

**OPTIMASI VARIASI KETEBALAN TiO₂ TRANSPARAN SEBAGAI
SCATTERING LAYER DAN PENGARUHNYA TERHADAP
EFISIENSI DSSC**



Disusun oleh:

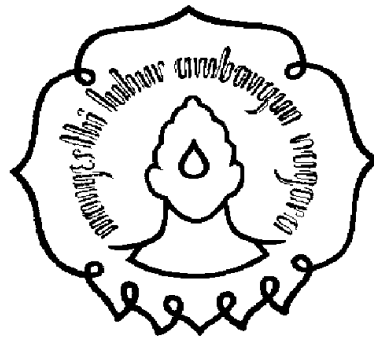
PUTRI NUR AZIZAH

M0213072

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Februari, 2018**

**OPTIMASI VARIASI KETEBALAN TiO_2 TRANSPARAN SEBAGAI
SCATTERING LAYER DAN PENGARUHNYA TERHADAP
EFISIENSI DSSC**



Disusun oleh:

PUTRI NUR AZIZAH

M0213072

SKRIPSI

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

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Februari, 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Optimasi Variasi Ketebalan TiO_2 Transparan sebagai *Scattering Layer* dan Pengaruhnya terhadap Efisiensi DSSC

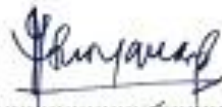
Yang ditulis oleh :
Nama : Putri Nur Azizah
NIM : M0213072

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 01 Februari 2018

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji
Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si.
NIP. 19710831 200003 1 005
2. Sekretaris Penguji
Mohtar Yuniarto, S.Si., M.Si.
NIP. 19800630 200501 1 001
3. Anggota Penguji I
Dr. Fahu Nurosyid, S.Si., M.Si.
NIP. 19721013 200003 1 002
4. Anggota Penguji II
Dr. Eng. Kusumandari, S.Si., M.Si.
NIP. 19810518 200501 2 002



Disahkan pada tanggal 21-03-2018

Oleh

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




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

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi Skripsi saya dengan judul “Optimasi Variasi Ketebalan TiO₂ Transparan sebagai *Scattering Layer* dan Pengaruhnya terhadap Efisiensi DSSC” adalah hasil kerja 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 ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini diperbolehkan sebagai acuan atau dirujuk secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, Februari 2018

Putri Nur Azizah

MOTTO

“Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah Bersama orang-orang yang sabar”

(QS. Al Baqarah: 153)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”

(QS. Al-Insyirah: 6-7)

“Makna belajar bukan untuk menjadi yang paling hebat dari yang lain tetapi dijadikan sebagai perubahan yang indah dalam dirimu”.

(Stuart B. Johnson)

“Man Jadda Wa Jadda”

Barang siapa yang bersungguh-sungguh pasti akan mendapatkannya

(Mahfudzat)

PERSEMBAHAN

Penelitian yang ditulis dalam bentuk skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Bapak, Ibu, dan keluarga besar yang senantiasa memberikan support dan doa yang telah diberikan kepada penulis
2. Keluarga Besar Program Studi Fisika FMIPA UNS
3. Teman-teman seperjuangan Entitas Mahasiswa Fisika 2013 (EMF '13)
4. Keluarga *Material Research Group* FMIPA UNS

Optimasi Variasi Ketebalan TiO₂ Transparan sebagai *Scattering Layer* dan Pengaruhnya terhadap Efisiensi DSSC

PUTRI NUR AZIZAH

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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan ketebalan optimum TiO₂ transparan sebagai *scattering layer* dalam usaha meningkatkan efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*. Pembuatan lapisan TiO₂ menggunakan metode *spin coating*. Lapisan elektroda kerja terdiri dari lapisan TiO₂ *nanopowder* dan penambahan lapisan TiO₂ transparan sebagai *scattering layer*. Ketebalan TiO₂ *scattering layer* divariasi dengan jumlah pelapisan dari 1-7 lapis. Ketebalan TiO₂ diukur menggunakan Dektak. Karakterisasi absorbansi lapisan TiO₂ menggunakan Spektrofotometer *UV-Vis Lambda 25*. Uji karakteristik sifat listrik arus dan tegangan menggunakan *Keithley I-V Meter 2602A*. Dari pengukuran Dektak didapatkan ketebalan lapisan TiO₂ *nanopowder* sebesar 13,63 μm dan TiO₂ dengan 1-7 lapis *scattering layer* sebesar 16,14 μm, 19,65 μm, 22,36 μm, 26,22 μm, 29 μm, 32 μm dan 35 μm. Hasil karakterisasi menunjukkan absorbansi lapisan TiO₂ transparan memiliki daya serap yang lebih besar dibandingkan lapisan TiO₂ *nanopowder*. Absorbansi setelah perendaman *dye Ruthenium N719* mengalami peningkatan pada penambahan 1-7 lapis *scattering layer*. Dari penelitian ini didapatkan efisiensi DSSC terbesar sebesar 0,22 % untuk 5 lapis *scattering layer* dengan ketebalan TiO₂ sekitar 29 μm.

Kata Kunci: TiO₂, *scattering layer*, ketebalan, absorbansi

Optimization of Transparent TiO₂ Thickness Variations as Scattering Layer and Its Effect on DSSC Efficiency

PUTRI NUR AZIZAH

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

ABSTRACT

This research is aimed to obtain the optimum thickness of a transparent TiO₂ as scattering layer to improve the efficiency of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). TiO₂ layer was formed on FTO substrates using spin coating method. The working electrode consisted of TiO₂ nanopowder layer and transparent TiO₂ layer. The thickness of transparent TiO₂ were varied from 1 to 7 layers. The thickness of transparent TiO₂ layer was determined by DEKTAK profilometer. The absorbance of TiO₂ was characterized using Spectrophotometer UV Visible Lambda 25. The characteristics of electrical properties I-V were measured using Keithley I-V Meter 2602A. As results the thickness of TiO₂ nanopowder layer was 13.63 μm and the thickness of TiO₂ nanopowder with 1-7 transparent TiO₂ as scattering layers were 16.14 μm, 19.65 μm, 22.36 μm, 26,22 μm, 29 μm, 32 μm and 35 μm. Moreover from absorbance characterization, it showed that transparent TiO₂ layer had higher absorption than TiO₂ nanopowder layer. Absorbance of TiO₂ after soaking in dye Ruthenium N719 increased with addition of 1-7 layers of scattering layers. The highest efficiency of DSSC was obtained at sample with 5 layer of transparent TiO₂ i.e. 0.22 %.

Keyword : TiO₂, scattering layer, thickness, absorbance

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan lancar. Semoga shalawat serta salam senantiasa tercurah atas Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya. Skripsi ini disusun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains. Skripsi ini penulis beri judul “Optimasi Variasi Ketebalan TiO₂ Transparan sebagai *Scattering Layer* dan Pengaruhnya terhadap Efisiensi DSSC”.

Terselesainya Skripsi ini adalah suatu pencapaian tersendiri bagi penulis. Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu dengan kerendahan hati dan, ucapan terimakasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kesempatan kepada penulis untuk berkarya.
2. Bapak, Ibu, kakak dan adik yang selalu memberikan dukungan, semangat dan do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
3. Bapak Dr. Fahru Nurosyid, S.Si, M.Si. selaku pembimbing pertama yang selalu memberikan semangat, bimbingan, dan arahan dengan penuh kesabaran selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Eng. Kusumandari, S.Si, M.Si. selaku pembimbing kedua yang memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Mohtar Yunianto, S.Si, M.Si. selaku pembimbing akademik yang senantiasa memberikan nasihat dan arahan dari semester 1.
6. Bapak Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si. yang telah memberikan banyak bantuan dalam proses karakterisasi Dektak.
7. Sahabat-sahabatku Anggit, Errinda, Nanda, Nilam, Ratna, Sintia, Sofi, Reza yang selalu memberikan semangat, nasihat, bahasan dan candaan yang kadang unfaedah
8. Rekan-rekan *Material Research Group* Program Studi Fisika yang telah banyak membantu dan memberikan semangat selama proses penelitian.

9. Teman-teman *seperjuangan Entitas Mahasiswa Fisika (EMF '13)* yang terus memberikan dukungan dan bantuan selama proses perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini selesai.
10. Teman-teman KKN desa Wonosidi “Bahaha” (Tio, Viani, Ana, Tika, Aziz, Gani, Kemas) yang selalu membagikan keceriaan.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Aamiin. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, namun penulis berharap bahwa Skripsi ini akan memberikan manfaat kepada semua pihak dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang sel surya DSSC. Aamiin Ya Robbal ‘Alamin.

Surakarta, Februari 2018

Putri Nur Azizah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN ABSTRAK	vi
HALAMAN ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Perumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1. Energi Surya.....	4
2.2. <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC)	4
2.3. Prinsip Kerja DSSC	5
2.4. <i>Scattering Layers</i> TiO ₂	6
2.5. Material DSSC	7
2.5.1. Substrat	7
2.5.2. Semikonduktor TiO ₂	7
2.5.3. Zat Pewarna (<i>Dye</i>)	8
2.5.4. Larutan Elektrolit	9
2.5.5. Elektroda Lawan	9
2.6. Metode Deposisi <i>Spin Coating</i>	9
2.7. Karakterisasi DSSC.....	10
2.7.1. Pengujian <i>UV- Vis</i>	10

2.7.2. Pengujian Ketebalan Dektak	11
2.7.3. Karakterisasi <i>I-V</i>	12
BAB III METODOLOGI 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. Prosedur Penelitian.....	14
3.3.1. Preparasi Substrat.....	16
3.3.2. Deposisi Lapisan TiO ₂ <i>nanopowders</i> pada Elektroda Kerja..	16
3.3.3. Deposisi Lapisan TiO ₂ transparan sebagai <i>Scattering Layer</i> ..	17
3.3.4. Perendaman Larutan <i>Dye Ruthenium N719</i>	17
3.3.5. Deposisi Lapisan Pt pada Elektroda Lawan	18
3.3.6. Pembuatan Larutan Elektrolit.....	19
3.3.7. Penyusunan DSSC menggunakan Struktur <i>Sandwich</i>	19
3.4. Karakterisasi.....	20
3.5. Analisa Data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Karakterisasi Ketebalan Lapisan TiO ₂	22
4.2. Karakterisasi Absorbansi Lapisan TiO ₂	25
4.3. Karakterisasi Arus dan Tegangan (<i>I-V</i>) DSSC.....	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Kesimpulan	30
5.2. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Karakteristik I-V DSSC dengan variasi lapisan TiO ₂ transparan sebagai <i>scattering layer</i>	28

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur DSSC	5
Gambar 2.2. Prinsip kerja DSSC	6
Gambar 2.3. Penangkapan cahaya pada <i>scattering layer</i>	6
Gambar 2.4. Nilai absorbansi <i>dye Ruthenium complex N719</i>	8
Gambar 2.5. Tahapan <i>spin coating</i>	10
Gambar 2.6. Proses pengukuran dengan Dektak profilometer	11
Gambar 2.7. Karakteristik <i>I-V</i> pada sel surya	12
Gambar 3.1. Alur penelitian	15
Gambar 3.2. Pola deposisi TiO_2	16
Gambar 3.3. Deposisi lapisan TiO_2 transparan (a) Alat deposisi lapisan elektroda kerja dengan metode <i>spin coating</i> (b) Variasi lapisan TiO_2 <i>scattering layer</i> sebelum di <i>annealing</i>	17
Gambar 3.4. Bahan pembuat <i>dye Ru N719</i> (a) Serbuk <i>Ruthenium complex N719</i> (b) <i>Acetonitrile</i> dan <i>tert butanol</i> sebagai pelarut <i>Ruthenium N719</i>	18
Gambar 3.5. Pola deposisi lapisan platina	18
Gambar 3.6. Proses pembuatan elektroda lawan (a) Deposisi elektroda lawan menggunakan <i>hot plate</i> dengan metode <i>brush painting</i> (b) Hasil deposisi platina pada elektroda lawan	19
Gambar 3.7. Penyusunan DSSC dengan struktur <i>sandwich</i>	19
Gambar 4.1. Grafik karakterisasi Dektak profilometer.....	23
Gambar 4.2. Skema pengukuran Dektak	23
Gambar 4.3. Grafik ketebalan lapisan semikonduktor TiO_2	24
Gambar 4.4. Hasil absorbansi lapisan semikonduktor TiO_2	25
Gambar 4.5. Hasil absorbansi <i>dye Ruthenium N719</i> pada variasi lapisan TiO_2 <i>scattering layer</i>	26
Gambar 4.6. Kurva <i>I-V DSSC</i> dengan variasi jumlah lapisan <i>scattering layer</i> .27	

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
P_{max}	Daya maksimal	Watt (W)
P_{in}	Daya masuk	Watt (W)
V_{oc}	Tegangan <i>open circuit</i>	Volt (V)
I_{sc}	Arus <i>short circuit</i>	Ampere (I)
FF	<i>Fill Factor</i>	-
V_{max}	Tegangan maksimum	Volt (V)
I_{max}	Arus maksimum	Ampere (I)
η	Efisiensi	Persen (%)
λ	Panjang gelombang	Nanometer (nm)
A	Luas	Meter ² (m ²)
I	Intensitas cahaya	Watt/m ²

