

ABSTRAK

Sintesa Film $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan karakterisasi Sifat Ferroelektrik dan Kristalnya.

Hasil uji ferroelektrik menunjukkan bahwa semua sampel memiliki sifat ferroelektrik. Suhu *annealing* mempengaruhi nilai polarisasi remanen dan medan koersif sampel. Semakin tinggi suhu *annealing* maka nilai polarisasi remanen dan medan koersifnya akan semakin kecil karena ukuran butir yang semakin kecil.

Suhu *annealing* memberikan pengaruh yang dominan terhadap nilai medan koersif dan polarisasi remanen. Hal ini karena semakin tinggi suhu *annealing*, semakin besar *grain size* yang dihasilkan menyebabkan medan koersif dan polarisasi remanennya sampel akan semakin tinggi. Suhu *annealing* yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan sampel mengalami kerusakan yang mengakibatkan menurunnya nilai medan koersif dan polarisasi remanen sampel.

Sampel film yang ditumbuhkan pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100), penambahan bahan pendadah menjadikan nilai medan koersif dan tegangan jatuh (*breakdown volatge*) film meningkat. Sedangkan untuk substrat Si(100) tipe-p, penambahan bahan pendadah tidak terlihat jelas karena sampel telah mengalami kerusakan.

Kata kunci: BST, BFST, Ferroelektrik, *Annealing*

PENDAHULUAN

Film tipis ferroelektrik banyak digunakan dalam aplikasi untuk piranti elektrooptik dan elektronik. Beberapa material film tipis ferroelektrik yang penting antara lain BaSrTiO_3 , PbTiO_3 , $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$, SrBiTaO_3 , $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ dan $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$. Aplikasi-aplikasi film tipis ferroelektrik menggunakan sifat dielektrik, pyroelektrik, dan elektrooptik yang khas dari bahan ferroelektrik. Sebagian dari aplikasi elektronik yang paling utama dari film tipis ferroelektrik di antaranya: *non-volatile* memori yang menggunakan kemampuan polarisasi (*polarizability*) yang tinggi, kapasitor film tipis yang menggunakan sifat dielektrik, dan sensor pyroelektrik yang menggunakan perubahan konstanta dielektrik karena suhu dan aktuator piezoelektrik yang menggunakan efek piezoelektrik yaitu timbulnya polarisasi akibat perubahan tekanan. Dalam beberapa tahun terakhir, film tipis ferroelektrik yang tersusun *perovskite* banyak mendapat perhatian karena memiliki kemungkinan untuk menggantikan memori CMOS berbasis material SiO_2 yang sekarang digunakan sebagai FRAM (Seo *et al.* 2004 & Dawber *et al.* 2005).

Di antara material film tipis ferroelektrik yang disebutkan di atas, $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ (BST) banyak digunakan sebagai FRAM karena memiliki konstanta dielektrik yang tinggi dan kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi (*high charge storage capacity*) (Seo *et al.* 2004). Suatu ferroelektrik RAM, jika bahan itu memiliki nilai polarisasi sekitar $10 \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-2}$ maka ia mampu menghasilkan muatan sebanyak 10^{14} elektron per cm^{-2} untuk proses pembacaan memori (Lines *et al.* 1977). Selain itu, BST dipilih karena pembuatannya dapat dilakukan di laboratorium dengan peralatan yang sederhana.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan film tipis BST dengan metode *chemical solution deposition* (CSD) yang kemudian diuji sifat ferroelektrik, XRD dan SEM/EDS

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan penumbuhan film BST di atas substrat $\text{Pt}(200)/\text{SiO}_2/\text{Si}(100)$ dan substrat $\text{Si}(100)$ tipe-p dengan metode *chemical solution deposition* (CSD).
2. Menguji dan mempelajari sifat ferroelektrik, XRD dan SEM/EDS struktur film yang dihasilkan.

METODOLOGI

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk barium asetat [$\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, 99%], bubuk strontium asetat [$\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, 99%], titanium isopropoksida [$\text{Ti}(\text{C}_{12}\text{O}_4\text{H}_{28})$, 99,999%], pelarut 2-metoksietanol [$\text{H}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 99%], substrat $\text{Pt}(200)/\text{SiO}_2/\text{Si}(100)$ dan substrat $\text{Si}(100)$ tipe-p.

Pembuatan Film BST

1. Pembuatan Larutan BST

Larutan BST dibuat dengan menggunakan barium asetat [$\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, 99%] + strontium asetat [$\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, 99%] + titanium isopropoksida [$\text{Ti}(\text{C}_{12}\text{O}_4\text{H}_{28})$, 99,999%] sebagai *precursor* dan 2-metoksietanol [$\text{H}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 99,9%] digunakan sebagai bahan pelarut (Irzaman *et al.* 2001). Setelah semua bahan dicampur, larutan dikocok selama 1 jam. Larutan yang didapat kemudian ditambahkan asam asetat lalu dikocok kembali selama 30 menit. Larutan kemudian dipanaskan agar bahannya lebih banyak tercampur. Setelah itu larutan disaring agar didapat larutan yang lebih homogen.

2. Persiapan Substrat

Substrat yang digunakan adalah substrat $\text{Pt}(200)/\text{SiO}_2/\text{Si}(100)$ dan substrat $\text{Si}(100)$ tipe-p. Dalam penumbuhan film, kebersihan permukaan substrat merupakan syarat mutlak agar film tumbuh baik dan merata.

Proses pencucian substrat $\text{Pt}(200)/\text{SiO}_2/\text{Si}(100)$ dan substrat $\text{Si}(100)$ tipe-p yaitu dengan merendam substrat dalam metil alkohol lalu digetarkan dengan ultra sonik selama kira-kira 5 menit (sampai substrat bersih) dan dikeringkan dengan gas nitrogen selama 1 menit (Irzaman 2005).

3. Proses Penumbuhan Film

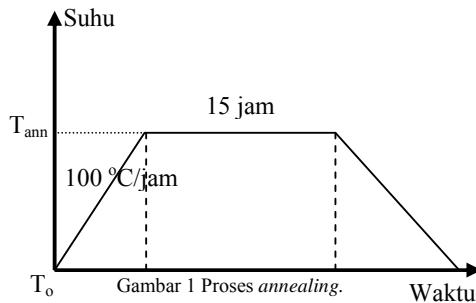
Substrat diletakkan pada reaktor *spin coating* yang telah ditempel dengan isolasi pada posisi di tengah-tengah, kemudian substrat ditetesi larutan *precursor* sebanyak 1 tetes dan diputar dengan menggunakan reaktor *spin coating* dengan kecepatan putaran 3000 rpm selama 30 detik. Proses ini dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan agar didapat 5 lapisan pada substrat tersebut. Setelah itu substrat diambil dengan menggunakan pinset dan diletakkan pada

permukaan setrika lalu dipanaskan selama 1 jam pada suhu kira-kira 120 °C.

4. Proses Annealing

Proses *annealing* dilakukan dengan menggunakan *furnace* model Nebertherm Type 27. Sedangkan untuk substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100) dan substrat Si (100) tipe-p, *annealing* dilakukan pada suhu 900 °C, 950 °C dan 1000 °C.

Proses *annealing*, dilakukan secara bertahap. Awalnya suhu *furnace* diatur dengan kenaikan suhu 100 °C per jam. Setelah itu, *furnace* diatur agar dapat menahan suhu *annealing* selama 15 jam. Selanjutnya dilakukan *furnace cooling* sampai suhu ruang. Secara umum, proses *annealing* seperti Gambar 4.



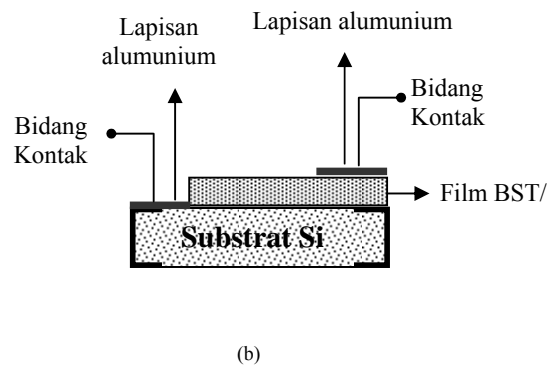
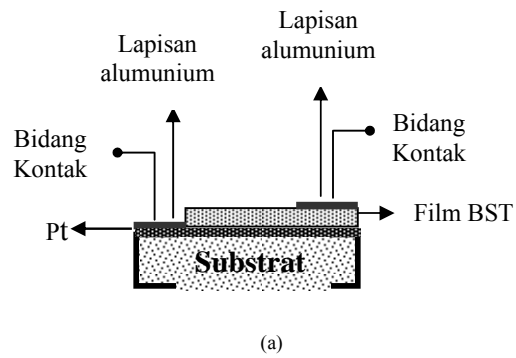
Karakterisasi

X-Ray Diffraction (XRD)

Fungsi XRD adalah untuk menentukan sistem kristal (kubus, tetragonal, ortorombik, rombohedral, heksagonal, monoklin, triklin), menentukan kualitas kristal (single crystal, polycrystal, amorphous), menentukan simetri kristal, menentukan cacat kristal, mencari parameter kristal (parameter kisi, jarak antar atom, jumlah atom per unit sel), identifikasi campuran (misal pada alloy) dan analisis kimia. Semua pengamatan dilakukan dari sudut (2θ) 40° sampai 60° dengan kenaikan sudut 0,02° setiap lima detik.

Uji Ferroelektrik

Tujuan uji ini adalah untuk menentukan sifat ferroelektrik film yang didapat. Dari uji ini diperoleh nilai polarisasi saturasi (P_s), polarisasi remanen (P_r) dan medan koersif (E_c) dari film. Dalam uji ini, film tipis dibentuk menjadi struktur seperti pada Gambar 5. Pada penelitian kali ini digunakan alat *Radiant Teknologi A Charge Ver.2.2*.



Gambar 2 Struktur uji ferroelektrik
(a) uji ferroelektrik pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100),
(b) uji ferroelektrik pada substrat Si (100) tipe-p.

HASIL DAN PEMBAHASAN

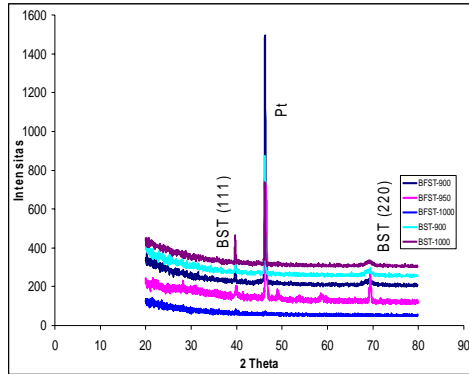
Sampel yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Sampel yang dibuat dalam penelitian

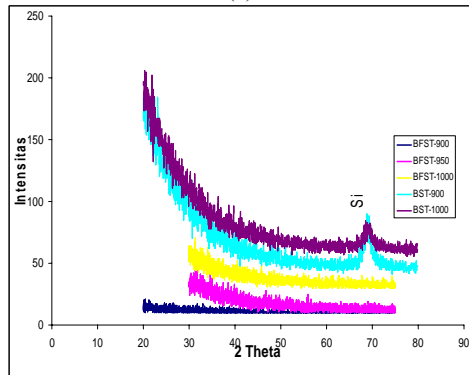
Nama Sampel	Substrat	Suhu Annealing (°C)
BST	Pt(200)/SiO ₂ /Si(100)	900
		950
		1000
	Si (100) tipe-p	900
		950
		1000

Hasil Uji XRD

Pada penelitian ini, uji XRD dilakukan dengan sudut difraksi (2θ) 20° sampai dengan 80° dengan kenaikan sudut 0,02°. Hasil uji XRD dapat dilihat pada Gambar 6.



(a)



(b)

Gambar 3 Grafik XRD BST dan BFST untuk: (a) substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100) dan (b) substrat Si (100) tipe-p.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa penambahan suhu *annealing* menyebabkan perbedaan sifat film. Semua sampel yang ditumbuhkan pada substrat Si(100) sudah mengalami kerusakan, seperti pada Gambar 6. Sedangkan tidak semua sampel yang ditumbuhkan pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100) mengalami kerusakan. Menurut Adem, Platina (Pt) sangat baik digunakan sebagai *bottom electrode* untuk piranti film tipis ferroelektrik-dielektrik karena memiliki sifat konduktivitas termal yang tinggi ($71,6 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$) stabilitas yang baik dalam suasana oksigen (Adem 2003).

Semakin tinggi suhu *annealing*, sampai batas tertentu, dapat meningkatkan kualitas kristal. Namun suhu *annealing* yang terlalu tinggi dapat merusak kristal. Hal ini terlihat pada sampel BFST yang ditumbuhkan pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100) sampel telah mengalami kerusakan pada suhu *annealing* yang semakin tinggi.

Penambahan bahan pendadah juga mempengaruhi sampel. Hal ini terlihat pada suhu *annealing* 1000 °C, untuk substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100), film tipis BST bersifat

kristal sedangkan film tipis BFST mengalami kerusakan.

Hasil perhitungan konstanta kisi menunjukkan bahwa semua sampel bersifat tetragonal. Hasil perhitungan konstanta kisi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil perhitungan parameter kisi sampel BST dan BFST

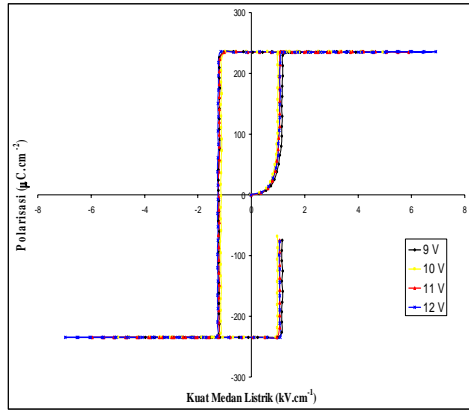
Nama sample	Parameter kisi (Å)			Bentuk kristal
	a	c	c/a	
BST-Pt-900	3,8469	4,1174	1,0703	tetragonal
BST-Pt-1000	3,8472	4,1137	1,0693	tetragonal
BST-Si-900	-	-	-	rusak
BST-Si-1000	-	-	-	rusak

Hasil Uji Ferroelektrik

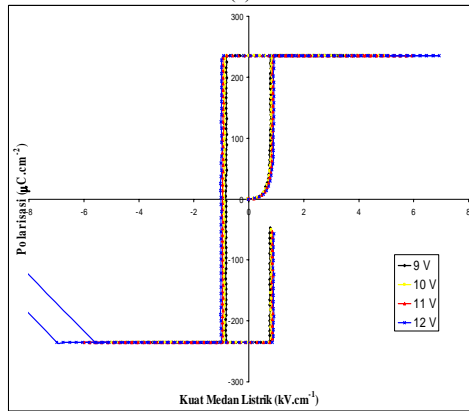
Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel yang dibuat, baik itu BST 1 M maupun BFST 1 M 10 %, bersifat ferroelektrik. Hal ini dapat dilihat dari kurva histerisis yang terbentuk dari setiap sampelnya. Perlakuan perbedaan suhu *annealing*, penambahan bahan pendadah dan perbedaan substrat pun mempengaruhi nilai-nilai parameter yang didapat dari uji ferroelektrik. Pada penelitian ini uji ferroelektrik dilakukan dengan memberikan variasi tegangan dari 5 V sampai dengan 13 V.

Kurva Histerisis BST 1 M

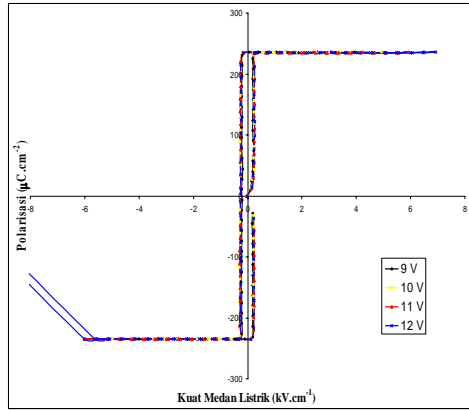
Kurva histerisis film BST 1 M pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100) hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 7



(a)



(b)



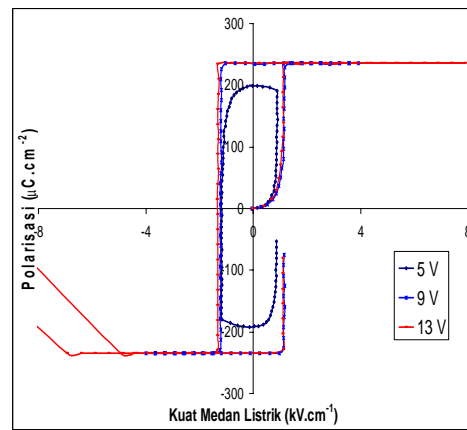
(c)

Gambar 4 Kurva histerisis BST 1 M pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100) dengan suhu *annealing* (a) 900 °C (b) 950 °C (c) 1000 °C.

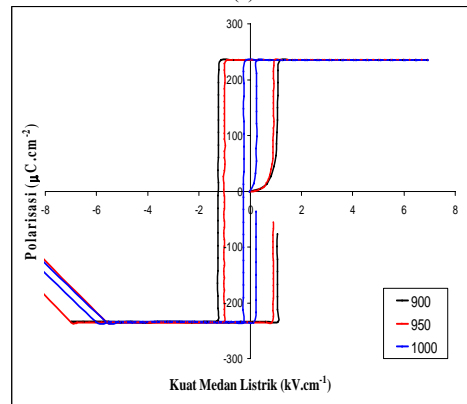
Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan yang diberikan maka bentuk kurvanya pun akan semakin melebar. Dalam kurva ini, lebar dari kurva menunjukkan kuat medan (kV.cm^{-2}) yang terukur pada sampel. Hal ini karena kenaikan tegangan menyebabkan lebih banyak orientasi *domain* yang sejajar sehingga kuat medannya pun akan semakin bertambah (Adem 2003).

Pada sampel film BST 1 M dengan suhu *annealing* 950 °C dan 1000 °C, yang diberi tegangan eksternal 12 V, kurva yang terbentuk tidak lagi sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan yang diberikan kepada sampel sudah melewati tegangan jatuh (*breakdown voltage*) yang menyebabkan sampel sudah tidak lagi berada pada keadaan ferroelektrik melainkan sudah menjadi paraelektrik yaitu keadaan dimana sampel tidak lagi memiliki polarisasi spontan (Adem 2003).

Gambar 8 menunjukkan kurva histerisis film yang divariasikan tegangan eksternal dan suhu *annealing*.



(a)



(b)

Gambar 5 Kurva histerisis BST 1 M pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100) terhadap variasi (a) tegangan eksternal dan (b) suhu *annealing*.

Pada tegangan eksternal 5 V, kurva histerisis yang terbentuk belum sempurna. Hal ini disebabkan semua *domain* belum terorientasi pada arah yang sama dengan medan eksternal.

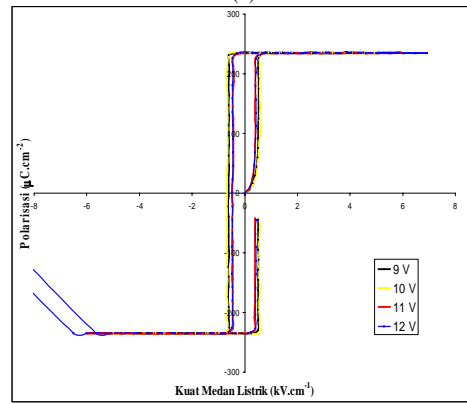
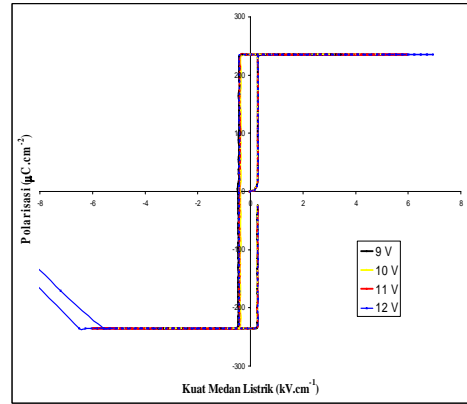
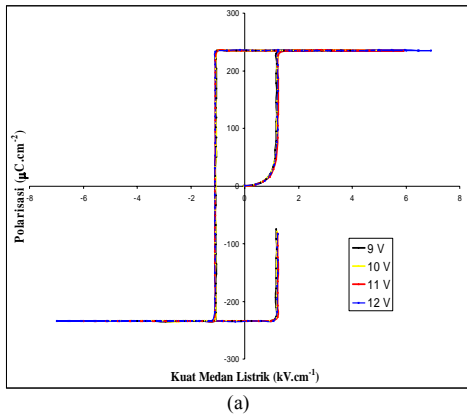
Variasi tegangan eksternal dan suhu *annealing* sedikit mempengaruhi polarisasi saturasi sampel. Setelah tercapai kondisi jenuh, penambahan tegangan tidak menambah

nilai polarisasi saturasi karena pada keadaan ini semua *domain* telah terorientasi pada arah yang sama (Adem 2003). Setelah keadaan saturasi, pemberian tegangan eksternal yang semakin besar akan menyebabkan sampel kehilangan sifat ferroelektriknya.

Nilai polarisasi remanen sangat dipengaruhi oleh suhu *annealing*. Pada penelitian ini semakin tinggi suhu *annealing*, maka nilai polarisasi remanennya akan semakin rendah. Nilai polarisasi remanen yang semakin rendah disebabkan *grain size* yang semakin kecil dan seragam (Adem 2003).

Suhu *annealing* pun menyebabkan perbedaan nilai medan koersif sampel. Menurut Koutsaroff *et al.*, suhu *annealing* mempengaruhi *grain size* yang terbentuk pada sampel. Semakin tinggi suhu, maka *grain size* yang terbentuk pun akan semakin bertambah (Koutsaroff *et al.* 2002). Di bawah ukuran *critical grain size*, terjadi transisi struktur *domain* dari *multi-domain* menjadi *mono-domain* yang lebih stabil. Jadi untuk reorientasi *domain* dalam medan listrik eksternal menjadi lebih sulit sehingga meningkatkan medan koersif (Ren *et al* 1996). Pada sampel BST yang ditumbuhkan pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100), kenaikan suhu *annealing* menyebabkan *grain size* semakin kecil (hal ini dapat dilihat dari bentuk puncak hasil XRD) sehingga medan koersif sampel pun menurun.

Kurva histerisis film BST 1 M pada substrat Si (100) tipe-p hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 9.

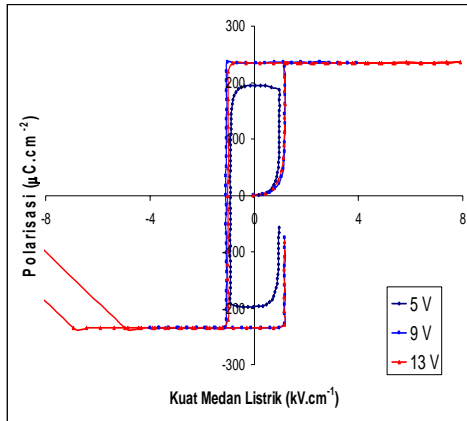


Gambar 6 Kurva histerisis BST 1 M pada substrat Si(100) tipe-p dengan suhu *annealing* (a) 900 °C (b) 950 °C (c) 1000 °C.

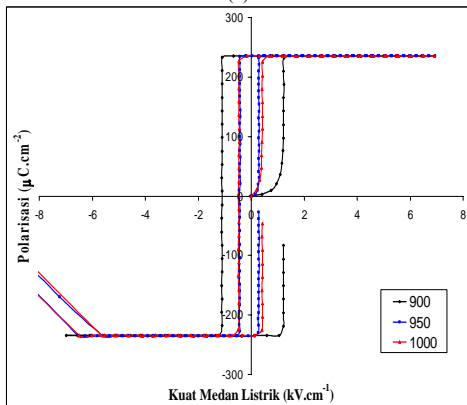
Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan yang diberikan maka bentuk kurvanya pun akan semakin melebar. Hal ini karena penambahan tegangan menyebabkan semakin banyak *domain* yang memiliki orientasi yang sama (Adem 2003).

Pada sampel film BST 1 M dengan suhu *annealing* 950 °C dan 1000 °C, pada tegangan eksternal 12 V, kurva yang terbentuk tidak lagi sempurna. Hal ini disebabkan tegangan yang diberikan pada sampel sudah melewati tegangan jatuh (*breakdown voltage*) sehingga sampel sudah tidak lagi berada pada keadaan ferroelektrik melainkan sudah menjadi paraelektrik.

Gambar 10 menunjukkan kurva histerisis film yang divariasikan tegangan eksternal dan suhu *annealing*.



(a)



(b)

Gambar 7 Kurva histerisis BST 1 M pada substrat Si(100) tipe-p terhadap variasi (a) tegangan eksternal dan (b) suhu *annealing*.

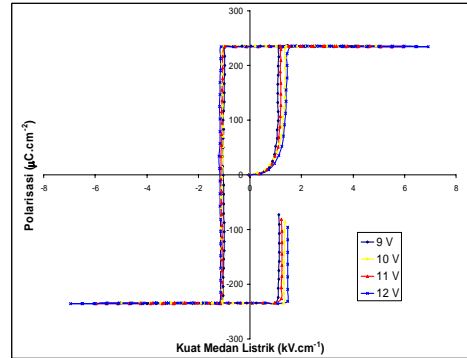
Pada tegangan eksternal 5 V, belum semua *domain* terorientasi pada arah yang sama. Hal ini dapat terlihat pada bentuk kurva yang terbentuk.

Variasi tegangan eksternal dan suhu *annealing* sedikit mempengaruhi polarisasi saturasi sampel. Setelah kondisi jenuh, penambahan tegangan eksternal tidak merubah nilai polarisasi saturasi karena semua *domain* telah terorientasi pada arah yang sama (Adem 2003).

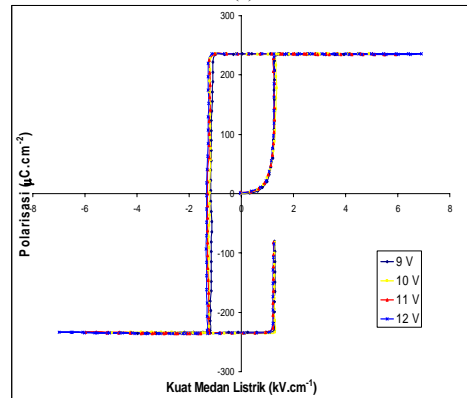
Pada sampel BST 1 M yang ditumbuhkan di substrat Si (100) tipe-p, kenaikan suhu *annealing* menyebabkan nilai polarisasi remanen dan medan koersif sampel menurun. Hal ini karena kondisi sampel yang sudah mengalami kerusakan.

Kurva Histerisis BFST 1 M

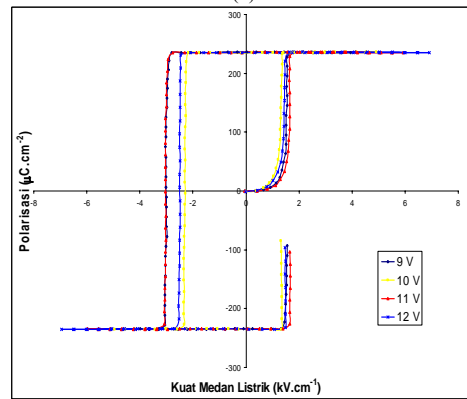
Kurva histerisis film BFST 1 M 10 % pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100) hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 11.



(a)



(b)



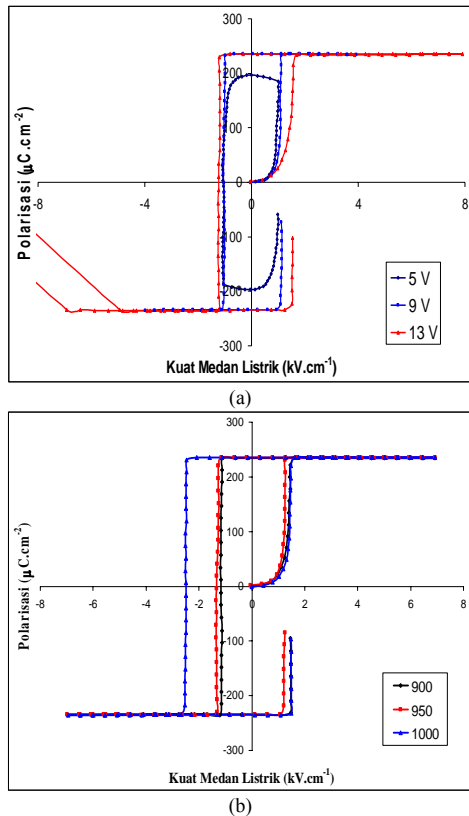
(c)

Gambar 8 Kurva histerisis BFST 1 M 10 % pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100) dengan suhu *annealing* (a) 900 °C (b) 950 °C (c) 1000 °C.

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan yang diberikan maka bentuk kurvanya pun akan semakin melebar karena semakin banyak *domain* yang memiliki orientasi yang sama (Adem 2003).

Pada sampel film BST 1 M yang didadah dengan Fe₂O₃ 10 %, dari semua tegangan eksternal yang diberikan (9V - 12V), pada semua suhu *annealing* sampel masih berada pada keadaan ferroelektrik. Hal ini karena penambahan ion pendadah *acceptor* dapat menaikkan sifat kelistrikan film tipis ferroelektrik (Uchino 2000).

Gambar 12 menunjukkan kurva histerisis film yang divariasikan tegangan eksternal dan suhu *annealing*.



Gambar 9 Kurva histerisis BFST 1 M 10 % pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100), terhadap variasi (a) tegangan eksternal dan (b) suhu *annealing*.

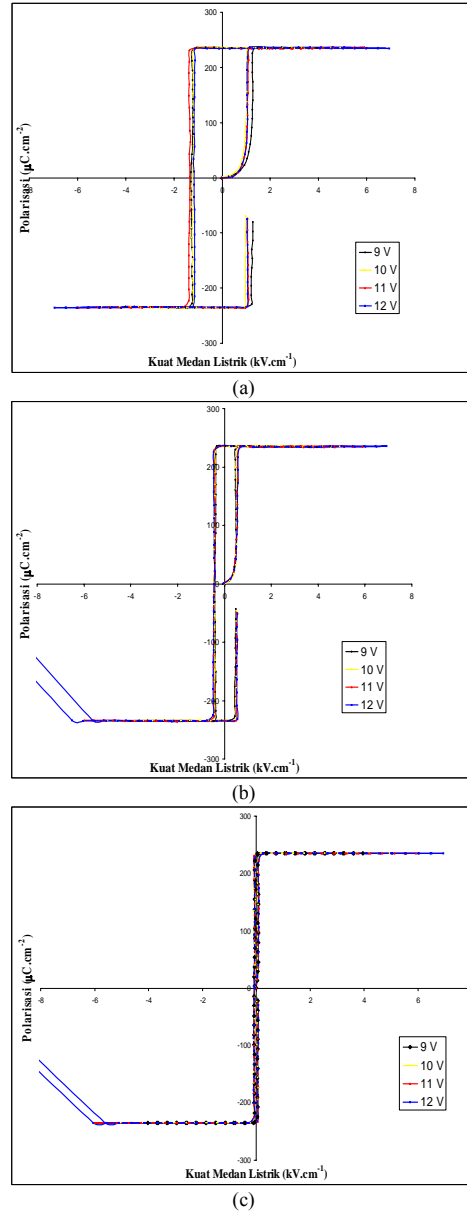
Pada tegangan eksternal 5 V, kurva histerisis yang terbentuk belum sempurna karena belum tercapai saturasi. Hal ini disebabkan semua *domain* belum terorientasi pada arah yang sama dengan medan eksternal.

Variasi tegangan eksternal dan suhu *annealing* sedikit mempengaruhi polarisasi saturasi sampel. Setelah tercapai kondisi saturasi, penambahan tegangan eksternal tidak akan mempengaruhi nilai polarisasi (Adem 2003).

Nilai polarisasi remanen dan medan koersif sampel BSFT dipengaruhi adanya tambahan bahan pendadah besi (Fe, valensi III). Akibat pendadahan Fe terjadi cacat kristal dalam struktur BFST dan membuat *multi-domain* "sedikit acak" karena terjadi kekosongan (*vacancy*) ion O (O²⁻) yang akhirnya menyebabkan nilai Ps maupun medan koersif berubah (Uchino 2000).

Kurva histerisis film BST 1 M yang didadah Fe₂O₃ 10 % pada substrat Si(100)

tipe-p hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 13.



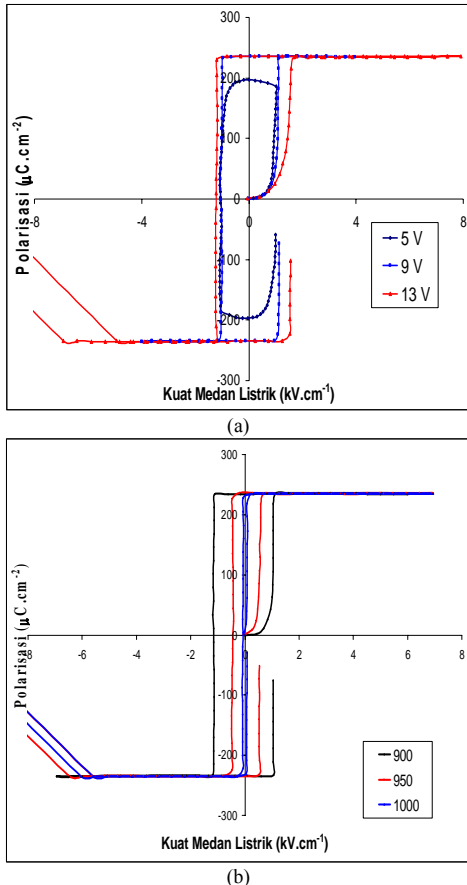
Gambar 10 Kurva histerisis BFST 1 M 10 % pada substrat Si(100) tipe-p dengan suhu *annealing* (a) 900 °C (b) 950 °C (c) 1000 °C.

Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan yang diberikan maka bentuk kurvanya pun akan semakin melebar karena semakin banyak *domain* yang memiliki orientasi yang sama (Adem 2003).

Pada sampel film BFST 1 M dengan suhu *annealing* 950 °C dan 1000 °C, pada tegangan eksternal 12 V, kurva yang terbentuk tidak lagi sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan yang diberikan kepada sampel sudah melewati tegangan jatuh (*breakdown voltage*)

yang menyebabkan sampel sudah tidak lagi berada pada keadaan ferroelektrik melainkan sudah menjadi paraelektrik yaitu keadaan dimana sampel tidak lagi memiliki polarisasi spontan (Adem 2003).

Gambar 14 menunjukkan kurva histerisis film yang divariasikan tegangan eksternal dan suhu *annealing*.



Gambar 11 Kurva histerisis BFST 1 M 10 % pada substrat Si(100) tipe-p terhadap variasi (a) tegangan eksternal dan (b) suhu *annealing*.

Pada tegangan eksternal 5 V, kurva histerisis yang terbentuk belum sempurna. Hal ini disebabkan semua *domain* terorientasi pada arah yang sama di medan eksternal.

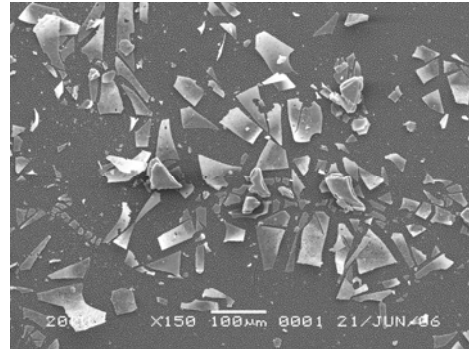
Variasi tegangan eksternal dan suhu *annealing* sedikit mempengaruhi polarisasi saturasi sampel. Penambahan tegangan eksternal setelah kondisi saturasi tidak akan mempengaruhi nilai polarisasi (Adem 2003).

Nilai polarisasi remanen dan medan koersif sampel yang ditumbuhkan pada substrat Si(100) tipe-p mengalami penurunan dengan meningkatnya suhu *annealing*. Hal ini terjadi karena bentuk sampel yang semakin rusak.

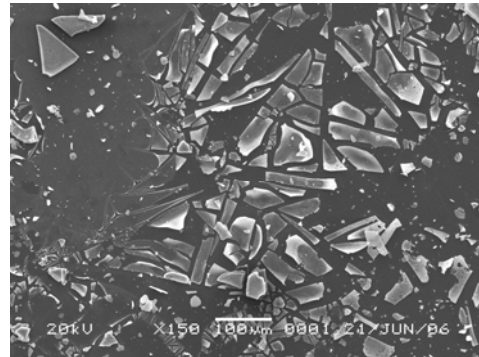
Penambahan bahan pendadah Fe_2O_3 pada film BST yang ditumbuhkan pada substrat Si (100) tipe-p tidak dapat terlihat jelas karena sampel sudah mengalami kerusakan.

Analisa SEM/EDS

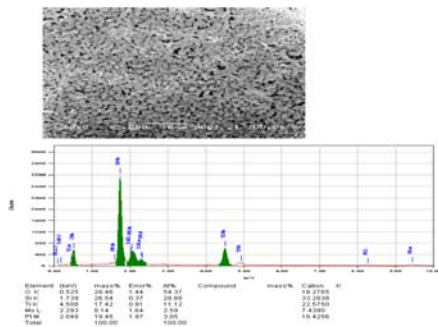
Pemeriksaan dengan SEM/EDS diperlukan untuk mengetahui fasa-fasa dan komposisi kimia. Pengamatan dari hasil SEM/EDS sebagai berikut



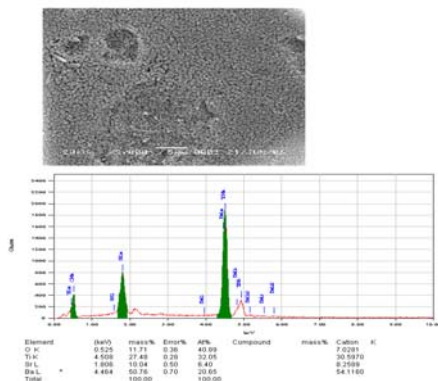
Gambar 12 BST (Anil 1000°C) pada Substrat Pt



Gambar 13 BST (Anil 1000°C) pada Substrat Si



Gambar 14 Hasil EDS terhadap BST (Anil 1000°C) pada substrat Pt



Gambar 15 Hasil EDS terhadap BST (Anil 1000°C) pada substrat Si

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Film BST memiliki sifat ferroelektrik, hal ini terlihat dari kurva histerisis yang dihasilkan berdasarkan uji ferroelektrik.

Suhu *annealing* memberikan pengaruh yang dominan terhadap nilai medan koersif dan polarisasi remanen. Hal ini karena semakin tinggi suhu *annealing*, semakin besar *grain size* yang dihasilkan menyebabkan medan koersif dan polarisasi remanennya sampel akan semakin tinggi. Suhu *annealing* yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan sampel mengalami kerusakan yang

mengakibatkan menurunnya nilai medan koersif dan polarisasi remanen sampel.

Setelah tercapai kondisi saturasi, pemberian tegangan eksternal yang semakin besar akan menyebabkan hilangnya sifat ferroelektrik sampel.

Sampel film yang ditumbuhkan pada substrat Pt(200)/SiO₂/Si(100), penambahan bahan pendadah menyebabkan nilai medan koersif dan tegangan jatuh (*breakdown voltage*) film meningkat. Sedangkan untuk substrat Si(100) tipe-p, penambahan bahan pendadah tidak terlihat jelas karena sampel telah mengalami kerusakan.

Untuk aplikasi memori, sampel BST 1 M dengan suhu *annealing* 1000 °C adalah yang paling baik karena memiliki polarisasi remanen yang tinggi dan medan koersif yang rendah.

Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penumbuhan film dengan suhu yang lebih rendah agar mendapatkan hasil film dengan kristalinitas yang lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- Adem U. 2003. *Preparation of Ba_xSr_{1-x}TiO₃ Thin Films by Chemical Solution Deposition and Their Electrical Characterization* [Tesis]
- Aparna M, Bhimasankaram T, Suryanarayana SV, Prasad G, Kumar GS. 2001. *Effect of Lanthanum Doping on Electrical and Electromechanical Properties of Ba_{1-x}La_xTiO₃*. Bull Mater Sci., Vol 24, No. 5. Page 497-504.
- Cole MW, Geyer RG. 2004. *Novel Tuneable Acceptor Doped BST Thin Film for High Quality Microwaves Devices*. Revista Mexicana de Fisica Vol 50(3) Page 232-238.
- Craciun VJ, Howard M, Lambers ES, Singh RK. 2000. *Low Temperature Growth of Barium Strontium Titanate Films by Ultraviolet-Assisted Pulsed Laser Deposition*. Mat. Res. Soc. Symp. Vol 617. Materials Research Society.
- Darmasetiawan H. 2005. *Optimasi Penumbuhan Film Tipis BaTiO₃ yang didadah Indium dan Vanadium (BIVT) serta penerapannya sebagai Sel Surya*. IPB.
- Giridharan NV, et al. 2001. *Structural, Morphological and Electrical Studies on*

- Barium Strontium Titanate Thin Film Prepared by Sol-Gel Technique*. Crystal Research Technology Vol 36(1) Page 65-72.
- Irzaman, Darmasetiawan H, Indro MN, Sukaryo SG, Hikam M, Na Peng Bo, Barmawi M. 2001. *Electrical Properties of Crystalline $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ Thin Film*.
- Irzaman. 2005. Studi Lapisan Tipis Pyroelektrik $PbZr_{0,52}Ti_{0,48}O_3$ (PZT) yang Didadah Tantalum dan Penerapannya Sebagai Infra Merah [Disertasi].
- Koutsaroff *et al.*, 2002. *Dielectric Properties Of (Ba,Sr)TiO₃ MOD Films Grown on Various Substrates*. Proceedings of The 13th IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectric 2002.
- Kotecki *et al.*, 1999. *(Ba,Sr)TiO₃ Dielectrics for Future Stacked-Capacitor DRAM*. IBM Journal of Research and Development. Volume 43. No 3.
- Lapedes DN, 1978. *McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms Second Edition*. McGraw-Hill Inc.
- Lide DR. 1962. *Handbook of Chemistry and Physics 71st Edition*. Chemical Rubber Publishing Company. USA
- Lines ME, Glass AM. 1977. *Principles and Applications of Ferroelectrics and Related Materials*. Clarendon Press. Great Britain.
- Ren *et al.*, 1996. *Size-Related Ferroelectric-omain-Structure transition in a polycrystallin $PbTiO_3$ Thin Film*. Rphysical Review B, Vol 54, No 20, Page 337-340
- Seo JY, Park SW. 2004. *Chemical Mechanical Planarization Characteristic of Ferroelectric Film for FRAM Applications*. Journal of Korean Physical Society, Vol 45, No. 3, Page 769-772.
- Supriyatman. 2004. Uji Sifat Listrik struktur Kapasitor Film Tipis Bahan $PbZr_xTi_{1-x}O_3$ Doping In_2O_3 [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Uchino K. 2000. *Ferroelectric Devices*. Marcel Dekker, Inc. USA.
- Xu Y. 1991. *Ferroelectric Material and Their Applications*. North-Holland. Netherland.
- Yusnafi. 2001. Pembuatan Keramik Barium Titanat Untuk Peralatan Elektronik. Elektro Indonesia Nomor 35 Tahun VI.