

**PENGARUH TEGANGAN DEPOSISI PADA METODE  
ELECTROCHEMICAL DEPOSITION TERHADAP KARAKTERISTIK  
LAPISAN PENYERAP CZTS UNTUK APLIKASI SEL SURYA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk penulisan sebuah skripsi untuk memenuhi salah satu syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Departemen Pendidikan Fisika  
Program Studi Fisika



**Oleh**  
**Husna Hanifa**  
**1805580**

**PROGRAM STUDI FISIKA**  
**DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**  
**BANDUNG**  
**2022**

PENGARUH TEGANGAN DEPOSISI PADA METODE  
ELECTROCHEMICAL DEPOSITION TERHADAP KARAKTERISTIK  
LAPISAN PENYERAP CZTS UNTUK APLIKASI SEL SURYA

Oleh

Husna Hanifa

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Fisika Departemen Pendidikan Fisika

Konsentrasi Fisika Material  
FPMIPA UPI

© Husna Hanifa

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2022

Hak cipta dilindungi Undang-Undang  
Skripsi ini tidak boleh diperbanya seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak  
ulang, difotokopi atau cara lainya tanpa seizin penulis.



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH TEGANGAN DEPOSISI PADA METODE ELECTROCHEMICAL  
DEPOSITION TERHADAP KARAKTERISTIK LAPISAN CZTS UNTUK APLIKASI  
SEL SURYA**

**DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH:**

**Pembimbing I,**

Dr. Andhy Setiawan, M.Si

NIP. 197310131998021001

**Pembimbing II,**

Dr. Eka Cahya Prima, S. Pd., M. T.

NIP. 199006262014041001

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Fisika**

Dr. Endi Suhendi, M.Si

NIP. 197905012003121001

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan skripsi dengan judul “d” ini beserta isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2022

Yang membuat pernyataan,

Husna Hanifa

1805580

**PENGARUH TEGANGAN DEPOSISI PADA METODE  
ELECTROCHEMICAL DEPOSITION TERHADAP KARAKTERISTIK  
LAPISAN CZTS UNTUK APLIKASI SEL SURYA**

Husna Hanifa

1805580

Pembimbing 1: Dr. Andhy Setiawan, M, Si

Pembimbing 2: Dr. Eka Cahya Prima, S. Pd., M. T.

Program Studi Fisika FPMIPA UPI

**ABSTRAK**

Pada sel surya generasi ketiga sudah dikembangkannya lapisan penyerap yang lebih murah seperti CZTS yang memiliki spesifikasi yang mirip dengan CIGS. Material CZTS ini dikenal sebagai bahan dengan structural dan sifat optic yang baik dimana material CZTS memiliki struktural dan sifat optik yang berikatan satu sama lain membentuk susunan kristal *kesterite* atau *stannite*. Pada penggunaanya sebagai lapisan penyerap sel surya, material CZTS di sintesis menggunakan metode electrochemical deposition. Pada metode electrochemical deposition ini sebuah rangkaian listrik akan disambungkan kepada elektroda yang nantinya akan dimasukan kedalam elektrolit. Sejumlah variasi tegangan sebesar 1volt hingga 5 volt akan diberikan kepada rangkaian listrik yang kemudian akan memicu ion dari bahan pengendapan di dalam elektrolit menempel ke salah satu elektroda. Pemberian variasi tegangan deposisi dilakukan untuk mengetahui pengaruh besar tegangan deposisi pada metode electrochemical deposition terhadap karakteristik lapisan penyerap CZTS. Bahan yang digunakan yaitu 6.35mmol  $CuO_4C_4H_6 \cdot H_2O$ ; 4.1mmol  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ ; 3.3mmol  $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ ; 6.6mmol  $Na_2S_2O_3$  menggunakan suhu sulfurisasi 500°C. Karakterisasi yang digunakan yaitu X-Ray Diffraction (XRD), UV-Vis Spectrometry dan I-V meter. Hasil XRD menunjukkan bahwa ukuran kristal yang dihasilkan semakin kecil dengan tegangan deposisi yang lebih besar sekitar 6.07-7.27nm. Hasil serapan optik menunjukkan bahwa lapisan absorber CZTS sensitif pada panjang gelombang rendah yakni sekitar 300-480 dengan Light Harvesting Efficiency (LHE) berkisar 13.3-24.75%. Nilai energi bandgap yang diperoleh berkisar antara 1.4-1.48 eV. Hasil uji efisiensi menunjukkan nilai efisiensi yang baik sesuai referensi sekitar 2.56-8.77. Hasil ini menunjukkan bahwa besar tegangan deposisi mempengaruhi karakteristik lapisan penyerap CZTS untuk aplikasi sel surya.

**Kata Kunci:** Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> (CZTS), Electrochemical Deposition, Tegangan Deposisi, Sel Surya

**THE EFFECT OF DEPOSITION VOLTAGE ON ELECTROCHEMICAL  
DEPOSITION METHOD ON CHARACTERISTICS OF CZTS LAYER FOR  
SOLAR CELL APPLICATION**

Husna Hanifa

1805580

Pembimbing 1: Dr. Andhy Setiawan, M, Si

Pembimbing 2: Dr. Eka Cahya Prima, S. Pd., M. T.

Program Studi Fisika FPMIPA UPI

**ABSTRACT**

*In the third generation of solar cells, cheaper absorbent layers such as CZTS have been developed which have specifications similar to CIGS. This CZTS material is known as a material with good structural and optical properties where the CZTS material has structural and optical properties that are bonded to each other to form a kesterite or stannite crystal structure. In its use as an absorbent layer for solar cells, CZTS material is synthesized using electrochemical deposition method. In this electrochemical deposition technique, an electrical circuit will be connected to the electrode which will then be inserted into the electrolyte. A number of voltage variations from 1 volt to 5 volts will be applied to the electrical circuit which will then trigger ions from the precipitating material in the electrolyte to stick to one of the electrodes. Variation of deposition voltage was carried out to determine the effect of deposition stress on the electrochemical deposition method on the characteristics of the CZTS absorbent layer. The materials used are 6.35mmol CuO<sub>4</sub>C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>.H<sub>2</sub>O; 4.1mmol Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O; 3.3mmol SnCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O; 6.6mmol Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> using a sulfurization temperature of 500 °C. The characterizations used are X-Ray Diffraction (XRD), UV-Vis Spectrometry and I-V meter. XRD results show that the resulting crystal size is getting smaller with greater deposition voltage around 6.07-7.27nm. The optical absorption results show that the CZTS absorber layer is sensitive at low wavelengths around 300-480 with Light Harvesting Efficiency (LHE) ranging from 13.3-24.75%. The band gap energy values obtained ranged from 1.4 to 1.48 eV. The results of the efficiency test show a good efficiency value according to the reference ranges from 2.56-8.77. These results indicate that the deposition voltage affects the characteristics of the CZTS absorbent layer for solar cell applications.*

**Keywords:** Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> (CZTS), Electrochemical Deposition, Voltage Deposition, Solar Cell

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena hanya atas *Rahman* dan *Rahim*-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Tegangan Deposisi pada Metode Electrochemical Deposition terhadap Karakteristik Lapisan CZTS untuk Aplikasi Sel Surya”.

*Shalawat* beserta salam semoga tetap tercurahlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabat-sahabatnya, *tabi'in tabi'at* dan seluruh ummatnya yang selalu taat dan patuh pada ajarannya.

Penulis yakin bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana tanpa adanya bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Begitu pula penulis menyadari sepenuhnya penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu saran maupun kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang.

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan, serta menjadi sumbangsih yang cukup berarti bagi dunia ilmu pengetahuan. Semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan apapun kepada penulis mendapatkan yang terbaik dari Allah SWT.

Akhir kata semoga Allah SWT senantiasa membuka jalan bagi peningkatan kualitas ilmu pengetahuan dalam upaya mendapatkan ridho-Nya. *Aamiin*

Bandung, Juli 2022

Husna Hanifa

1805580

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

*Alhamdulillahirabbil'alamin*, puji serta syukur kepada Allah SWT. karna berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan do'a dari banyak orang. Banyak pihak yang telah memberikan dukungan berupa bimbingan, arahan, semangat, waktu, tenaga, sehingga skripsi ini berhasil terselesaikan. Oleh karena itu, izinkan penulis mengucapkan terima kasih, khususnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Ummi Rusda Ulfa selaku orang tua yang telah mendidik, memberikan dukungan do'a dan motivasi serta merawat penulis di kala sakit.
3. Uni Rahmi, Bang Imam, Kak Ghina, Icul dan Item selaku keluarga yang terus memberikan dukungan, semangat serta merawat penulis di kala sakit.
4. Dr. Andhy Setiawan, M. Si., Selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, motivasi, serta dedikasinya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Dr. Eka Cahya Prima, S. Pd., M. T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi serta dedikasinya kepada penulis sehingga penulis terus mendapatkan inspirasi selama proses penyelesaian skripsi ini.
6. Dr. Dadi Rusdiana, S.Pd., M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik selama penulis menuntut ilmu di Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI
7. Dr. Endi Suhendi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika yang telah membantu penulis selama menjadi mahasiswa di Prodi Fisika.
8. Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si. dan Dr. Winny Liliawat, S.Pd., M.Si., selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Pendidikan Fisika yang telah memfasilitasi berbagai aspek dalam proses perkuliahan penulis.

9. Seluruh dosen dan staf administrasi Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI yang telah memberikan ilmu selama studi penulis maupun arahan selama pembuatan skripsi.
10. Rekan-rekan MATFIZ CUIII : Abdan, Aca, Ghina, Xorel yang selalu berjuang bersama menyelesaikan skripsi dalam suka dan duka serta rekan-rekan yang selalu bersama selama perkuliahan 4 tahun di Fisika UPI.
11. UWAW : Cunguk Sabil, Bagja, Icad Jengkol yang selalu siap sedia membantu, menemani, direpoti, diporoti, menguatkan, mengingatkat, serta moment-moment suka dan duka yang tidak dapat terulang kembali selama proses pembuatan skripsi ini.
12. Rekan-rekan Fisika Meteria : Rahma, Adryan, Prima, Utii, Tashya, Xorel, Maghfirani yang selalu berjuang bersama menghadapi KBK material.
13. Sahabat saya Nida syarif yang sedang berada di Turki mengerjakan studinya yang selalu siap mendengar saya, memarahi saya, memaki saya sehingga saya tumbuh menjadi pribadi yang lebih kuliat selama berada di jenjang kuliah.
14. Sahabat KABUMI-ku, Mela. Yang selalu datang dan mengajak penulis menghibur diri, melepaskan kepenatan sesaat, hingga berbagi tangis tawa bersama.
15. MUA pribadi-ku, Dhiya. Yang selalu membicarakan hal-hal baru yang aneh, selalu datang ketika sedang menghilang dari dunia, selalu membuka pintu untuk penulis dikala penulis ingin datang ke rumah untuk mengerjakan skripsi walaupun akhirnya hanya bermain kutek dan masak makanan enak hingga mengizinkan penulis menginap di rumah ketika hati berada dalam keadaan sedih.
16. Bang Farid selaku orang yang selalu menjadi tameng penulis selama berada di KABUMI, menemani di waktu-waktu berat, dibebani, dianaya, hingga direndahkan dan selalu menerima itu semua dengan lapang dada.
17. Nama-nama yang pernah ada bersama selama perkuliahan 4 tahun di Fisika UPI. Berkat kalian penulis mampu menyadari seberapa jauh perubahan yang telah berhasil dilalui.

18. Rahma Mutia selaku ketua kelas Mahasera, yang selalu penulis jadikan tempat bertanya seolah sedang bertanya dengan guru bp. Selalu menjawab dan membimbing dengan baik.
19. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Fisika UPI 2018 yang selalu memberikan dukungan serta motivasi selama perkuliahan 4 tahun.

## DAFTAR ISI

3.3.6	Analisis Data .....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		26
4.1	Pengaruh Tegangan Deposisi Terhadap Struktur Kristal Lapisan Penyerap CZTS.....	26
4.2	Pengaruh Tegangan Deposisi terhadap Karakteristik Optikal Lapisan Penyerap CZTS.....	28
4.3	Pengaruh Tegangan Deposisi terhadap Peforma Sel Surya.....	31
BAB V SARAN DAN KESIMPULAN .....		34
5.1	Kesimpulan.....	34
5.2	Implikasi.....	34
5.3	Rekomendasi .....	34
DAFTAR PUSTAKA .....		35
LAMPIRAN .....		39

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Alat yang digunakan pada Penelitian.....	19
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan pada Penelitian .....	20
Tabel 4.1 Ukuran Kristal CZTS Menggunakan Persamaan Scherrer .....	28
Tabel 4.2 Analisis Absorbansi Sample .....	29
Tabel 4.3 Nilai Band Gap Setiap Sample .....	31
Tabel 4.4 Pengaruh Tegangan Deposisi Terhadap Lapisan Penyerap CZTS .....	31
Tabel 4.5 Hasil Olah Data Kurva I-V .....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Struktur lapisan menggunakan -0.85V (kiri), 1.05V (tengah) dan 7.2V (kanan).....	4
Gambar 2.1 Berbagai macam tipe perkembangan sel surya (Sharma dkk., 2015).....	9
Gambar 2.2 Struktur Utama Sel Surya.....	10
Gambar 2.3 p-n Junction Film Tipis Sel Surya.....	11
Gambar 2.4 Sistematik Utama Sel Surya.....	11
Gambar 2.5 Penyerapan Foton pada <i>Direct Bandgap</i> .....	12
Gambar 2.6 Struktur Sel Surya CZTS .....	13
Gambar 2.7 Struktur Kristal CZTS.( Jingga: Cu, Abu: Zn, Biru: Sn, Kuning: S) .....	13
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	18
Gambar 3.2 Diagram Langkah-langkah Penelitian.....	18
Gambar 3.3 Proses Pembuatan Elektrolit .....	20
Gambar 3.4 Proses Electrochemical Deposition .....	21
Gambar 3.5 Proses Sulfurisasi .....	21
Gambar 3.6 Sel Surya Untuk Sample yang Berbeda .....	22
Gambar 3.7 Desain Konfigurasi Sandwich CZTS .....	22
Gambar 4.1 Hasil Deposisi CZTS pada Substrat ITO .....	26
Gambar 4.2 Perbandingan pola difraksi sinr-X lapisan penyerap CZTS.....	27
Gambar 4.3 Spektrum Absorbansi Lapisan Penyerap CZTS Terhadap Panjang Gelombang .....	28
Gambar 4.4 Light Harvesting Effeciency (LHE).....	29
Gambar 4.5 Band Gap Sample Menggunakan Tauc-Plot.....	30
Gambar 4.6 Kurva I-V Setiap Sample Sel Surya CZTS .....	32

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran 1</b> Data XRD Dari Aplikasi <i>Match!</i> .....	39
<b>Lampiran 2</b> Dokumentasi Penelitian.....	51

