

EFEK MAGNETISASI PENAMBAHAN Co PADA CAMPURAN Mn-Co HASIL *SOLID STATE REACTION*

Hamdan Akbar Notonegoro^{1,2*}, Dwinanto², Haryadi², Erni Listijorini², Iman Syaefuloh²

¹PPS Materials Science, Physics Dept., FMIPA-UI
Depok 16424, Indonesia

²Mechanical Engineering Dept., FT-UNTIRTA
Jl. Jend. Sudirman km 3 Cilegon 42435, Indonesia

*Email : hamzah29@yahoo.com

Abstrak

*Teknologi bahan magnetik sebagai refrigerant pada mesin pendingin kian berkembang. Untuk itu dikembangkan teknologi sintesa bahan magnetik, antara lain berbahan Mn dan Co. Variasi penambahan Co pada campuran Mn-Co sistem $A(32-x)Bx$ dengan $x = 2, 4, 6, 8,$ dan 10 menggunakan metode *solid state reaction* telah dilakukan. Hasil identifikasi Interaksi sifat magnetik dengan permagraf memperlihatkan terjadinya perubahan pola magnetisasi yang tidak linier. Hal ini tampak pada perubahan dari kondisi paramagnetik ke ferromagnetik dari campuran pada saat $x = 6, 8,$ dan 10 dengan nilai $J_{max} = 0.025T, 0.075T,$ dan $0.039T$. Hal ini mengindikasikan terjadinya perubahan struktur atom yang mempengaruhi struktur magnetik didalam campuran tersebut.*

Kata kunci : bahan magnetik, penambahan Co, *solid state reaction*

PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi berbasis magnetik meningkat. Salah satunya adalah penggunaan bahan magnetik yang memiliki sifat *magnetocaloric effect* (MCE) sebagai refrigerant pada mesin pendingin (1). Sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah dengan mengembangkan teknologi sintesa bahan magnetik (2) (3).

Penggunaan Mn yang bersifat paramagnetik sebagai bahan baku pembuatan magnet terutama yang bersifat MCE menjadi topik yang sangat menarik untuk dipelajari saat ini (4) (5) (6). Interaksi momen magnetik Mn yang memiliki nilai oksidasi +2, +3, +4, +6, dan +7 dapat mempengaruhi sifat magnetik dan nilai entropi dari bahan magnet yang dihasilkan (7) (8). Pencampuran Co ke dalam Mn bertujuan untuk mendapatkan campuran yang memiliki sifat magnetik yang lebih baik dan konduktifitas panas yang lebih tinggi (9).

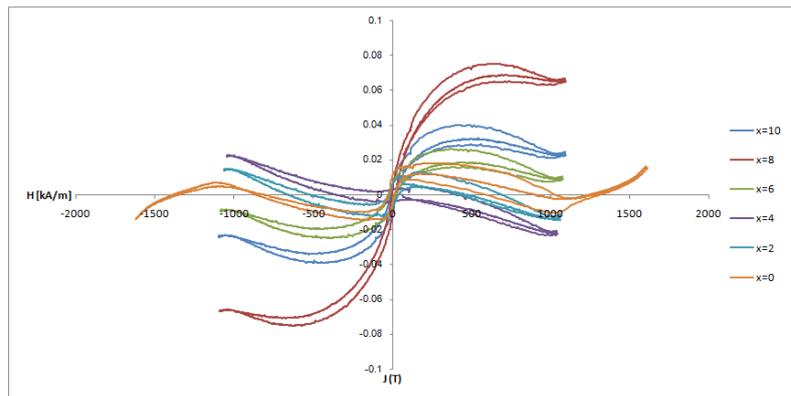
Berbagai metoda pencampuran dan pembuatan bahan magnet. Mulai dari *solid state reaction* (STR), peleburan, maupun melalui pelarutan secara kimia untuk menghasilkan bahan magnet yang bersifat softmagnetik maupun hardmagnetik yang sesuai kebutuhan (4) (10). Faktor proses dan faktor ekonomis menjadi pertimbangan dalam dalam proses produksinya. Metode STR menjadi pilihan dalam pembuatan campuran Mn-Co dengan sistem $A(32-x)Bx$ karena proses pembuatannya yang relatif singkat. Dalam tulisan ini kami melaporkan hasil karakterisasi magnetisasinya terhadap penambahan Co sebanyak 0, 2, 4, 6, 8, dan 10 (at%) ke dalam sistem campuran tersebut.

EXPERIMENTAL

Campuran Mn-Co disiapkan dengan metode STR melalui pencampuran *powder metal* Mn (99,9%) dan Co (99,9%) dalam sistem campuran $A(32-x)Bx$ pada $x = 0, 2, 4, 6, 8, 10$ menggunakan mortar dan dikompaksi sebesar 10 Ton menjadi bentuk silinder berjari-jari 12 mm. Selanjutnya paduan tersebut diletakkan ke dalam tube quartz yang dialiri gas argon dan dipanaskan pada suhu 900 °C selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan karakterisasi dengan PERMAGRAF yang terdapat di Dept. Fisika FMIPA-UI untuk mengidentifikasi sifat magnetik dari paduan hasil campuran tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi PERMAGRAF terhadap sampel hasil paduan $x=0, 2, 4, 6, 8$ dan 10 ditunjukkan pada Gambar 1. Tampak bahwa kurva S yang terbentuk dengan remanen dan koersifitas yang sangat kecil memperlihatkan sifat *softmagnetic* terbentuk dalam paduan tersebut. Pada $x = 0$ terlihat bahwa Mn tanpa campuran memperlihatkan pola paramagnetik yang magnetisasinya membentuk nilai yang saling meniadakan. Pada $x= 2, 4$ terlihat telah adanya interaksi magnetik pada kondisi *paramagnetik*. Hal ini disebabkan adanya sejumlah kecil unsur Co yang termagnetisasi. Pada saat $x=8$ terbentuk kurva S dengan nilai optimum $J_{max}= 0.075$ T dibandingkan $x= 6$ dan $x= 10$ dengan nilai $J_{max}= 0.025$ T dan $J_{max}= 0.039$ T.



Gambar 1. Hasil identifikasi sifat magnetik paduan Mn-Co hasil campuran sistem $A(32-x)Bx$ menggunakan PERMAGRAF pada $x=0, 2, 4, 6, 8,$ dan 10 . Nilai tertinggi didapat pada $x= 8$ dengan $J=0.075$ T.

Tampak bahwa hasil magnetisasi terhadap paduan hasil campuran tersebut tidak bertambah secara linier mengikuti besarnya kandungan Co yang diberikan kedalam campuran. Hal ini mengindikasikan adanya perubahan struktur atomik yang mempengaruhi struktur magnetik di dalam paduan tersebut. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi perubahan struktur atomik yang membuat ketidak-linieran tersebut.

KESIMPULAN

Pencampuran Mn-Co menggunakan metode STR telah berhasil membentuk paduan bahan magnetik yang bersifat *softmagnetic*. Nilai J_{max} tertinggi diperoleh pada $x = 8$ namun demikian perubahan sifat magnetik dari paramagnetik ke ferromagnetik tidak terjadi secara linier. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi perubahan struktur atomik yang membuat ketidak-linieran tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih untuk Prof. Dr. Azwar Manaf atas segala dukungan, bimbingannya serta diskusi yang menantang. Terimakasih pula kepada Dr. Budhi Kurniawan atas berbagai nasehat dan masukannya. Juga tak luput terimakasih yang tulus kepada Dr. Masayu Elita Hafizah yang telah banyak membantu dan berkontribusi dalam menunjang penelitian ini. Terimakasih yang besar untuk Departemen Fisika Universitas Indonesia untuk fasilitas penelitian yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Magnetocaloric effect: A review of the thermodynamic cycles in magnetic refrigeration. Go´mez, J. Romero, et al. 2013, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 17 (2013) 74–82, pp. 74-82.
2. A review of magnetic refrigerator and heat pump prototypes build before the year 2010. Yu, Bingfeng, et al. 2010, *INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION*, pp. 1029-1060.
3. Interdiffusion and atomic mobility studies in Ni-rich fcc Ni-Al-Mn alloys. Cheng, Kaiming, et al. 2013, *Journal of Alloys and Compounds*, pp. 124–131.
4. Effect of Ni-doping on structural, magnetic and magnetocaloric properties of $\text{La}_{0.6}\text{Pr}_{0.1}\text{Ba}_{0.3}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ nanocrystalline manganites synthesized by Pechini sol–gel method. Oumezzine, Elaa, et al. 2014, *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 615, pp. 553–560.
5. Room temperature critical behavior and magnetocaloric properties of $\text{La}_{0.6}\text{Nd}_{0.1}(\text{CaSr})_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{V}_{0.1}\text{O}_3$. Dhahri, A., et al. 2014, *Ceramics International*, Vol. 40, pp. 459–464.
6. Structure And Martensitic Transformation In $\text{Ni}_{44}\text{Mn}_{43.5}\text{Sn}_{12.5-x}\text{Al}_x$ Heusler Alloys. Maziarz, W, et al. 2, Kraków : Institute Of Metallurgy And Materials Science Polish Academy Of Sciences, 2013, *Archives of metallurgy and materials*, Vol. 58.
7. The Crystal Structure of the Heusler Alloys. Bradley, A. J. and Rodgers, J. W. 1934, *THE ROYAL SOCIETY: PROCEEDINGS A*, pp. 340-359.
8. Ordering, Martensitic and ferromagnetic transformation in Ni-Mn-Al Heusler Shape Memory Alloy. Kainuma, Ryosuke, et al. 2000, *Material Transaction*, Vol. 41, p. 943949. 8.
9. Simple Rules for the understanding of Heusler compounds. Graf, Tanja, Felser, Claudia and Parkin, Stuart S.B. s.l. : elsevier, 2011, *Progress in Solid State Chemistry*, Vol. 39, pp. 1-50.
10. Aharoni, A. Introduction to the theory of ferromagnetism. s.l. : Oxford, 2001.