

**VARIASI RASIO TiO_2 ANATASE DAN RUTILE TERHADAP
KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**



SKRIPSI

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

**FAKULTAS ILMU MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

SURAKARTA

Juli, 2014

commit to user

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

**VARIASI RASIO TiO_2 ANATASE DAN RUTILE TERHADAP
KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**

Yang ditulis oleh:

Nama : Nurul Ambarwati
NIM : M0210049

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada:

Hari : Senin
Tanggal : 21 Juli 2014

Dewan Penguji:

1. Nama : Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si.
NIP : 19690826 199903 1 001
2. Nama : Dr. Yofentina Irianti, S.Si., M.Si.
NIP : 19711227 199702 2 001
3. Nama : Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si.
NIP : 19710831 200003 1 005
4. Nama : Drs. Darmanto, M.Si.
NIP : 19610614 198803 1 002



Disahkan oleh
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D.
NIP. 19680508 199702 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual skripsi saya yang berjudul “VARIASI RASIO TiO_2 ANATASE DAN RUTILE TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya. Dalam skripsi ini tidak berisi tentang materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapat 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 yang telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta,

NURUL AMBARWATI

MOTTO

“..Allah tidak akan memikulkan beban kepada seseorang melainkan sekedar apa yang Allah berikan kepadanya. Allah kelak akan memberikan kelapangan sesudah kesempitan “

(Qs. At Thalaq: 7)

“Sesungguhnya perumpamaan Ulama/Sarjana dipermukaan bumi ini adalah seperti adanya bintang-bintang di langit. Oleh manusia bintang-bintang itu di ambil jadi petunjuk dalam keadaan gelap, baik di darat maupun di laut. Tetapi apabila bintang-bintang itu suram maka mereka hampir sesat “

(HR Ahmad)

“Kebanyakan dari kita tidak mensyukuri apa yang sudah kita miliki, tetapi kita selalu menyesali apa yang belum kita capai“

(Schopenhauer)

PERSEMBAHAN

Sebuah karya yang sangat berharga ini, saya persembahkan untuk orang – orang terhebat yang pernah saya temui di dunia ini:

1. Orang tuaku tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada saya, serta mengajari saya banyak hal tentang betapa pentingnya apa yang kita miliki.
2. Kakak dan adikku tersayang yang selalu memberi motivasi dan semangat.
3. Teman-teman Fisika 2010 yang telah memberi warna dalam duniaku di kampus sebagai seorang mahasiswa dan memahami fungsi dari mahasiswa.
4. *Ajeng, Deni, dan Mas Yoga* Terimakasih sudah menemani saya penelitian sampai penelitian ini terselesaikan dengan baik, terimakasih waktunya dan ilmu yang sudah diberikan.

Selalu ada untuk terus berusaha apa yang dicapai karena kehidupan itu butuh perjuangan dan perubahan untuk menjadi lebih baik. Kata asa tidak hanya cukup sampai disini karena karya berharga ini adalah awal dari karya berharga lainnya yang kelak akan saya karyakan.

VARIASI RASIO TiO₂ ANATASE DAN RUTILE TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)

NURUL AMBARWATI

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Variasi rasio fasa *anatase* dan *rutile* lapisan TiO₂ di atas substrat FTO telah dipelajari pengaruhnya terhadap kinerja DSSC. Lapisan TiO₂ dan lapisan karbon di atas FTO dibuat dengan metode *slip casting*. Lapisan TiO₂ dipanaskan pada suhu 300°C, 400°C, dan 500°C. DSSC terdiri dari *beta-carotene* sebagai *dye-sensitizer*, I/I₃⁻ sebagai elektrolit yang berada diantara dua FTO. Daerah serapan *beta-carotene* diukur dengan UV-Vis. Kinerja DSSC untuk masing-masing rasio *anatase* dan *rutile* (1:1, 1:2, 1:3, 2:1, 3:1) TiO₂ ditentukan dari karakteristik I-V. Efisiensi yang paling tinggi diperoleh pada rasio 2:1 yaitu 2,22x10⁻³% pada suhu 300°C. Hal ini dikarenakan komposisi *anatase* sebagai fotokatalitik dan *rutile* sebagai pencegah rekombinasi elektron dan *hole* bekerja secara optimal.

Kata kunci: DSSC, *Dye Beta-Carotene*, Karakteristik I-V, *Slip Casting*, TiO₂.

**RATIO VARIATION OF TiO₂ ANATASE AND RUTILE
ON THE PERFORMANCE OF DYE-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**

NURUL AMBARWATI

Physics Departement, Faculty of Mathematics and Natural Science,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

Effect of ratio TiO₂ anatase and rutile phases to the performance of DSSC have been studied. TiO₂ and carbon layer are deposited on FTO substrates by slip casting method. TiO₂ layers are heated at temperature 300°C, 400°C, and 500°C. DSSC contains of beta-carotene as dye-sensitizer and I⁻/I₃⁻ as electrolyte are inserted between two electrodes. Absorbtion region of beta-carotene area measured by UV-Vis. DSSC performance for each ratio anatase and rutile (1:1, 1:2, 1:3, 2:1, 3:1) TiO₂ are determined from I-V characteristic. The highest efficiency at ratio (2:1) for anatase and rutile is $2.22 \times 10^{-3}\%$ at temperature 300°C. It is considered that the anatase composition as photocatalytic and rutile as preventive recombination of electron and hole optimally.

Keyword : DSSC, Dye Beta-Carotene, Karakteristik I-V, Slip Casting, TiO₂.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dan segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang mana telah melimpahkan segala nikmat dan karunianya sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Tak lupa sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad saw. Skripsi dengan judul : “Variasi Rasio TiO_2 Anatase dan Rutile Terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) “ ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana Sains. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih dalam keterbatasan sehingga laporan skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan saran, dorongan, perhatian dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ayah, Ibu, dan keluarga tercinta yang selalu memberi doa, dukungan dan perhatiannya.
2. Bapak Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I yang selalu memberikan ilmunya dan arahan serta memberikan semangat kepada penulis.
3. Bapak Darmanto, S.Si. selaku pembimbing II yang memberikan bimbingan, pengarahan, dorongan dan perhatian sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Khairuddin, S.Si., M.Phil., Ph.D. selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan masukan, dorongan dan perhatian sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Teman-teman Fisika 2010 dan khususnya anak-anak material (Deni, Ajeng, Mas Yoga, Uud, Uki, Retno, Dianisa, Amir, Amrina, Marsudi, mbak Meisya, mbak Dora, Eli) yang sudah bersedia membantu dalam penelitian. Serta Rani dan Ana yang sudah memberi semangat hingga skripsi ini selesai.

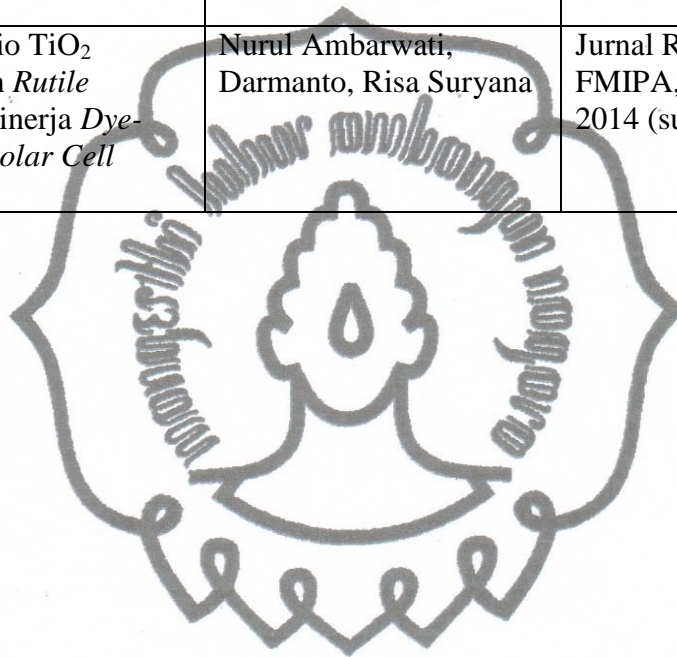
Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Surakarta, 1 Juli 2014

Nurul Ambarwati

PUBLIKASI

Judul	Penulis	Jenis Publikasi
Variasi Rasio TiO ₂ <i>Anatase dan Rutile</i> Terhadap Kinerja <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC)	Nurul Ambarwati, Darmanto, Risa Suryana	Seminar Nasional Material 2014, ITB, Bandung, 24 Mei 2014 (oral presentation)
Variasi Rasio TiO ₂ <i>Anatase dan Rutile</i> Terhadap Kinerja <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC)	Nurul Ambarwati, Darmanto, Risa Suryana	Jurnal Repository FMIPA, UNS, 27 Juni 2014 (submitted)



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	viii
HALAMAN PUBLIKASI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
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
2.1.1. Prinsip Kerja DSSC	5
2.1.2. Elektroda	5
2.2. <i>Titanium Dioxide</i> (TiO ₂).....	6
2.3. <i>Dye</i>	7
2.3.1. <i>Beta-carotene</i>	7
2.4. Metode Pelapisan <i>Slip Casting</i>	8
2.5. Elektrolit.....	8
2.6. Dasar-Dasar Konversi Energi Sel Surya	8
2.6.1. Kinerja Sel Surya	8
2.7. Karakteristik Pengujian Lapisan Tipis.....	10
2.7.1. Analisis XRD	10
2.7.2. Elkahfi I-V Meter	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2. Alat dan Bahan.....	13
3.2.1. Alat Penelitian.....	13
3.2.2. Bahan Penelitian.....	14
3.3. Diagram Penelitian.....	15
3.3.1. <i>Milling TiO₂ Anatase dan Rutile</i>	16
3.3.2. Karakterisasi DSSC.....	16
3.3.3. Pembuatan <i>Dye Beta-carotene</i>	16
3.3.3.1. Karakterisasi Absorbansi <i>Dye Beta-Carotene</i>	17

3.3.3.2. Karakterisasi Arus dan Tegangan <i>Dye</i> <i>Beta-Carotene</i>	17
3.3.4. Pembuatan Elektrolit	17
3.3.5. Pembuatan Lapisan TiO ₂	18
3.3.5.1. Pembuatan Pasta TiO ₂	18
3.3.5.2. Deposisi Lapisan TiO ₂	18
3.3.6. Karakterisasi Lapisan TiO ₂	19
3.3.6.1. Karakterisasi Absorbansi Lapisan TiO ₂	19
3.3.7. Pembuatan Elektroda Lawan	19
3.3.8. Fabrikasi DSSC	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. <i>Milling</i> Serbuk TiO ₂	22
4.2. Karakterisasi XRD Serbuk TiO ₂	22
4.3. Karakterisasi <i>Dye</i>	24
4.4. Karakteristik Lapisan TiO ₂	25
4.5. Karakterisasi Kamera AFM	26
4.6. Karakterisasi Elektrolit.....	26
4.7. Karakterisasi DSSC	28
BAB V PENUTUP	33
5.1. Kesimpulan.....	33
5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1. Struktur <i>Dye Sensitizer Solar Cell</i>	4
Gambar 2.2. Skema Kerja dari DSSC	5
Gambar 2.3. Struktur Kristal TiO ₂ <i>Anatase</i> dan <i>Rutile</i>	6
Gambar 2.4. Bentuk Kurva Karakteristik I-V pada Sel Surya.....	9
Gambar 2.5. Skema Pengukuran Karakteristik I-V Larutan <i>Beta-Carotene</i> ..	12
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2. Pasta TiO ₂ <i>Rutile</i> dan <i>Anatase</i>	18
Gambar 3.3. Skema Area Deposisi TiO ₂	18
Gambar 3.4. Skema Area Deposisi Elektroda Lawan.....	19
Gambar 3.5. Pengujian dengan Alat <i>Keithley</i> I-V Meter	20
Gambar 3.6. Fabrikasi DSSC.....	20
Gambar 4.1. Pola Difraksi Hasil Karakterisasi XRD Serbuk TiO ₂	22
Gambar 4.2. Hasil Ekstaksi Wortel.....	23
Gambar 4.3. Spektrum Absorbansi <i>Beta-Carotene</i> Hasil Ekstraksi	24
Gambar 4.4. Spektrum Absorbansi Lapisan TiO ₂ Rasio <i>anatase</i> dan <i>rutile</i> adalah 1:1, 2:1, 3:1, 1:2, dan 1:3.....	24
Gambar 4.5. Spektrum Absorbansi Lapisan TiO ₂ Rasio 2:1 Pada Temperatur 300°C, 400°C, 500°C.....	25
Gambar 4.6. Skema Morfologi <i>Grain</i> TiO ₂ pada Struktur DSSC saat Temperatur (a) 300°C (b) 400°C (c) 500°C.....	26
Gambar 4.7. Morfologi Lapisan TiO ₂ dengan Menggunakan AFM Pada Rasio 2:1 dengan Temperatur 300°C (a), 400°C (b), dan 500°C (c).....	26
Gambar 4.8. Spektrum I-V pada Elektrolit	27
Gambar 4.9. Lapisan TiO ₂ yang direndam <i>dye beta-carotene</i>	28
Gambar 4.10. Kurva Karakteristik I-V meter Variasi TiO ₂ <i>Anatase</i> : <i>Rutile</i> (2:1) T=300 (a), T=400 (b), T=500 (c)	29
Gambar 4.11. Skema Penentuan Nilai I _{max} , V _{max} , I _{sc} , dan V _{oc} dari Kurva I-V.....	31
Gambar 4.12. Kurva Efisiensi Variasi Rasio TiO ₂ <i>Anatase</i> dan <i>Rutile</i>	31