

**STUDI PERFORMA *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)
BERBASIS PEWARNA ALAMI**

SKRIPSI

Ditujukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh :

DIAN NOOR RAHMAD
NIM. I0408003

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**
com/2013 user


HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI PERFORMA *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)
BERBASIS PEWARNA ALAMI**

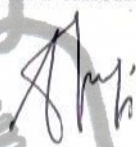
Disusun oleh


DIAN NOOR RAHMAD
NIM. I0408003

Dosen Pembimbing I


Dr. techn. Suyitno, S.T., M.T.
NIP. 197409022001121002

Dosen Pembimbing II


Zainal Arifin, S.T., M.T.
NIP. 197303082000031001

Telah dipertahankan di hadapan Tim Dosen Penguji pada hari Kamis tanggal
1 Agustus 2013

1. **Wibawa Endra Juwana, S.T., M.T.**
NIP. 197009112000031001
2. **Tri Istanto, S.T., M.T.**
NIP. 197308202000121001
3. **Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T., M.T.**
NIP. 197403262000031001


.....


.....

.....

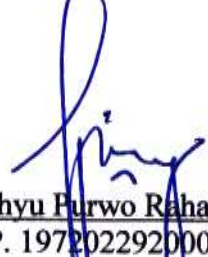
Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Didik Doko Susilo, S.T., M.T.
NIP. 197203131997021001

Koordinator Tugas Akhir


Wahyu Purwo Raharjo, S.T., M.T.
NIP. 197202292000121001

MOTTO

“Dan aku tidak menciptakan jin dan manusia kecuali hanya untuk beribadah kepada-Ku.”
(Adz Dzaariyaat : 56)

“Barangsiapa merintis jalan mencari ilmu maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga.”
(Nabi Muhammad SAW)

“Mulailah dari dirimu sendiri, tak kan pernah ada perubahan tanpa ada perubahan dari diri sendiri.”
(Dian Noor Rahmad)

“Dua hal yang tak terbatas: alam semesta dan kebodohan manusia, dan saya tidak yakin tentang alam semesta”
(Albert Einstein)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”
(Al-Insyirah : 6)

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati seraya mengucapkan syukur kehadiran Illahi, kupersembahkan tulisan ini kepada:

1. Allah SWT, pemilik segala keagungan, kemuliaan, kekuatan dan keperkasaan. Segala yang kualami adalah kehendak-Mu, semua yang kuhadapi adalah kemauan-Mu, segala puji hanya bagi-Mu, ya Allah, pengatur alam semesta, tempat bergantung segala sesuatu, tempatku memohon pertolongan.
2. Junjungan Nabi besar Muhammad SAW, Manusia terbaik di muka bumi, uswatunhasanah, penyempurna akhlak, shollowat serta salam semoga selalu tercurah padanya, keluarga, sahabat dan pengikutnya yang istiqomah sampai akhir zaman.
3. Kasih sayang dan cinta yang tak pernah putus dari Bapak, Ibu, serta Kakak-kakak tercinta. Kasih sayang kalian tak akan pernah kulupakan sepanjang hidupku.
4. Pak Suyitno dan Zainal Arifin yang tak pernah lelah untuk membimbing tugas akhir saya.
5. Seluruh dosen, karyawan, dan mahasiswa Teknik Mesin UNS.

Studi Performa *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* Berbasis Pewarna Alami

Dian Noor Rahmad

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Surakarta, Indonesia

E-mail : dianoorahmad@gmail.com

Abstrak

Performa *Dye Sensitized Solar Cell* sangat bergantung pada pewarna (*dye*) sebagai *sensitizer*. Pewarna alami menjadi alternatif yang menjanjikan dari pada pewarna sintesis (ruthenium) karena harganya murah, mudah didapat, mudah diekstrak, dan tentunya ramah lingkungan. Daun pepaya, kulit manggis, dan umbi bit menjadi salah satu bahan yang bisa digunakan untuk pewarna DSSC, serta karakteristiknya mudah dipelajari. Semikonduktor ZnO nanorod berperan sebagai elektroda kerja yang ditempelkan pada *fluor-doped tin oxide* dengan metode *doctor blade*. *Counter electrode* terdiri dari kaca konduktif yang dilapisi dengan katalis platina. Elektroda kerja direndam dalam pewarna alami dengan konsentrasi 8 g/100 ml dan 21 g/100 ml sedangkan N719 dengan konsentrasi 0,3 mM. Kedua elektroda ini dirangkai dan diisi dengan cairan elektrolit sebagai penghubungnya. Spektrum absorptansi pewarna dan elektroda kerja semikonduktor-dye diperoleh dengan spektroskopi UV-Vis. Spektroskopi *Fourier Transformation Infra Red (FTIR)* digunakan untuk menentukan fungsi karakteristik dari molekul *dye*. DSSC menggunakan pewarna daun pepaya menghasilkan efisiensi tertinggi 0,195% diantara pewarna alami lainnya karena absorptansinya yang tinggi, sedangkan DSSC berbasis ruthenium masih belum terkalahkan dengan efisiensi 0,495%. Peningkatan efisiensi dalam DSSC berbasis pewarna alami ini disebabkan oleh peningkatan nilai kerapatan arus. Arus yang dibangkitkan dari sel surya sangat dipengaruhi oleh absorptansi dari pewarna dan efek rekombinasi. *Fill factor* dari sel surya yang masih rendah menunjukkan bahwa hambatan *series* dari sel surya masih tinggi. Metode untuk menurunkan efek rekombinasi dan menurunkan hambatan *series* menarik untuk diteliti lebih lanjut.

Kata kunci : DSSC, pewarna alami, efisiensi

Study the Performance of Dye Sensitized Solar Cell Based on Natural Dye

Dian Noor Rahmad

Departement of Mechanical Engineering
Engineering Faculty of Sebelas Maret University
Surakarta, Indonesia
E-mail: dianoorahmad@gmail.com

Abstract

The performance of dye sensitized solar cells is very dependent on the dye as sensitizer. Natural dyes become a promising alternative to synthetic dyes (ruthenium) because they are cheap, readily available, easily extracted, and environmentally friendly. Papaya leaves, mangosteen pericarps, and beetroots were extracted and used as natural dyes for DSSC in this study. Semiconductor ZnO nanorod was attached to a fluorine-doped tin oxide substrat with a doctor blade method. Counter electrode was made of a conductive glass coated with a platinum catalyst. Working electrodes were immersed in natural dyes with a concentration of 8 g/100 ml and 21 g/100 ml, whereas N719 with the concentration of 0.3 mM. Both electrodes were assembled and then filled with liquid electrolytes as the connector. The absorptance spectra of the dyes and dye-loaded semiconductor were obtained by UV-Vis spectroscopy. Fourier transform infrared spectroscopy was used to determine the characteristic functionalities of the dye molecules. Papaya leaves-based DSSC displayed the highest efficiency of 0.195% among other natural dyes, whereas ruthenium-based DSSC was still dominance with an efficiency of 0.495%. The improved efficiency noted in the natural dye-based DSSC was attributed to the increased current density value. The high absorptance of papaya leaves at a concentration of 8 g/100 mL contributed to the increase of generated current density. Low fill factor of this solar cell showed that series resistance was still high. The method to reduce the recombination effect and series resistance is interesting to be further studied.

Keywords: DSSC, natural dye, efficiency

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Skripsi “Studi Performa *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* Berbasis Pewarna Alami” ini dengan baik.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam Penyelesaian Skripsi ini tidaklah mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Didik Djoko Susilo, ST., MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin UNS Surakarta
2. Bapak Dr. techn. Suyitno, ST., MT, selaku Pembimbing I atas bimbingannya hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
3. Bapak Zainal Arifin, ST., MT, selaku Pembimbing II yang telah turut serta memberikan bimbingan yang berharga bagi penulis.
4. Bapak Wibawa Endra Juwana, ST., MT, bapak Tri Istanto, ST, MT, dan bapak Dr. Dwi Aries Himawanto, ST., MT selaku dosen penguji tugas akhir saya yang telah memberi saran yang membangun.
5. Bapak Bambang Kusharjanta, ST., MT, selaku Pembimbing Akademis yang telah menggantikan sebagai orang tua penulis dalam menyelesaikan studi di Universitas Sebelas Maret ini.
6. Bapak Wahyu Purwo Raharjo, ST., MT, selaku koordinator Tugas Akhir
7. Seluruh Dosen serta Staf di Jurusan Teknik Mesin UNS, yang telah turut mendidik dan membantu penulis hingga menyelesaikan studi S1.
8. Bapak, Ibu, Mas, Mbak dan seluruh keluarga yang telah memberikan do’a restu, motivasi, dan dukungan material maupun spiritual selama penyelesaian Tugas Akhir.

commit to user

9. Teman-teman Skripsi DSSC, Arif, Pak Trisma, Pak Omit dan Mas Mirza yang telah menemani penulis baik dalam keadaan suka maupun duka.
10. Teman-teman Lab Energy Surya, Mamet, Andri, Adit, Mas Bagus, Mas Wahyu, Mas Mega, dan Mas Ari yang selalu memberi dukungan
11. Teman-teman Lab Bioful, Momo, Huda, Sanurya, Mas heri, Mas kinas, Pak Bayu, Pak Agus, dan Mas Dharmanto yang membri nasihat dan dukungan.
12. Teman-teman Lab Kimia dan MIPA, Herlina, Ninis, Wahru, Dewi, Fredi, Bu Retno, Bu Ning, dan Pak Kent yang selalu memberi semangat dan bantuan.
13. Teman-teman satu kontrakan, Haikal, Unggul, Rahmad, Jokis dan Ipnu yang siap membantu kapan saja.
14. Teman-teman teknik mesin angkatan 2008 beserta kakak dan adik angkatan di teknik mesin UNS.
15. Semua pihak yang telah membantu dalam melaksanakan dan menyusun laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak untuk memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap, semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis pada khususnya.

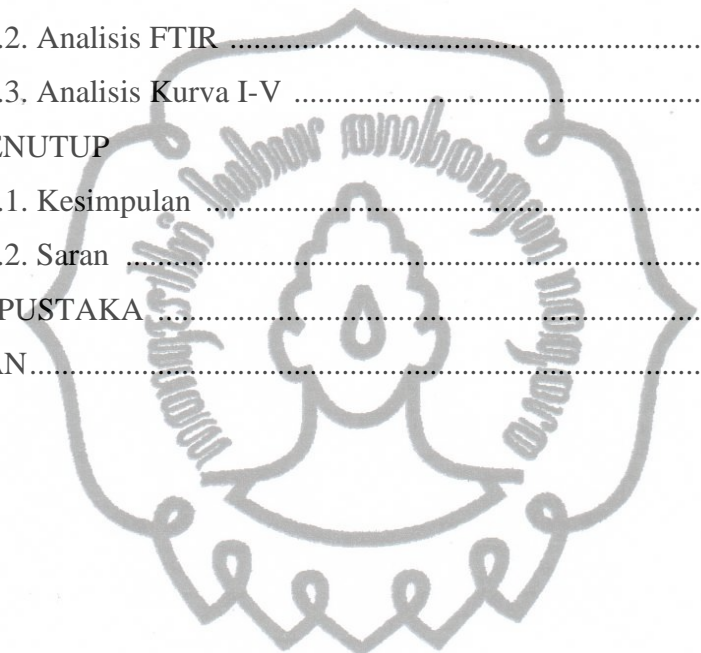
Surakarta, Juli 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Surat Penugasan.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Motto	iv
Halaman Persembahan	v
Abstrak	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Dan Manfaat	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	8
2.2.1. Dye -Sensitized Solar Cell (DSSC).....	8
2.2.2. Komponen Sel Surya DSSC.....	10
2.2.3 Karakteristik Sel Surya.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Tempat Penelitian	17
3.2. Pembuatan FTO	17
3.3. Pembuatan Counter Elektrode	17
3.4. Sintesis Pewarna	18
3.5. Pembuatan lapisan tipis semikonduktor ZnO	18
3.6. Pembuatan Elektrolit	19

3.7. Perakitan DSSC	19
3.8. Pengujian DSSC	20
3.9. Diagram Alir Penelitian	21
BAB IV DATA DAN ANALISIS	
4.1. Analisis UV-Vis	22
4.1.1. Analisis Uv-Vis pada pewarna	22
4.1.2. Analisis UV-Vis dari Pewarna pada Semikonduktor	25
4.2. Analisis FTIR	28
4.3. Analisis Kurva I-V	30
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Rata-rata absorptansi pada pewarna alami 8 g/100 ml, pewarna alami 21 g/100 ml, dan pewarna N719	25
Tabel 4.2. Rata-rata kenaikan absorptansi ZnO pada pewarna alami 8 g/100 ml, pewarna alami 21 g/100 ml, dan pewarna N719	28
Tabel 4.3. Data hambatan total pada sel surya	32
Tabel 4.4. Kinerja sel surya dengan pewarna alami dan pewarna N719	34



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kurva Light Harvesting Efficiency Yemeni Henna dan Bahraini Henna dengan berbagai konsentrasi (Jasim, et al., 2012).....	5
Gambar 2.2. Kurva absorbance dari pewarna ipomea, daun pepaya, TiO ₂ , TiO ₂ +ipomea, dan TiO ₂ +bayam (H. Chang et al., 2010).....	6
Gambar 2.3. Pengaruh sinter pada DSSC dengan natural dye (Chen, Lee, Tsai, & Ching, 2008).....	7
Gambar 2.4. Kurva I-V DSSC dengan pewarna alam (Lei, Su, & Teoh, 2008b)	7
Gambar 2.5. Kurva I-V DSSC dengan lima pewarna alami (Zhou, et al., 2011).....	8
Gambar 2.6. Prinsip kerja sel surya DSSC (Gratzel, 2003)	9
Gambar 2.7. Skema komponen sel surya DSSC (Hasin, 2009)	10
Gambar 2.8. Struktur macam-macam dye Ruthenium (Halme, 2002)..	12
Gambar 2.9. Struktur kimia antosianin (Narayan, 2012)	13
Gambar 2.10. Struktur kimia jenis karotenoid (Narayan, 2012)	13
Gambar 2.11. Struktur kimia klorofil (Narayan, 2012).....	14
Gambar 2.12. Kurva I-V pada Sel Surya (Usman, 2001)	15
Gambar 3.1. Skema FTO yang dilapisi TiO ₂	18
Gambar 3.2. Skema pengukuran tegangan dan arus pada sel surya menurut E 948-95 (ASTM)	20
Gambar 3.3. Diagram alir penelitian.....	21
Gambar 4.1. Kurva absorptansi pewarna alami konsentrasi 8 g/100 ml dan pewarna N719.....	22
Gambar 4.2. Kurva absorptansi pewarnaalami dengan konsentrasi 21 g/100 ml dan pewarna N719	23
Gambar 4.3. Serapan dari semikonduktor yang dicelup dalam pewarna alami	26
Gambar 4.4. Serapan dari semikonduktor yang sudah dicelup dengan pewarna alami 21 g/100 ml	27

Gambar 4.5.	Hasil uji FTIR dari bahan pewarna	29
Gambar 4.6.	Kurva I-V dari sel surya dengan pewarna alami 8 g/100 ml dan pewarna N719	31
Gambar 4.7.	Kurva I-V sel surya dengan pewarna alami 21 g/100 ml..	32
Gambar 4.8.	Foto SEM dari permukaan semikonduktor ZnO	33
Gambar 4.8.	Kurva dark curen DSSC pewarna alami dan N719	35

