

ANALISA MATERIAL BAHAN PEMBUAT SENSOR $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ DENGAN PENAMBAHAN Ni MENGGUNAKAN *FOUR POINT PROBE*

Marjuki Zulziar

Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri, Universitas Pamulang

dosen01775@unpam.ac.id

ABSTRAK

Bahan La_2O_3 , BaCO_3 , MnCO_3 , dan NiO disintesis dengan menggunakan metode solid state reaction. Keempat bahan dasar tersebut dihaluskan dengan menggunakan Planetary Ball Milling selama 25 Jam, dikompaksi, dikalsinasi dengan suhu 800° selama 10 jam dan di sintering pada suhu 1350° selama 20 Jam. Identifikasi fasa dilakukan dengan difraksi sinar X dan refinement High Scorer Plus dan diperoleh fasa tunggal $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ yang memiliki struktur kristal Orthorombik. Pengukuran terhadap nilai resistivitas dan magnetoresistansi (MR) sampel diukur menggunakan FPP (Four Point Probe), Disimpulkan bahwa semakin besar doping Ni yang diberikan pada sampel $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ membuat nilai resistivitas sampel meningkat dan nilai negative magnetoresistansi sampel mengalami peningkatan dengan hasil MR terbesar pada sampel $x = 0.1$ yaitu 1,54 %.

Kata kunci : FPP, Sensor, XRD, Magnetoresistan

I. PENDAHULUAN

Para peneliti di lembaga riset maupun perguruan tinggi sedang mengembangkan aplikasi sistem otomatisasi, keamanan, dan nyaman dalam bidang industri. Salah satu yang dikembangkan saat ini adalah sensor magnetik, sensor yang mengukur besaran-besaran fisika berdasarkan perubahan medan magnetnya. Berbeda dengan sensor lainnya, sensor magnetik tidak melakukan pengukuran secara langsung sifat fisik besaran, namun melakukan pendektasian perubahan magnet yang diakibatkan karena keberadaan atau pergerakan suatu benda yang menjadi objek pengukuran. Beberapa metode pembuatan sensor magnetik antara lain menggunakan efek Hall, menggunakan bahan magnetoresistif dan menggunakan *fluxgate*. (J.Z.Sun, 1998; Halliday D Resnick, 1992; J. Fraden, 1996)

Penemuan GMR ini membuka peluang dalam banyak bidang aplikasi. Material GMR mempunyai potensi yang sangat besar sebagai *devis* pengindra medan magnet generasi mendatang, mempunyai sifat-sifat magnetik dan listrik yang baik sehingga dapat berpotensi untuk dikembangkan pada berbagai aplikasi seperti sensor pengukuran medan magnet, pengukuran arus, posisi linear dan rotasi, penyimpanan data, dan non *volatile Magnetic*

Random Access Memory (MRAM). (E.Y.Tsybal, 2011)

Sensor magnetik berbasis GMR (*Giant Magnetoresistance*) merupakan sensor yang bekerja berdasarkan efek perubahan resistansi yang sangat besar pada bahan logam bila berada dalam medan magnet luar. Material GMR memiliki *magnetoresistance* yang sangat besar hingga memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi *devis* pendeteksi medan magnet, juga penggunaan material GMR sebagai sensor medan magnet, memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sensor lainnya yakni : sensitivitas yang sangat tinggi, kestabilan temperatur tinggi, konsumsi daya rendah, ukuran kecil, harga murah dan sifat magnetik dapat bervariasi dalam rentang yang sangat luas. (S. Tumanski, 2008)

Salah satu senyawa yang menunjukkan sifat magnetoresitan adalah senyawa perovskite manganite, formula umum dari bahan perovskite manganite adalah $\text{R}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$ yang mana R adalah unsur / kation rare earth (unsur tanah jarang) bervalensi 3 seperti La, Nd, dan Pr. A adalah unsur alkali tanah yang memiliki valensi 2 seperti Ba, Ca, dan Sr. Pada tahun 1950 G.H Jonker dan Van Santen pertama kali mempelajari senyawa perovskite manganite yaitu LaMnO_3 Lanthanum manganites atau lanthanum manganese Oksida. (G.H Jonker).

Penelitian tersebut berkembang dengan menggunakan sampel bulk $\text{La}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$ menunjukkan adanya efek magnetoresistansi mencapai 99,99% pada temperatur rendah. Saat awal ditemukannya fenomena ini terjadi pada temperatur rendah dan membutuhkan medan magnet eksternal yang cukup besar. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menurunkan temperature curie dan magnetisasi material dengan cara melakukan adisi maupun *doping* unsur tertentu terhadap bahan-bahan basis tersebut. (Van Aken, 2001)

Pada penelitian ini penulis menggunakan senyawa perovskite manganites yaitu LaBaMnO_3 , dimana La (lanthanum) sebagai unsur trivalent dan Ba (barium) sebagai divalent. Dari hasil penelitian yang telah ada, ternyata perilaku magnetoresistansi berbasis manganites dipengaruhi oleh kandungan bahan dan komposisinya. Dengan melakukan variasi komposisi bahannya maka akan diperoleh perilaku magnetoresistansi yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini akan dibahas pengaruh dopan (Ni) terhadap nilai resistansi dan rasio magnetoresistansi pada bahan dengan komposisi $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$.

II. DASAR TEORI

A. Magnetoresistansi

Magnetoresistansi adalah sifat yang berhubungan dengan hambatan listrik ketika sebuah metal diberikan medan magnet eksternal. Hal ini dikemukakan pertama kali oleh William Thomson pada tahun 1856 tetapi besar perubahan hambatan yang diperolehnya kurang dari 5 % sifat kemagnetan yang seperti ini disebut ordinary magnetoresistance.

Magnetoresistansi sendiri terdiri dari dua jenis, jenis positif dan negative magnetoresistansi. Karakter magnetoresistansi positif adalah resistivitas bahan semakin meningkat ketika diberikan medan magnet luar sedangkan magnetoresistansi negatif adalah resistivitas bahan menurun ketika diberikan medan magnet. Sifat magnetoresistansi yang lazim diteliti banyak orang adalah negative magnetoresistansi, Karena pada bahan ini resistivitasnya akan semakin menurun ketika dikenakan medan magnet luar. (Halliday D Resnick, 1992)

B. Giant Magnetoresistansi (GMR)

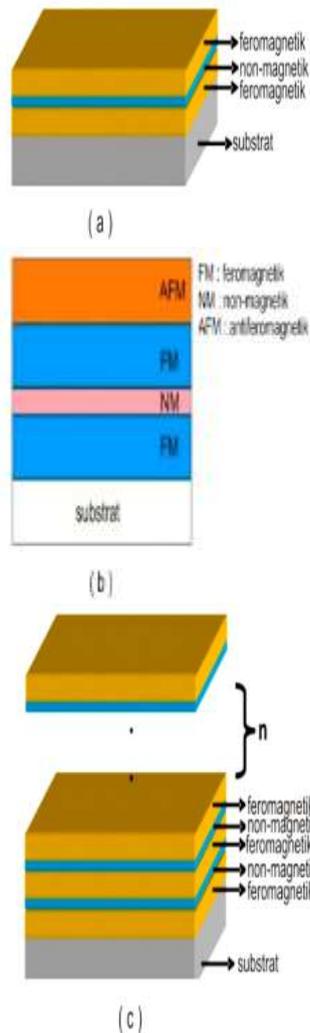
Giant magnetoresistance (GMR)

pertama kali ditemukan pada lapisan tipis Fe/Cr. Struktur lapisan tipis ini terdiri dari lapisan Fe yang memiliki momen magnet dan disisip oleh atom non logam Cr sebagai *spacer*. Bahan dalam bentuk lapisan tipis magnetik secara spontan memiliki sifat antiferromagnetic dan muncul gejala GMR. Sifat tahanan listrik atau resistansinya menurun / berkurang ketika medan magnet mengimbas bahan.

GMR adalah aspek mekanika kuantum pada magnetoresistansi karena melibatkan spin electron untuk menjelaskan fenomena yang terjadi. Pertama kali diteliti trilayers lapisan tipis Fe/Cr/Fe yang tersusun dari bahan ferromagnetic dan non magnetic oleh grunberg et. al (Stockholm, 2007). Lapisan Fe/Cr/Fe berperan sebagai *spin valve* bagi electron yang melaluinya. Tanpa adanya medan magnet luar, arah magnetisasi kedua lapisan bahan ferromagnetic akan saling berlawanan. Akibat dari coupling ferromagnetik yang saling menetralisasi medan magnet antara keduanya, sehingga electron mempunyai spin sejajar maupun berlawanan akan mengalami hamburan akibat melewati kedua lapisan yang memiliki orientasi magnet intrinsic yang berlawanan tersebut. Dengan diberikan medan magnet luar maka kedua lapisan ferromagnetic tersebut mempunyai orientasi yang sama, sehingga hanya electron yang spinnya berlawanan yang akan dihamburkan. Berdasarkan teori sederhana hambatan, maka dapat dihitung besarnya perbedaan hambatan yang terjadi pada kondisi tanpa medan magnet maupun dengan medan magnet luar.

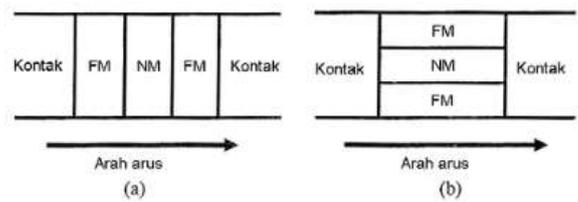
Spin-Valve (katup) GMR seperti ditunjukkan pada gambar 2.1 adalah sebuah konfigurasi antiparalel ditampilkan di sebelah kanan konfigurasi paralel di sebelah kiri. FM adalah logam ferromagnetik (*Ferromagnetic Metal*). NM untuk logam normal (*Normal Metal*). \uparrow adalah spin electron dan sampai \downarrow adalah spin electron ke bawah. Tanda panah hitam vertikal di lapisan FM menunjukkan arah gaya magnet tersebut. Tanda panah di katup berputar menunjukkan jalur elektron. Lapisan tipis GMR mempunyai struktur yang berbeda-beda dan masing-masing struktur memiliki efek magnetoresistansi (MR) yang berbeda pula. Struktur GMR terdiri dari struktur sandwich, spin valve (sandwich pinned) dan multilayer. Struktur sandwich merupakan struktur dasar GMR yang terdiri dari tiga lapisan dengan susunan bahan ferromagnetik/nonmagnetik/ferromagnetik

(FMNM-FM). Struktur spin valve (sandwich pinned) merupakan struktur sandwich yang diberi lapisan pengunci, sedangkan struktur multilayer, adalah struktur dengan pengulangan lapisan ferromagnetik/non magnetik (FM/NM)n dengan indeks n adalah jumlah pengulangan. Ketiga struktur tersebut dapat terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Struktur lapisan tipis GMR (a) sandwich (b)Spin-Valpe (c)Multilayer

Ketiga struktur utama diatas memiliki dua geometri utama dari efek GMR yaitu arus tegak lurus bidang (CPP) dan geometri arus sejajar bidang(CIP) seperti tampak pada gambar 2.3



Gambar 2.3. Geometri GMR. (a) CPP (b) CIP

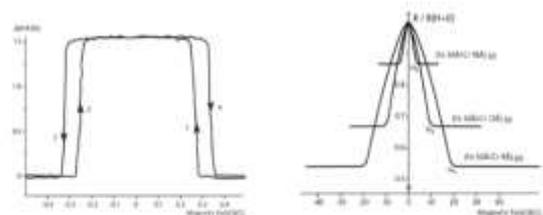
Material GMR memperlihatkan bahwa resistansinya rendah ketika arah magnetisasi dalam lapisan ferromagnetic dalam arah paralel, namun bila araha magnetisasinya dalam lapisan ferromagnetic anti paralel, maka resistansinya menjadi besar. Hal ini menunjukkan bahwa momen magnetic electron internal yang terkait dengan spin memainkan dalam transport muatan listrik. Dalam multilayer magnetic yang terdiri dari dua lapisan ferromagnetic dengan lapisan pemisah non magnetic, GMR memiliki rasio magnetoresistansi yang amat besar. (Jamal, 2014). Secara umum besar rasio magnetoresistansi dinyatakan sebagai :

$$MR = \frac{\rho(H) - \rho(0)}{\rho(0)} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

$\rho(H)$ adalah resistivitas pada saat diberikan medan magnert sebesar H dan, $\rho(0)$ adalah resistivitas pada saat diberikan medan magnet eksternal

Sifat magnetoresistansi yang diteliti oleh Grunberg dan kawan-kawan. pada tahun 1988 merupakan contoh magnetoresistansi negative melalui penelitian menggunakan trilayers lapisan tipis (*thin films*) Fe-Cr-Fe yang tersusun dari bahan ferromagnetic dan non magnetik. Grafik hasil penelitian mereka ditunjukkan oleh gambar berikut. (Jamal, 2010)



Gambar 2.4. : Kurva MR pada (a) Trilayer Fe/Cr/Fe dan (b) Multilayer Fe/Cr

Hasil pengukuran rasio MR dari kedua

percobaan dapat dilihat pada kelompok Grunberg (gambar 2.4a) dan Fert (gambar 2.4b) dapat dilihat bahwa terdapat rasio MR negative yang cukup signifikan. Rasio MR pada penelitian Fert jauh lebih Besar daripada penelitian Grunberg, hal ini dikarenakan penelitian Grunberg hanya terdiri dari lapisan trilayer dan diukur pada temperatur ruang, sedangkan Fert memiliki lapisan multilayer dan dilakukan pada suhu rendah 4.2 Kelvin. (Stockholm, 2007).

C. Resistivitas

Rapat arus (amperemeter/m²) didefinisikan sebagai hasil kali konduktivitas bahan dengan medan listrik

$$J = \sigma \cdot \varepsilon \dots \dots \dots (2)$$

Dengan σ = Konduktivitas bahan, dan ε = Medan Listrik. Apabila rapat arus J didapatkan dari $J = I/A$, Konduktivitas bahan $\sigma = 1/\rho$ dan medan listrik $\varepsilon = V/x$ maka persamaannya menjadi :

$$I/A = I/\rho \cdot V/x \dots \dots \dots (3)$$

Dengan A adalah luas bidang yang ditembus arus. Sesuai dengan hukum ohm $R = V/I$ maka, sehingga disimpulkan bahwa :

$$R = V/I = \rho \cdot x/A \dots \dots \dots (4)$$

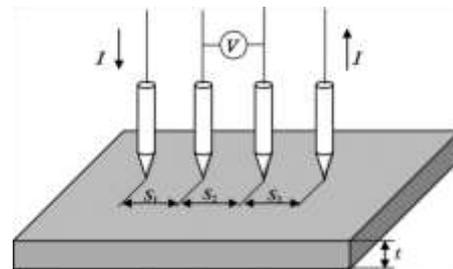
Dari persamaan diatas kita bisa mengetahui bahwa perubahan resistansi berbanding lurus dengan panjang dan berbanding terbalik dengan luas penampang bahan resistor tersebut, dari persamaan tampak bahwa perubahan resistansi sebanding dengan perubahan panjang dan luas bidang yang dilewati arus bahan tersebut. (Wisnu Ari, 2001)

D. Four Point Probe

Alat ukur four-point probe (probe 4 titik disingkat FPP) adalah salah satu jenis alat yang biasa digunakan untuk mengukur nilai kerintangan suatu lapisan bahan elektronika [18,19]. Seperti namanya, alat ukur ini didasarkan pada 4 buah probe dengan 2 probe berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dan 2 probe yang lain untuk mengukur tegangan listrik sewaktu probe-probe tersebut dikenakan pada bahan (sampel). Untuk menentukan serta mengkaji sifat-sifat bahan tersebut dapat dilakukan dengan menentukan nilai kerintangan untuk suatu luasan dan ketebalan tertentu. Beberapa parameter lain yang dapat diperoleh dari pengukuran bahan dengan menggunakan

peralatan ini antara lain adalah mengetahui jenis doping suatu bahan semikonduktor (positif atau negatif), mobilitas elektron dari suatu bahan , dan lain-lain. (Solymar L. 1998)

Konfigurasi utama alat ukur FPP dapat diskemakan seperti pada Gambar 2.2 dimana keempat probe yang didesain dapat digerakkan naik dan turun. Gerakan turun dilakukan untuk meletakkan kesemua probe agar bersentuhan dengan permukaan sampel, sedangkan gerakan naik untuk melepaskan sentuhan probe dengan permukaan sampel. Mekanik gerakan probe (naik dan turun) tersebut biasanya ditopang oleh pegas (spring) untuk menghindari kerusakan permukaan sampel akibat tekanan yang terlalu kuat dari probe. Posisi ujung keempat-empat probe harus segaris, yaitu sewaktu diturunkan semua probe harus menyentuh permukaan sampel.



Gambar 2.6. Skema perjalanan arus pada bulk sampel

Prinsip dari alat tersebut adalah, sebelum arus dialirkan (diberikan) melalui probe, keempat probe diturunkan sehingga menyentuh permukaan sampel. Setelah itu arus I dialirkan melalui probe 1 dan 4. Dengan cara seperti ini arus akan dialirkan / didistribusikan secara laminar melalui sampel dari probe yang satu menuju probe yang satunya. Pada daerah dimana probe 2 dan 3 bersentuhan dengan sampel tegangan 'drop' diukur dengan voltmeter. Dari variasi perubahan arus yang diberikan, akan diperoleh perubahan tegangan yang diukur. Aliran arus pada probe 2 dan 3 sangat kecil dan dapat diabaikan sebab tegangan diukur dengan menggunakan voltmeter rintangan tinggi. Dari perubahan ini akan diperoleh nilai kerintangan (resistivity) thin film bahan sampel berdasarkan rumus yang ada yang akan dijelaskan pada Gambar 2.2. Untuk menentukan nilai kerintangan dari sampel yang terbuat dari bahan semikonduktor atau logam, maka dipergunakan rumus dengan

memperhatikan nilai ketebalan lapisan berbanding dengan jarak antar probe.

$La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$
dengan variasi nilai x

III. METODOLOGI

$La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$ dengan x = 0.0 ; 0.1 ; 0.2 ; 0.4 dari bahan La_2O_3 , $BaCO_3$, $MnCO_3$, dan NiO disintesis dengan menggunakan metode solid state reaction. Keempat bahan dasar tersebut dihaluskan dengan menggunakan Planetary Ball Milling selama 25 Jam , dikompaksi, dikalsinasi dengan suhu 800^0 selama 10 jam dan di sintering pada suhu 1350^0 selama 20 jam. Identifikasi fasa dilakukan dengan difraksi sinar X dan refinement High Scorer Plus dan diperoleh fasa tunggal $La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$ yang memiliki struktur kristal Orthorombik. Pengukuran terhadap nilai resistivitas dan magnetoresistansi (MR) sampel diukur menggunakan FPP (Four Point Probe), sedangkan magnetisasinya diukur dengan menggunakan permaghrap spectrometer.

Dari gambar 4.13 terlihat pola difraksi sinar X untuk sampel $La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$ dengan harga x = 0; 0,1; 0,2 dan 0,4 memiliki pola difraksi yang sama dengan puncak yang memiliki intensitas maksimum sekitar 320^0 .

Tabel 4.6. Data-data yang diperoleh dari hasil refinement HSP

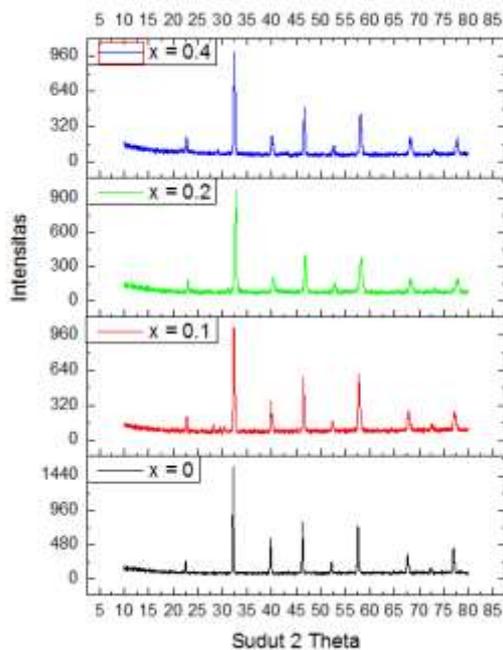
x	a (Å)	b(Å)	c(Å)	Volume (Å ³)	χ^2	wRp
0	5,51	7,80	5,53	238,49	1,82	13,82
0.1	5,49	7,79	5,52	236,61	1,80	12,99
0.2	5,48	7,76	5,53	235,83	1,62	12,75
0.4	5,46	7,74	5,49	232,60	1,51	12,79

Dari table 4.6. diperoleh juga keterkaitan antara perubahan komposisi x dari sampel $La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$ terhadap volume unit cell terhadap variasi komposisi x pada sampel $La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$ yang didapatkan dari hasil refinement HSP. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa volume unit cell semakin mengecil, seiring bertambahnya variasi komposisi x yang diberikan pada sampel $La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$. Jadi semakin besar doping Ni yang diberikan pada *site* Mn yang di sampel $La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$ akan meenurunkan volume unit cell pada kristal, tetapi tanpa mengubah struktur kristal.

IV. PEMBAHASAN DAN HASIL

A. Analisa XRD

Pola difraksi sinar X untuk seluruh sampel dengan variasi nilai x dapat dilihat pada Gambar 4.9.



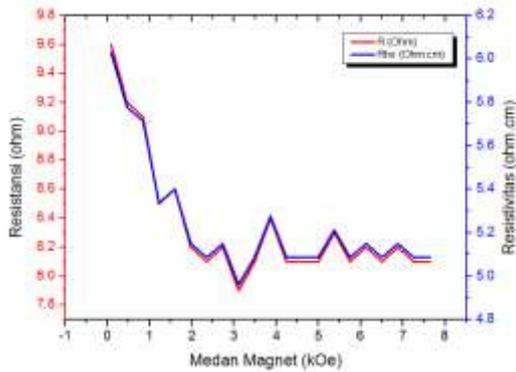
Gambar 4.13. Pola difraksi sinar X sampel

Dari data tabel 4.6 diperoleh hubungan parameter kisi terhadap variasi komposisi x pada sampel $La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$ dengan struktur Orthorombik dapat disimpulkan bahwa parameter kisi pada sampel $La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$ memiliki nilai yang cenderung konstan meskipun dengan komposisi x yang berbeda. Dengan demikian, struktur kristal pada sampel $La_{0,67}Ba_{0,33}Mn_{1-x}Ni_xO_3$ tidak mengalami perubahan walaupun dengan komposisi x yang berbeda, yaitu tetap Orthorombik

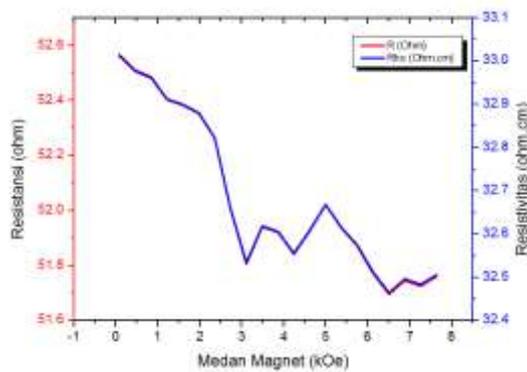
C. Analisa dengan Four Power Probe

Berikut ini hasil yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan alat *Four Point Probe* (FPP) yakni pengaruh Medan Magnet Eksternal (H) terhadap Resistansi (R) dan Resistivitas (ρ). dalam percobaan yang dilakukan ternyata pemberian medan magnet eksternal pada setiap masing-masing komposisi x mengakibatkan resistivitas mengalami

penurunan pada sampel $x = 0.1$ sedangkan pada sampel $x = 0.2$ dan 0.4 resistansi dan resistivitas mengalami kenaikan. Bisa kita lihat dari gambar berikut :



Gambar 4.1 Grafik perubahan resistansi R dan resistivitas (ρ) terhadap medan magnet eksternal (H) $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{MnO}_3$



Gambar 4.2. Grafik perubahan resistansi R dan resistivitas (ρ) terhadap medan magnet eksternal (H) $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,9}\text{Ni}_{0,1}\text{O}_3$

Berdasarkan gambar 4.1. dan 4.2. dapat diperoleh data-data yang tertera pada tabel berikut :

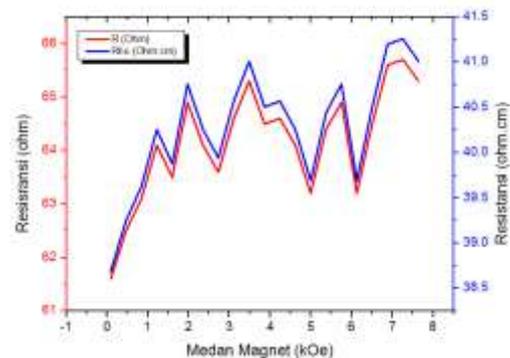
Tabel 4.1 Nilai R dan ρ dan pengaruhnya terhadap H, pada sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{MnO}_3$ dan $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,9}\text{Ni}_{0,1}\text{O}_3$

Sampel	Pengukuran FPP			$\Delta \rho$
	H (kOe)	R (Ohm)	ρ (Ohm.cm)	
X = 0	0	9,60	6,02	-0,94
	7,6	8,10	5,08	
X = 0.1	0	52,56	33,01	-0,51
	7,6	51,76	32,50	

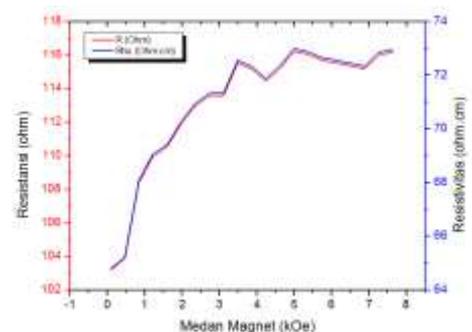
Dari gambar 4.1. gambar 4.2. dan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa dari pengukuran dengan menggunakan alat FPP, nilai resistansi dan resistivitas sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{MnO}_3$ dan $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,9}\text{Ni}_{0,1}\text{O}_3$ semakin berkurang, seiring dengan adanya kenaikan dari pengaruh medan magnet eksternal H. Adanya medan magnet eksternal H akan menyebabkan spin akan mengalami penyearahan.

Berdasarkan data-data tersebut, medan magnet eksternal H yang terdapat pada alat FPP telah mencukupi untuk membuat spin dari sampel mengalami penyearahan, sehingga pergerakan elektron semakin tidak terhambat yang ditandai dengan adanya penurunan nilai resistansi dan resistivitas sampel yang telah diperlihatkan pada tabel 4.1. Jadi, dapat diprediksi nilai negatif magnetoresistansi dari sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{MnO}_3$ dan $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,9}\text{Ni}_{0,1}\text{O}_3$ memiliki nilai yang paling besar jika dibandingkan dengan sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ untuk komposisi x yang lainnya.

Hasil pengukuran dengan menggunakan alat FPP untuk komposisi $x = 0.2$ dan 0.4 dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.3. Grafik perubahan resistansi R dan resistivitas (ρ) terhadap medan magnet eksternal (H) $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,8}\text{Ni}_{0,2}\text{O}_3$



Gambar 4.4. Grafik perubahan resistansi R dan resistivitas (ρ) terhadap medan magnet eksternal (H) $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,6}\text{Ni}_{0,4}\text{O}_3$

Berdasarkan gambar 4.3 dan 4.4 diperoleh data-data yang tertera pada tabel berikut :

Tabel 4.2. Nilai R dan ρ dan pengaruhnya terhadap H, pada sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,8}\text{Ni}_{0,2}\text{O}_3$ dan $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,6}\text{Ni}_{0,4}\text{O}_3$

Sampel	Pengukuran FPP			$\Delta \rho$
	H (kOe)	R (Ohm)	ρ (Ohm.cm)	
X = 0.3	0	61,60	38,68	2,32
	7,6	65,30	41,00	
X = 0.4	0	103,19	64,80	8,16
	7,6	116,19	72,96	

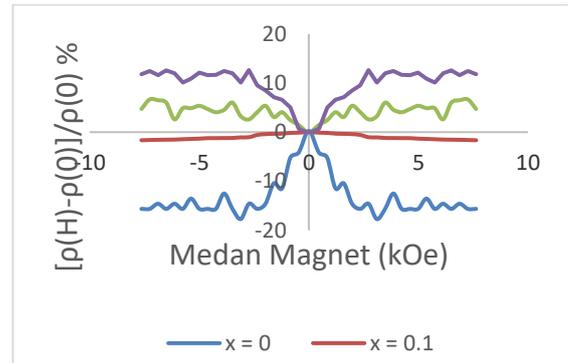
Dari gambar 4.3 dan 4.4 dan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa dari pengukuran dengan menggunakan alat FPP, nilai resistansi dan resistivitas sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,8}\text{Ni}_{0,2}\text{O}_3$ dan $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{0,6}\text{Ni}_{0,4}\text{O}_3$ semakin bertambah Hal ini dimungkinkan karena telah terjadi perubahan orientasi sifat magnetik sampel tersebut dari sifat magnetik sebelumnya.

Berdasarkan gambar 4.1, 4.2, 4.3, dan 4.4, menunjukkan sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ dengan variasi komposisi x memiliki sensitivitas terhadap medan magnet eksternal (H). Jika pada awalnya elektron terpolarisasi sejajar, maka laju hamburannya relatif rendah, sedangkan jika awalnya elektron terpolarisasi anti sejajar maka hamburannya relatif tinggi. Pengaruh dari medan magnet eksternal H adalah untuk meningkatkan rasio pembentukan tersebut, mengurangi dan akhirnya mengarahkan polarisasi mengikuti arah medan magnet eksternal.

A. Pengaruh Perubahan Nilai Rasio Magnetoresistansi pada Sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$

Dengan mengetahui nilai resistivitas (ρ) yang dipengaruhi medan magnet eksternal (H) pada sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$, maka dapat ditentukan nilai rasio magnetoresistansi (MR). Nilai rasio magnetoresistansi mendiskripsikan besarnya penurunan resistivitas sampel akibat adanya pengaruh medan magnet eksternal (H). Grafik yang menunjukkan

perubahan nilai rasio magnetoresistansi dari sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ sebagai berikut :



Gambar 4.5. Grafik perubahan rasio magnetoresistansi sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ dengan berbagai variasi x

Dari gambar 4.5, dapat diketahui nilai rasio magnetoresistansi dari sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ dengan berbagai variasi x yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3. Nilai magnetoresistansi $\Delta \rho$ dan (MR) pada sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$

Komposisi x	$\Delta \rho$	MR
0	-0,94	-15,61 %
0,1	-0,51	-1,54 %
0,2	2,32	5,99 %
0,4	8,16	12,59 %

Berdasarkan tabel 4.3, diketahui bahwa pada umumnya nilai negatif rasio magnetoresistansi pada sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ mengalami penurunan seiring bertambahnya doping Ni pada site Mn. Nilai negatif terbesar magnetoresistansi terdapat ketika $x = 0,1$ yaitu -1,54 %

Perilaku yang sama telah dikemukakan oleh Xiaobo Yuan, et al (2005), yang membahas perubahan temperatur terhadap magnetoresistansi pada sampel $\text{La}_{0,67}\text{Ba}_{0,33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$, ketika pemberian doping Ti kecil yaitu x di bawah 0,1 ($x = 0,01 ; 0,02$ dan $0,05$) nilai negatif magnetoresistansi

pada sampel mengalami peningkatan, tetapi untuk x di atas 0,1 nilai negatif magnetoresistansi mengalami penurunan lebih tajam, dan akhirnya bersifat positif magnetoresistansi. Hal ini terjadi karena adanya penurunan temperatur Curie (T_c) pada sistem tersebut (Wisnu Ari, 2001)

Hasil pengukuran disimpulkan bahwa kenaikan nilai x membuat nilai magnetoresistansinya sangat sensitif. Dengan penambahan nilai x , magnetoresistansinya berubah dari negatif magnetoresistansi ke positif magnetoresistansi, dan semakin sensitif magnetoresistansi ketika nilai x ditambahkan. Nilai perubahan Magnetoresistansi yang sangat sensitif terjadi saat $x = 0.4$. dari pengukuran peremagraph menunjukkan semua sampel paramagnetik dalam temperatur ruang saat ditambahkan Ni. Kami menyimpulkan penambahan Ni memberikan berpengaruh terhadap resistivitas dan magnetoresistansi dan respon yang sangat sensitif bisa dijadikan sebagai bahan sensor magnetoresistansi.

V. KESIMPULAN

Dari pola difraksi menunjukkan bahwa sampel sudah Fasa Tunggal dan bebas dari campuran zat lain, Hasil Pengukuran sampel $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$, menunjukkan bahwa parameter kisi dari variasi komposisi nilai x pada $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ Semuanya Fasa Tunggal, Memiliki Struktur Orthorombik dan memiliki nilai yang cenderung konstan dengan komposisi x yang berbeda. Hasil pengukuran peremagraph menunjukkan semua sampel paramagnetik dalam temperatur ruang saat ditambahkan Ni. semua sampel menunjukkan penambahan resistivitas dan penurunan konduktivitas saat nilai x nya bertambah, ketika konduktivitas rendah, maka sampel tersebut bersifat isolator. Dengan penambahan nilai x , magnetoresistansinya berubah dari negatif magnetoresistansi menjadi positif magnetoresistansi dan semakin sensitif magnetoresistansi ketika nilai x ditambahkan. Nilai perubahan Magnetoresistansi yang sangat sensitif terjadi saat $x = 0.4$. kami menyimpulkan

penambahan Ni memberikan efek resistivitas dan magnetoresistansi pada $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ dan juga respon yang sangat sensitif bisa dijadikan sebagai bahan sensor magnetoresistansi.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Dabrowski, K. Rodacki, X. Xiong, P. Klamut, R. Dubzinski, J. Shaffer, J. Jorgensen, *Phys. Rev B*. 58., 2716
- C. Roy, R. Budhanni, J. *Appl. Phys.* 85 (1999) 3124
- E.Y.Tsybal and D.G.Pettifor, *Perspective of Giant Magnetoresistance, published in solid state Physica, e.d By H.Ehrenreich and F. Spaepen Academic press*, 56 (2001) 113-273
- G.H Jonker and J.H Van Santen *Ferromagnetic compound of manganese with perovskite structure. Physic* 16:337. (1950)
- Halliday, D dan Resnick, R. 1978. *Fisika Jilid 2*. Terjemahan Pantur Silaban dan Erwin Sucipto. 1992. Jakarta: Erlangga
- J. Fraden, *Handbook of Modern Sensor*, New York, Springer-Verlag New York inc. 1996
- J. M. D. Coey, M Viret, and S. von Molnar, *adv. Phys.*48,167 (1999)
- J.Z.Sun, *Thin Film trilayer manganese Junction Physic Journal* 1998
- Jamal, M., Ramli., Wirawan, R., Sanjaya, E., *Sensor magnetik GMR, Teknologi dan Aplikasi Pengembangannya*. Presiding Pertemuan Ilmiah XXV Jateng & DIY. NISSN : 0853 – 0823.
- Mansuria-Irfan, Varshney Dinesh. *Structure dan electrical resistivity of $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ ($0.25 \leq x \leq 0.35$) perovskites. Journal Of Alloys and Coumpounds* 513. 256 – 265. 2011.

NVE Corporation,
Application Note. www.nve.com.2007

S. Tumanski.
Thin Film Magnetoressitve Sensors,
IoP Publishing. London.2008.

Stockholm.
*The Discovery of Giantt
Magnetoresistance.* The Royal
Swedish Academy of Science, Sweden,
October (2007)

Van Aken, Bas Bernardus.
*Structural Response to Electronic
Transitions in Hexagonal and Ortho-
Manganites.* Rijksuniversiteit
Groningen. 2001

Wisnu Ari Adi, Engkir Sukirman,
Didin S. Winatapura, Grace T.J. Sulung
Budi. *Faktor koreksi Dimnensi sampel
pada sifat konduksi listrik
Superkonduktor YBaCuO dengan
menggunakan metode four Foint
Probe,* Majalah BATAN, ISSN 0303-
2876 Vol.XXXIV, No.1 / 2
Januari/April 2001. Hal 15-30.