

# PENGUJIAN FILM TIPIS $Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$ (BST) SEBAGAI SENSOR CAHAYA BERBANTUAN RANGKAIAN ELEKTRONIKA

Farida Huriawati<sup>1</sup>, Erawan Kurniadi<sup>2</sup>, Irzaman<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan IPA, IKIP PGRI MADIUN

<sup>3</sup>Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor  
Email: <sup>1</sup>farida@ikippgri.madiun.ac.id; <sup>2</sup>erawan@ikippgri.madiun.ac.id; <sup>3</sup>irzaman@yahoo.com

## Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sensor cahaya dari bahan film tipis  $Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$  (BST) berbantuan rangkaian elektronika dengan metode *chemical solution deposition* (CSD). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memperoleh wawasan yang lebih luas tentang teknologi BST, dan Sensor cahaya ini dapat diaplikasikan pada rangkaian elektronika, serta dapat diimplementasikan ke sistem piranti elektronika. Telah berhasil merancang perakitan sensor cahaya berbantuan rangkaian elektronika. Sensor cahaya dibuat dari film tipis  $Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$  (BST) yang ditumbuhkan dengan metode *chemical solution deposition* (CSD). Penelitian menunjukkan bahwa perakitan secara elektronika telah berhasil menggerakkan segala fungsi komponen elektronika sehingga sensor cahaya berfungsi secara akurat, namun dalam penelitian belum dilakukan kalibrasi.

**Kata kunci** : sensor cahaya, elektronika, film tipis, BST, fotovoltaiik.

## Pendahuluan

Film tipis ferroelektrik banyak digunakan dalam aplikasi untuk piranti elektrooptik dan elektronika. Beberapa material film tipis ferroelektrik yang penting antara lain  $BaSrTiO_3$ ,  $PbTiO_3$ ,  $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ ,  $SrBiTaO_3$ ,  $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$  dan  $Bi_4Ti_3O_{12}$ . Aplikasi-aplikasi film tipis ferroelektrik menggunakan sifat dielektrik, pyroelektrik, dan elektrooptik yang khas dari bahan ferroelektrik. Sebagian dari aplikasi elektronika 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 yang tersusun perovskite banyak mendapat perhatian karena memiliki kemungkinan untuk menggantikan memori berbasis material  $SiO_2$  yang sekarang digunakan sebagai *Ferroelectric Random Access Memory* (FRAM) (J. Y. Seo, S. W. Park, 2004).

Di antara material film tipis ferroelektrik yang disebutkan di atas,  $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$  (BST) banyak digunakan sebagai FRAM karena memiliki konstanta dielektrik yang tinggi dan

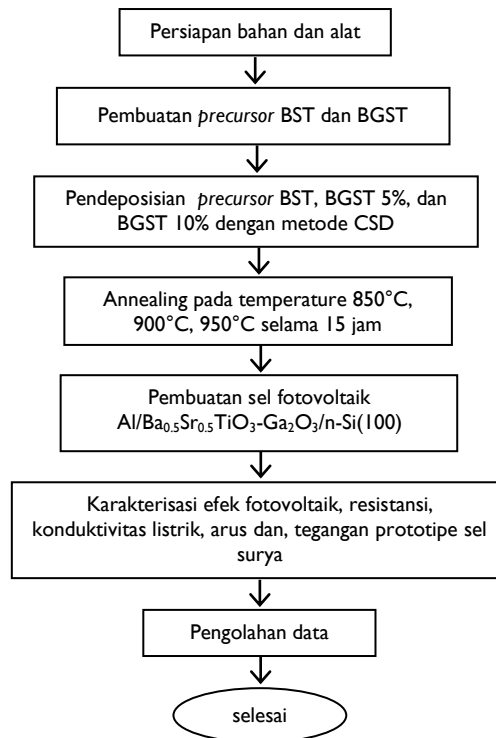
kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi (*high charge storage capacity*) (J. Y. Seo, S. W. Park, 2004). Suatu ferroelektrik RAM, jika bahan itu memiliki nilai polarisasi sekitar  $10\mu C.cm^{-2}$  maka ia mampu menghasilkan muatan sebanyak  $10^{14}$  elektron per  $cm^{-2}$  untuk proses pembacaan memori (M. E. Lines, A. M. Glass, 1977). BST juga dipilih karena pembuatannya dapat dilakukan di laboratorium dengan peralatan yang sederhana dan belum ada kelompok yang meneliti bahan BST dengan didedah seperti pada tugas akhir ini secara sistematis.

## Metode Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik, *spin coating*, mortar, pipet, gelas ukur Iwaki 10 ml, pemanas, pinset, gunting, spatula, *stop watch*, tabung reaksi, sarung tangan karet, cawan petritis, isolasi, dan *blower* PT310AC, Trimpot 100 K $\Omega$ , 200 K $\Omega$ , Resistor 220 $\Omega$ , 10K $\Omega$ , 100K $\Omega$ , 1M $\Omega$ , IC Op Amp LM741 dan LM358, Kapasitor 1000 $\mu F/16V$ , 220 $\mu F/25V$ , 100nJ, Relay 5V, Dioda 1N4007, IC VReg LM7805, Transistor C9013, Transformator 500mA, Saklar, PCB IC, Pin Header, Buzzer, Lampu Neon kawat atau kabel.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk barium asetat [ $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , 99%], stronsium asetat [ $\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , 99%], titanium isopropoksida

[ $\text{Ti}(\text{C}_{12}\text{O}_4\text{H}_{28})$ , 99%], galium oksida, pelarut 2-metoksietanol [ $\text{H}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ , 99%], dan substrat Si (100) tipe-*p*. Gambar 1. menunjukkan diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

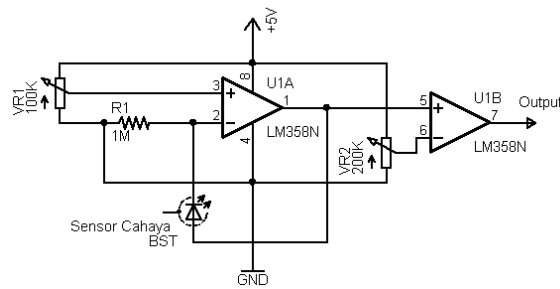
### Hasil Dan Pembahasan

Pada proyek tugas akhir ini rangkaian aplikasi *Op-Amp* yang digunakan adalah sebagai rangkaian pembanding (komparator) dan IC yang digunakan LM358N sebagai penguat operasional. Didalam IC LM358N terdapat dua paket op-amp, hambatan input

yang digunakan pada rangkaian ini  $1\text{M}\Omega$  dan menggunakan dua buah potensiometer VR1  $100\text{K}\Omega$  dan VR2  $200\text{K}\Omega$  untuk mengatur tingkat kepekaan cahaya dan sinyal tegangan output. Kondisi sinyal tegangan yang didapatkan pada rangkaian sensor terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Sinyal Output Tegangan

Posisi Sumber Cahaya (cm)	Potensiometer, R1 Voltage (V)	U1A Vout (V)	Potensiometer, R2 Voltage (V)	U1B Kondisi Sinyal output (V)
1	1.000	1.120	1.500	0.000
2	1.000	1.300	1.500	0.000
3	1.000	1.440	1.500	0.000
4	1.000	1.560	1.500	3.900
5	1.000	1.670	1.500	3.900



**Gambar 2. Rangkaian Kondisi Sinyal Sensor Cahaya**

Pada tabel 1. menunjukkan hasil output tegangan dari kedua op-amp tersebut. Tegangan pada VR2 adalah mulai dari 1,5V DC sebagai tegangan acuan pada rangkaian pembanding (U1B). Tegangan output yang dihasilkan dari rangkaian amplifier non-inverting (U1A) tidak melebihi nilai dari VR2, kondisi nilai sinyal tegangan output dari VR2 akan menjadi nol (0V) jika nilai tegangan output pada U1A melebihi nilai tegangan output acuan (VR2), kemudian tegangan output akan berpengaruh menjadi 3,90V.

Pada saat sensor cahaya terhalang oleh suatu bidang atau asap rokok maka sensor akan mendeteksi berkas cahaya yang diterima dan akan mempengaruhi perubahan resistansi output sensor. Sehingga tegangan jatuh pada output rangkaian U1B berubah dari 0V ke 3.9V DC, dalam kaitan prinsip kerja sensor cahaya pada saat terhalang suatu bidang atau asap rokok maka akan terjadi perubahan resistansi.

Pada literatur yang didapatkan tentang sel surya, bahwasannya energi cahaya dengan panjang gelombang yang sesuai umumnya akan menyinari daerah semikonduktor tipe-*p* sebagai lapisan yang berinteraksi langsung dengan cahaya, lapisan ini disebut juga sebagai 'window layer'. Interaksi antara energi cahaya yang memiliki panjang gelombang yang sesuai dengan lapisan semikonduktor tipe-*p* akan menghasilkan difusi elektron dari semikonduktor tipe-*p* menuju lapisan semikonduktor tipe-*p*. Dengan demikian menimbulkan aliran elektron yang menyebabkan adanya aliran arus listrik.

Pada penelitian ini digunakan sel surya dengan lapisan monolayer di mana 'window layer' dari sel surya ini merupakan semikonduktor tipe-*p* dengan *hole* sebagai pembawa muatan mayoritas dan elektron sebagai muatan minoritasnya. Pada kondisi ini, energi foton memiliki kecenderungan untuk

memberikan energi cukup bagi difusi *hole*, sehingga peningkatan difusi ini mengakibatkan terjadinya rekombinasi elektron *hole* lebih banyak. Pada sel surya tersebut sebagian elektron yang tidak berekombinasi dapat pindah menuju pita konduksi dan kemudian dapat menghasilkan arus listrik.

Lapisan yang berinteraksi dengan cahaya pada prototipe sel surya ini terdiri atas dua bagian dengan luasan yang berbeda yakni luasan lapisan film tipis tipe-*p* dan luasan substrat tipe-*p* yang relatif lebih kecil. Energi foton yang berinteraksi dengan sel surya lebih banyak menumbuk pada luasan film tipis tipe-*p* di mana pada lapisan ini diketahui bahwa elektron yang dapat menimbulkan aliran arus merupakan muatan minoritas. Elektron sebagai muatan minoritas akan berdifusi melawan aliran difusi minoritas *hole* dari substrat, hal ini menyebabkan terhambatnya aliran elektron sehingga penurunan arus tersebut akan berbanding lurus dengan penurunan efisiensi konversi sel surya.

Faktor lain yang mempengaruhi efisiensi konversi salah satunya dipengaruhi oleh kontak ohmik. Pengukuran arus-tegangan sel surya berstruktur Al/BST/*n*-Si pada penelitian ini menggunakan kontak ohmik Al yang dibuat di atas permukaan substrat Si(100) tipe-*p*. Konsentrasi dari elektron pada substrat Si(100) tipe-*p* cenderung lebih rendah hal ini menyebabkan konduktivitas dari kontak ohmik yang dibuat kurang optimal (S. R. Rio dan M. Iida, 1999).

Terdapat dua hal berkaitan Nilai Efisiensi konversi yang dipengaruhi oleh ketebalan film tipis. Pertama, peningkatan suhu *annealing* menyebabkan evaporasi atom-atom organik dari film tipis sehingga kerapatan struktur mikro dari film tipis semakin baik dan menyebabkan nilai konduktivitas listrik sel surya meningkat. Kedua, peningkatan suhu

*annealing* menyebabkan ketebalan film tipis semakin menurun sehingga terjadi penyempitan lebar daerah difusi, akibatnya kecenderungan elektron untuk berdifusi lebih mudah dan menimbulkan arus listrik yang berkaitan dengan besarnya nilai efisiensi konversi.

### Kesimpulan

Telah berhasil dirancang sensor cahaya yang terbuat dari bahan film tipis  $Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$  di atas substrat Si (100) tipe-*p* dengan menggunakan metode *chemical solution deposition* (CSD) berbantuan rangkaian elektronika. Film tipis BST merupakan bahan semikonduktor yang memiliki nilai konduktivitas listrik sekitar 30 S/m. Ketika film tipis ini dideposisi di atas permukaan Si (100) tipe-*p*, maka *devis* ini dapat menimbulkan persambungan *p-n* yang memungkinkan terjadinya difusi elektron dan *hole* yang menyebabkan arus saat diberikan energi tertentu seperti energi foton. Arus dan tegangan yang dihasilkan pada sel fotovoltaik cenderung menurun dengan penambahan bahan pendadah.

Sensor cahaya yang berhasil dirancang dengan berbantuan rangkaian elektronika beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya antara lain : Sensor sangat sensitif pada cahaya, Biaya produksinya murah, Kekuatan produk, Dapat diaplikasikan pada rangkaian elektronika, Mampu bersaing dengan sensor LDR dan Photodiode. Yang menjadi

kekurangan atau kelemahan adalah penyolderan pada kontak sensor kurang bagus dan mudah lepas, Ukurannya masih besar, Pada saat penyolderan tidak boleh terlalu lama akan menyebabkan panas sehingga sensor dapat menjadi rusak, Pada bagian titik kontak aluminium sensor yang disolder mudah tergores timah dan solder, Penyolderan pada sensor harus menggunakan timah *Indum* sehingga biayanya mahal.

### Daftar Pustaka

- Huriawati, F., & Irzaman, I. (2015). Kajian Sifat Optik Film Tipis Bst Didada Niobium Dan Tantalum. *JURNAL PENDIDIKAN FISIKA DAN KEILMUAN*, 1(1), 9-13.
- J. Y. Seo, S. W. Park. (2004). *Chemical Mechanical Planarization Characteristic of Ferroelectric Film for FRSM Applications*. *Journal of Korean Physical Society*, Vol 45, No.3, Page 769-772.
- M. E. Lines, A. M. Glass. (1977). *Principles and Applications of Ferroelectric and Related Materials*. Clarendon Press. Great Britain.
- S. R. Rio dan M. Iida. 1999. *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.