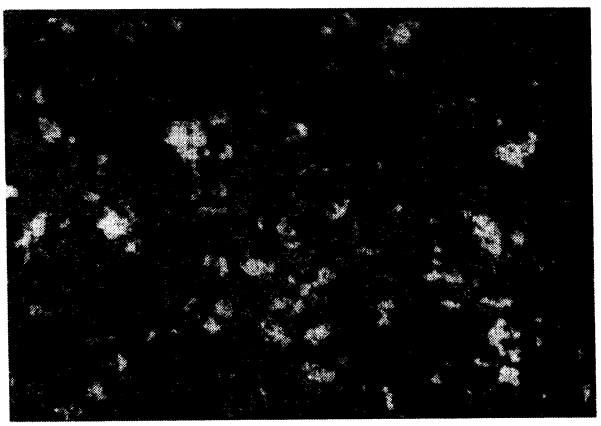
Nama Sampel	Massa (g)		Tebal (mm)		Volume (cm^3)		Densitas (g/cm^3)	
	Sbl-c	Ssd-c	Sbl-c	Ssd-c	Sbl-c	Ssd-c	Sbl-c	Ssd-c
PES1.1	3,1152	3,1139	3,05	3,07	0,5586	0,5644	5,5772	5,5169
PES1.2	3,1136	3,1129	3,05	3,07	0,5586	0,5644	5,5744	5,5151
PES2.1	3,1232	3,1225	3,06	3,08	0,5604	0,5670	5,5733	5,5069
PES2.2	3,1236	3,1228	3,06	3,08	0,5538	0,5596	5,6403	5,5801
PES3.1	3,0956	3,0941	3,17	3,15	0,5828	0,5814	5,3114	5,3217
PES3.2	3,1035	3,1019	3,22	3,25	0,5843	0,5928	5,3115	5,2322

Keterangan : Sbl-c = sebelum curing, Ssd-c = sesudah curing PE = poliester, EPO = Epoksi

Tabel 9. Pengaruh *curing* terhadap cuplikan RBM bermatrik epoksi dengan fraksi volume magnet MQP-0 (75 % v/v)

Nama Sampel	Massa (g)		Tebal (mm)		Volume (cm^3)		Densitas (g/cm^3)	
	Sbl-c	Ssd-c	Sbl-c	Ssd-c	Sbl-c	Ssd-c	Sbl-c	Ssd-c
EPOS1.1	3,0957	3,0924	3,12	3,12	0,5647	0,5669	5,4824	5,4549
EPOS1.2	3,1036	3,0997	3,11	3,19	0,5621	0,5804	5,5203	5,3408
EPOS2.1	3,1110	3,1082	3,12	3,12	0,5632	0,5662	5,5240	5,4901
EPOS2.2	3,1036	3,1005	3,14	3,20	0,5668	0,5807	5,4758	5,3396
EPOS3.1	3,0434	3,0385	3,20	3,22	0,5837	0,5982	5,2137	5,0793
EPOS3.2	3,0645	3,0581	3,22	3,25	0,5874	0,6022	5,2173	5,0780

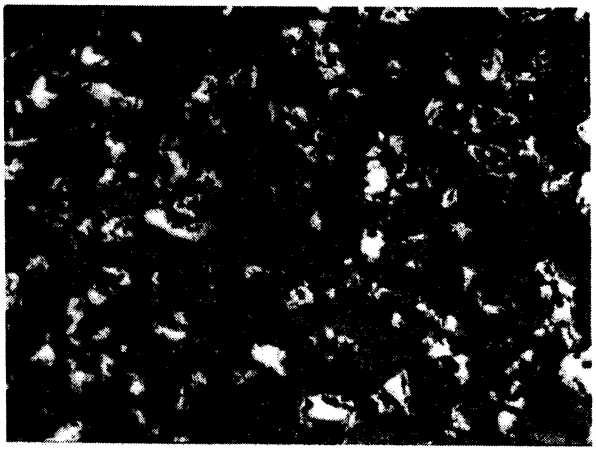
Keterangan : Sbl-c = sebelum curing, Ssd-c = sesudah curing PE = poliester, EPO = Epoksi



Gambar 1. Cuplikan RBM bermatrik poliester sebelum di *curing*

KESIMPULAN

Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa resin poliester dan epoksi dapat digunakan sebagai matrik(*binder*) dalam pembuatan komposit *Rigid Bonded Magnet* berbahan dasar MQP-0 (ND,Fe,B). Kekerasan komposit bermatrik epoksi lebih besar dibanding matrik poliester. Penggunaan pelarut toluena dalam campuran matrik dalam rangka meningkatkan fraksi volume serbuk magnet harus dikontrol sehingga tidak sampai merusak komposit yang akan dibentuk. Proses *curing* sangat berperan dalam meningkatkan interaksi atau gaya *adhesi* antara matrik dengan serbuk magnet sehingga komposit kelaku sebagai suatu *bulk*.



Gambar 2. Cuplikan RBM bermatrik poliester sesudah di *curing*

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada kelompok Magnet Bidang Bahan Maju-P3IB atas ketersediaan serbuk magnet MQP-0, juga kepada Ka P3IB dan Ka BBI atas fasilitas yang disediakan.

DAFTAR ACUAN

[1]. CROAT.J.J., Bonded Neodymium Magnet: *A decade of Gowth, President Advanced Magnetic Materials*, 10th Intl. NdFeB Conf., Illionis, (1997)

[2]. WALTER.T.B., Bonded Magnet : *The Ultimate Engineered Materials*, President The Arnold Engineering Co.

[3]. KREVELEN, D. W. VAN. Properties of Polymers, *Their correlation with chemical structure. their numerical estimated, and prediction from additional goup contributions.* , Third edition. Elsevier Science B.V – Amsterdam, Netherlands, (1994)

[4]. YAMASHITA, FUMITOSHI., : Method for making a resin-bonded magnet comprising a ferromagnetic material and resin composition. US 5100604, *Patent America.* (1992)

[5]. YAMASHITA, FUMITOSHI., : Methods for producing a resin-bonded magnet. US 4981635, *Patent America.* (1991)

[6]. HONKURA, YOSHINOBU., : Production method for anisotropic resin bonded magnets. US. 5886070, *Patent America* . (1999)

[7]. BILLMEYER .F .W, JR., Texbook of Polymer Science, 3rd Ed., John Willey & Sons, (1994)

[8]. ARNOLD, C. A., HERGENROTHER, P.M., MCGATH, J.E. An overview of Organic Polymer Matrix Resins for Composites. Tyrone Vigo and Barabarakinzig (editor). Composites Applications, The Role of Matrix, Fibre, and Interface. VCH Publishers, Inc. (1992)

[9]. MAYA FEBRI dkk, Laporan Akhir RUT V.3/42., *Penelitian dan Pengembangan teknologi Proses Pembuatan Bahan Unggul Magnetostriktif (Tb,Dy)Fe,*(2000)