

**PENGARUH TIPE *SCREEN PRINTING* PADA LAPISAN TiO_2
SEBAGAI ELEKTRODA KERJA *DYE SENSITIZED SOLAR*
CELL (DSSC)**



Disusun Oleh :

LUTFI FURQONI

M0211051

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
Persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Desember 2015**

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

Pengaruh Tipe *Screen Printing* pada Lapisan TiO₂ Sebagai Elektroda
Kerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Diusulkan oleh:

Lutfi Furqoni
M0211051

Telah Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si.
NIP. 19690826 199903 1 001

Tanggal : 30-11-2015

Pembimbing II



Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si.
NIP. 19721013 200003 1 002

Tanggal : 30-11-2015

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Pengaruh Tipe *Screen Printing* pada Lapisan TiO_2 sebagai Elektroda Kerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Yang ditulis oleh :

Nama : Lutfi Furqoni

NIM : M0211051

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Senin

Tanggal : 14 Desember 2015

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji

Dr. Yofentina Iriani, S.Si., M.Si.

NIP. 19711227 199702 2 001

2. Sekretaris Penguji

Budi Legowo, S.Si., M.Si.

NIP. 19730510 199903 1 002

3. Anggota Penguji I

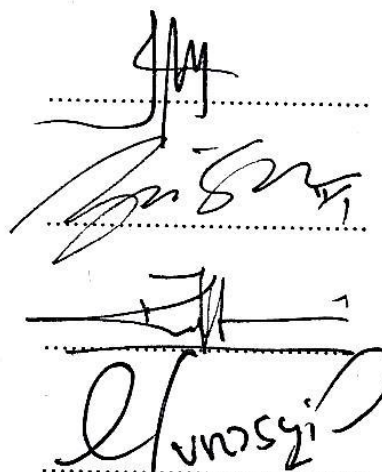
Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si.

NIP. 19690826 199903 1 001

4. Anggota Penguji II

Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si.

NIP. 19721013 200003 1 002



Disahkan pada Tanggal 12 Januari 2016
oleh

Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si.

NIP. 19721013 200003 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “*Pengaruh Tipe Screen Printing pada Lapisan TiO₂ sebagai Elektroda Kerja Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*” adalah benar-benar hasil penelitian saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi. Segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian saya mengucapkan terima kasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau difotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, Desember 2015

Lutfi Furqoni

MOTO

“Alloh akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kalian dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat, dan Alloh maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”

(Q.S : Al-Mujadilah : 11)

“Man Jadda Wajada”

Barang siapa yang bersungguh-sungguh, maka dia akan berhasil

(Mahfudzat)

“Learn from Yesterday, Live for Today and Hope for Tomorrow”

(Albert Einstein)

“If You Never Try, You’ll Never Know”

PERSEMBAHAN

Karya kecilku ini saya persembahkan untuk :

- 1. Bapak, Ibu dan Adik-adikku :Yang telah memberikan doa, kasih sayang, motivasi kepadaku selama ini dan setiap tetes keringat yang engkau berikan padaku. Maaf kalau tidak bisa menyelesaikan ini semua tepat waktu.**
- 2. Keluarga *Material Research Group*.**
- 3. Seluruh teman-teman Fisika FMIPA UNS angkatan 2011.**

**Pengaruh Tipe *Screen Printing* pada Lapisan TiO₂
sebagai Elektroda Kerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)**

LUTFI FURQONI

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tipe *screen* dalam pembuatan lapisan TiO₂ sebagai elektroda kerja pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). Pasta TiO₂ yang digunakan ada dua jenis yaitu pasta transparan dan pasta tidak transparan. Pembuatan lapisan TiO₂ dideposisi dengan metode *screen printing*. *Screen* yang digunakan dalam deposisi TiO₂ memiliki tipe : T-49, T-55 dan T-61. Lapisan TiO₂ yang telah dideposisi, kemudian disintering pada suhu 500°C. Pengukuran ketebalan lapisan TiO₂ diperoleh dari gambar penampang lapisan TiO₂ di atas kaca FTO menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Sifat optik absorbansi menggunakan *UV-Vis Spectrophotometer*. Lapisan TiO₂ yang difabrikasi dengan *screen* T-49 memiliki ketebalan dan serapan gelombang *UV-Vis* terbesar. Besar ketebalan lapisan TiO₂ tranparan yaitu $(3,2 \pm 0,3) \mu\text{m}$, sedangkan ketebalan lapisan non transparan yaitu $(54 \pm 4) \mu\text{m}$. Puncak tertinggi lapisan TiO₂ transparan pada panjang gelombang 315 nm dengan absorbansi 1,7. Puncak tertinggi lapisan TiO₂ non transparan pada panjang gelombang 387 nm dengan absorbansi 2,99. Pengujian *I-V* pada DSSC yang menggunakan lapisan TiO₂ tersebut memperoleh efisiensi terbesar yaitu $1,0 \times 10^{-1} \%$ dengan pasta transparan dan $4,7 \times 10^{-1} \%$ dengan pasta tidak transparan.
Kata kunci : DSSC, *elektroda kerja*, *pasta TiO₂*, *tipe screen*

Effect of Screen Printing Type for TiO₂ Layers
As Working Electrode *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)

LUTFI FURQONI

Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Saint
Sebelas Maret University

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine effect of screen printing type on TiO₂ layers as working electrode of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). Type of TiO₂ materials using a transparent and non transparent paste. Deposition of TiO₂ layers using by screen printing method. The screen has various types as follows : T-49, T-55 and T-61. After the deposition of TiO₂ layers then sintering at a temperature of 500°C. The thickness measurement of TiO₂ coating obtained from cross-sectional images by Scanning Electron Microscopy (SEM). Optical properties of absorbance using UV-Vis Spectrophotometer. The results of TiO₂ thin films with using a screen printing T-49 have a thickness $(3.2 \pm 0.3) \mu\text{m}$ and $(54 \pm 4) \mu\text{m}$ for transparent and non transparent paste. The absorption of TiO₂ thin film at wavelengths of 315 nm have absorbance are 1.7 and 2.99 for transparent and non transparent paste. The results of current-voltage (I-V) measurement of DSSC that TiO₂ thin film transparent and non transparent paste have efficiency $1.0 \times 10^{-1} \%$ and $4.7 \times 10^{-1} \%$.

Keyword: DSSC, working electrode, TiO₂ paste, screen type

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahilahirabil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul "*Pengaruh Tipe Screen Printing dengan Double Cycle pada Lapisan TiO₂ sebagai Elektroda Kerja Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*" merupakan salah syarat wajib untuk mencapai gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Laporan Skripsi ini terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk berkarya.
2. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi dukungan baik moril dan materil.
3. Bapak Dr. Fahu Nurosyid selaku Kepala Program Studi Fisika FMIPA UNS dan selaku pembimbing dua yang telah membimbing dengan penuh kesungguhan selama pengerjakan Skripsi ini.
4. Bapak Dr. Agus Supriyanto, M.Si selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh kesabaran selama menyelesaikan Skripsi ini.
5. Bapak Khoiruddin M.Phil., Ph.D selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi.
6. Mas Bayu, Mas Fadhli, Salafudin, Dinasti, Sehati, Rima, Maya dan teman-teman *Material Research Group* Jurusan Fisika yang telah membantu dalam penelitian.
7. Teman-teman Fisika angkatan 2011 yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah setia menemani penulis dan selalu memberi motivasi.
8. Segenap pihak Civitas academia Fisika FMIPA UNS atas segala bantuan dan dukungannya.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik atas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada isi maupun cara penyajian materi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan

kritik dan saran membangun guna perbaikan di masa datang. Semoga Skripsi ini dapat memberi manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Amin Yaa Robbal 'Alamin.

Surakarta, 15 November 2015

Lutfi furqoni

PUBLIKASI

| No | Judul | Penulis | Jenis Publikasi |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Effect Temperature Sintering and Type Screen Printing to TiO ₂ Film for Dye Sensitized Solar Cell | Agus Supriyanto , Lutfi Furqoni, Fahru Nurosyid, Risa Suryana | “International Conference and Exhibition Sustainable Energy and Advanced Material”, 2015, UNS, Solo, 11 November 2015 (Oral Presentation) |
| 2 | Pengaruh Tipe <i>Screen Printing</i> dengan Teknik <i>Double Cycle</i> Lapisan TiO ₂ Sebagai Elektroda Kerja <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC) | Lutfi Furqoni, Fahru Nurosyid, Agus Supriyanto | Jurnal Fisika dan Aplikasinya (JFA) Jurusan Fisika ITS Surabaya |

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN MOTTO | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| HALAMAN ABSTRAK | vii |
| HALAMAN ABSTRACT | viii |
| KATA PENGANTAR | Ix |
| HALAMAN PUBLIKASI | xi |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR SIMBOL | xvi |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.3. Perumusan Masalah | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC) | 4 |
| 2.2. Prinsip Kerja DSSC | 5 |
| 2.3. Material DSSC | 6 |
| 2.3.1. Substrat | 6 |
| 2.3.2. Elektroda Semikonduktor..... | 6 |
| 2.3.2.1. Material Titanium Dioxide (TiO ₂) | 6 |
| 2.3.3. Pewarna (<i>Dye</i>)..... | 8 |
| 2.3.4. <i>Counter</i> Elektroda | 8 |
| 2.3.5. Larutan Elektrolit | 9 |
| 2.4. Metode <i>Screen Printing</i> | 9 |
| 2.5. Karakterisasi DSSC..... | 9 |
| 2.5.1. Pengujian Ketebalan..... | 9 |
| 2.5.2. Pengujian Absorbansi..... | 10 |
| 2.5.3. Pengujian Sifat Listrik Sel Surya | 11 |
| BAB III. METODE PENELITIAN | 13 |
| 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian..... | 13 |
| 3.2. Alat dan Bahan..... | 13 |
| 3.2.1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian | 13 |
| 3.2.2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian..... | 14 |
| 3.3. Diagram Alur Penelitian..... | 15 |
| 3.4. Prosedur Penelitian..... | 16 |
| 3.4.1. Pembuatan Elektroda Semikonduktor | 16 |
| 3.4.1.1. Preparasi Substrat Kaca FTO..... | 16 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.1.2. Deposisi Lapisan Oksida TiO ₂ | 16 |
| 3.4.1.3. <i>Drying</i> dan <i>Sintering</i> Elektroda TiO ₂ | 17 |
| 3.4.2. Pembuatan <i>Counter Electrode</i> | 18 |
| 3.4.2.1. Deposisi Larutan Katalis..... | 18 |
| 3.4.2.2. <i>Drying</i> dan <i>Sintering Counter electrode</i> | 18 |
| 3.4.3. Pembuatan Struktur <i>Sandwich DSSC</i> dan Karakterisasi..... | 19 |
| 3.4.3.1. Perendaman <i>Dye</i> | 19 |
| 3.4.3.2. <i>Assembling DSSC</i> | 19 |
| 3.4.4. Karakterisasi..... | 20 |
| 3.4.4.1. Karakterisasi ketebalan..... | 20 |
| 3.4.4.2. Karakterisasi Absorbansi..... | 20 |
| 3.4.4.3. Karakterisasi Sifat Listrik..... | 21 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| 4.1. Karakterisasi Ketebalan Lapisan TiO ₂ | 22 |
| 4.2. Karakterisasi Absorbansi Lapisan TiO ₂ | 25 |
| 4.3. Karakteristik Sifat Listrik DSSC..... | 28 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | 32 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 32 |
| 5.2. Saran..... | 32 |
| DAFTAR PUSTAKA | 33 |
| LAMPIRAN | 36 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1. Karakteristik Fasa TiO ₂ | 7 |
| Tabel 3.1. Spesifikasi <i>Screen</i> | 17 |
| Tabel 4.1. Ketebalan Lapisan TiO ₂ pada Tiap <i>Screen</i> | 25 |
| Tabel 4.2. Karakteristik Sifat Listrik DSSC dengan Pasta TiO ₂ | |
| Transparan..... | 30 |
| Tabel 4.3. Karakteristik Sifat Listrik DSSC dengan Pasta TiO ₂ Non | |
| Transparan..... | 31 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1. Struktur fasa TiO ₂ , (a) <i>anatase</i> . (b) <i>rutile</i> | 5 |
| Gambar 2.2. Prinsip kerja DSSC | 7 |
| Gambar 2.3. Skema <i>Scanning Electron Microscopy</i> | 10 |
| Gambar 2.4. Kurva <i>I-V solar cell</i> | 12 |
| Gambar 3.1. Alur Proses Penelitian | 15 |
| Gambar 3.2. Alat <i>Ultrasonic Cleaner</i> | 16 |
| Gambar 3.3. (a) Seperangkat Alat <i>Screen Printing</i> , (b) Macam Tipe <i>Screen</i> ; T-49, T-55 dan T-61. | 17 |
| Gambar 3.4. (a) Alat <i>Furnace</i> Merek <i>Carbolyte</i> , (b) TiO ₂ Transparan Sebelum di <i>Furnace</i> , (c) TiO ₂ Transparan Setelah di <i>Furnace</i> | 18 |
| Gambar 3.5. (a) Perendaman Elektroda TiO ₂ kedalam <i>Dye Ruthenium</i> , (b) Hasil Perendaman Lapisan TiO ₂ Transparan kedalam <i>Dye</i> | 19 |
| Gambar 3.6. Hasil <i>Assembling</i> DSSC..... | 20 |
| Gambar 4.1. Morfologi SEM Secara <i>Cross Section</i> pada Lapisan TiO ₂ Transparan dengan Deposisi Menggunakan <i>Screen</i> Tipe (a) T-49, (b) T-55, (c) T-61..... | 23 |
| Gambar 4.2. Morfologi SEM Secara <i>Cross Section</i> pada Lapisan TiO ₂ Non Transparan dengan Deposisi Menggunakan <i>Screen</i> Tipe (a) T-49, (b) T-55, (c) T-61..... | 24 |
| Gambar 4.3. Kurva Absorbansi Lapisan TiO ₂ Transparan..... | 26 |
| Gambar 4.4. Kurva Absorbansi Lapisan TiO ₂ Non Transparan..... | 27 |
| Gambar 4.5. Kurva Karakteristik Arus-Tegangan (I-V) DSSC. (a) Berbahan TiO ₂ Transparan, (b) Berbahan TiO ₂ Non Transparan..... | 29 |

DAFTAR SIMBOL

| Simbol | Keterangan | Satuan |
|---------------|------------------------------|-----------------------------------------|
| P_{in} | Daya keluaran | Watt (W) |
| P_{out} | Daya masukan | Watt (W) |
| V_{oc} | Tegangan <i>open circuit</i> | volt (V) |
| I_{sc} | Arus <i>short circuit</i> | ampere (A) |
| FF | <i>Fill Factor</i> | - |
| V_{max} | Tegangan maksimum | volt (V) |
| I_{max} | Arus maksimum | ampere (A) |
| η | Efisiensi | persen (%) |
| I | Intensitas cahaya | Watt/m ² (W/m ²) |
| A | Luas | meter ² (m ²) |
| p | Panjang | meter (m) |
| l | Lebar | meter (m) |
| λ | Panjang Gelombang | nanometer (nm) |
| T | Transmitansi | persen (%) |
| ε | Absorbktivitas | lt mol ⁻¹ .cm ⁻¹ |
| b | Tebal sampel | cm |
| c | Konsentrasi sampel | mol lt ⁻¹ |
| I_0 | Intensitas awal | candela |
| I | Intensitas akhir | candela |

