

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI JENIS KONTAK ANTAR  
ELEKTRODA SEL DAN VARIASI *DYE* TERHADAP  
EFISIENSI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)**



**RISKI KUSUMAWATI  
M0215054**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
AGUSTUS 2019**

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI JENIS KONTAK ANTAR  
ELEKTRODA SEL DAN VARIASI *DYE* TERHADAP  
EFISIENSI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)**

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



**Disusun oleh:**

**RISKI KUSUMAWATI  
M0215054**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
AGUSTUS 2019**

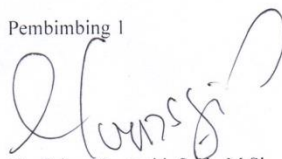
HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI

PENGARUH VARIASI JENIS KONTAK ANTAR  
ELEKTRODA SEL DAN VARIASI *DYE* TERHADAP  
EFISIENSI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)

Oleh  
RISKI KUSUMAWATI  
M0215054

Telah disetujui oleh

Pembimbing 1



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

Tanggal... 2 Agustus 2019 .....

Pembimbing 2



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

Tanggal... 2 Agustus 2019 .....

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul : Pengaruh Variasi Jenis Kontak antar Elektroda Sel dan Variasi Dye Terhadap Efisiensi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)

Yang diusulkan oleh:

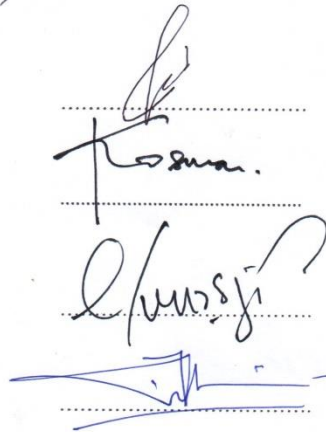
Nama : Riski Kusumawati  
NIM : M0215054

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Selasa  
Tanggal : 20 Agustus 2019

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji  
Dr. Eng. Kusumandari, S.Si., M.Si  
NIP. 19810518 200501 2 002
2. Sekretaris Penguji  
Sorja Koesuma, S.Si., M.Si  
NIP. 19720801 200003 1 001
3. Anggota Penguji I  
Dr. Fahu Nurosyid, S.Si, M.Si  
NIP. 19721013 200003 1 002
4. Anggota Penguji II  
Dr. Agus Supriyanto, S.Si, M.Si  
NIP. 19690826 199903 1 001



Handwritten signatures of the examiners: Riski Kusumawati, Sorja Koesuma, Fahu Nurosyid, and Agus Supriyanto.

Disahkan pada tanggal 12-09-2019

Oleh

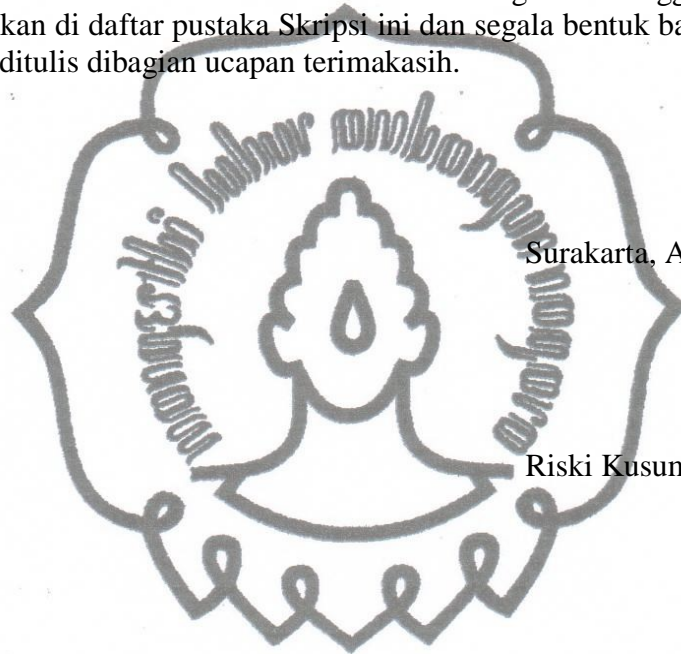
Kepala Program Studi Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Official stamp of the Physics Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sebelas Maret University, Surakarta. The stamp includes the text: "KEPALA PROGRAM STUDI FISIKA", "FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM", "UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA". Below the stamp is the signature of Dr. Agus Supriyanto, S.Si, M.Si, NIP. 19690826 199903 1 001.

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi Skripsi saya yang berjudul “Pengaruh Variasi Jenis Kontak antar Elektroda Sel dan Variasi *Dye* Terhadap Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)” adalah hasil kerja dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis dibagian ucapan terimakasih.



Surakarta, Agustus 2019

Riski Kusumawati

## MOTTO

“So verily with the hardship there is relief, verily with the hardship here is relief.”

(Q.S Al-Insyirah : 5-6)

“So be patient. Indeed, the promise of Allah is truth.”

(Q.S Ar-Rum : 60)

“My success is only by Allah.”

(Q.S Huud : 88)

“Nol adalah awal dari segala sesuatu. Tak ada apapun yang bisa dimulai jika tidak dari sana. Segala sesuatu takkan bisa didapat”

(Shinichi Kudo)

“There’s nothing you should give up on, just because you’ve lost your way.”

(Bang Yongguk)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah.”

(Thomas Alfa Edison)

“Right now you might be tired, get stressed and sometimes feel exhausted but I hope you never forget that you’re doing great.”

(Choi Seungcheol)

“The word ‘Don’t give up’ don’t mean you will definitely be able to do it, but if you give up then there will definitely be nothing.”

(Aomine Daiki)

## PERSEMBAHAN

Dengan rahmat Allah SWT, karya ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT atas rahmat, hidayah dan bimbingan-Nya sehingga skripsi ini dapat selesai.
2. Ibu, Bapak, Adik-adik dan keluarga besar atas segala doa, dukungan dan usaha yang telah diberikan kepada saya.
3. Keluarga *DSSC Research Group*.
4. Keluarga besar *Material Research Group*.
5. Teman-teman Mahasiswa Fisika 2015 beserta keluarga besar Program Studi Fisika FMIPA UNS.



**Pengaruh Variasi Jenis Kontak Antar Elektroda Sel Dan Variasi Dye Terhadap Efisiensi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)**

RISKI KUSUMAWATI

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

**ABSTRAK**

Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh variasi kontak antar elektroda sel dan variasi *dye* pada modul *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) terhadap efisiensinya. Terdapat tiga variasi jenis kontak yaitu menggunakan pasta tembaga, pasta karbon dan pasta perak. *Dye* yang digunakan adalah *dye* klorofil daun bayam, *dye* antosianin kulit buah naga dan *dye ruthenium* N719. Modul DSSC tersusun dari sel-sel DSSC yang digabung menggunakan koneksi seri eksternal tipe z. Karakterisasi yang digunakan adalah karakterisasi menggunakan *UV-Vis* spektrofotometer dan *Keithley I-V* meter. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sel-sel penyusun modul memiliki tingkat absorbansi yang hampir sama dan modul yang diberi pasta perak menghasilkan efisiensi modul yang paling besar. Efisiensi modul klorofil yang diberi kontak pasta perak yakni sebesar 0,0107 %. Efisiensi modul antosianin dengan kontak pasta perak yakni sebesar 0,0125 %. Modul *ruthenium* N719 dengan kontak pasta perak menghasilkan efisiensi sebesar 0,0354%.

Kata kunci : DSSC, Efisiensi, Koneksi eksternal tipe z



## **The Effect Of Variation In The Type Of Contact Between Cells Electrodes And Variation of Dye On Dye Sensitized Solar Cell Efficiency (DSSC)**

RISKI KUSUMAWATI

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

### **ABSTRACT**

This research investigated the influence of variation in contacts between cells electrodes and variation of dyes on the efficiency of Dye Sensitized Solar Cells (DSSC). There are three variation of contacts type carried out, we are using the copper paste, carbon paste and silver paste. The dye used was dye chlorophyll from spinach leaf, dye anthocyanin from dragon fruit peel and dye from ruthenium N719. The DSSC module formed from the DSSC cells which combined using the external type Z series connection. The characterization used was the UV-Vis spectrophotometry and Keithley I-V metres. The characterization results show that the module building cells have almost the same absorbance level and the module that given silver paste can produce the best efficiency. The efficiency of chlorophyll module that given silver paste is 0.0107%. The efficiency of anthocyanin module that given silver paste is 0.0125%. Ruthenium module with silver paste can produce an efficiency of 0.0354%.

Keywords: DSSC, Efficiency , The External Type Z Series Connection

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “**Pengaruh Variasi Jenis Kontak antar Elektroda Sel dan Variasi Dye Terhadap Efisiensi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)**”. Penyusunan skripsi ini bertujuan dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Fisika Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati dan senang hati menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas limpahan atas rahmat, hidayah dan bimbingan-Nya sehingga skripsi ini dapat selesai.
2. Bapak, Ibu, Adik beserta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan semangat dan do'a.
3. Bapak Dr. Fahu Nurrosyid, S.Si, M.Si selaku pembimbing pertama dan pembimbing akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Dr. Agus Supriyanto, S.Si, M.Si selaku pembimbing kedua dan kepala prodi fisika yang memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi.
5. Beta, Reka, Parahita dan Mas Ivan yang selalu setia menemani, memberikan support dan membantu dalam proses penelitian.
6. Layli, Atika, Ayu, David dan Ardhea yang selalu mendengar keluh kesah saya.
7. Anggita, Annin, Hanna, Nindita, Nur, Novi, Lana dan Yanti sahabat yang selalu memberikan support.
8. Rainisa, Nila, Yuliana, Thobib, Mbak Ben, Mbak Uli, Mbak Rikha dan teman-teman *Material Research Group* lainnya yang memberikan dukungan dan bantuan dalam proses penelitian.
9. Teman-teman Fisika 2015 lainnya yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan doa.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik kepada semuanya.  
Aamiin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun demi terciptanya penyusunan skripsi yang lebih baik selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.



Surakarta, Agustus 2019

Penulis

## HALAMAN PUBLIKASI

Sebagian skripsi yang berjudul Pengaruh Variasi Jenis Kontak Antar Elektroda Sel dan Variasi *Dye* Terhadap Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) akan dipresentasi di *International Conference on Industrial, Mechanical, Electrical and Chemical Engineering 2019* pada 17-18 September 2019.



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PEERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	vii
<b>HALAMAN ABSTRACT</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>HALAMAN PUBLIKASI</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Batasan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Kegunaan Program.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Sel Surya .....	5
2.2 <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC).....	5
2.2.1. Komponen DSSC .....	6
2.2.2. Prinsip Kerja DSSC.....	11
2.3 Karakterisasi.....	12
2.3.1. Spektrofotometer <i>UV – Vis</i> .....	12
2.3.2. <i>I-V Keithley</i> .....	13
2.4 Tipe Koneksi Modul DSSC.....	14
2.5 Resistivitas Bahan .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.2.1. Alat Penelitian .....	17
3.2.2. Bahan Penelitian.....	18
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1. Preparasi Substrat.....	20
3.3.2. Pembuatan Pasta TiO <sub>2</sub> .....	20
3.3.3. Pendeposisian TiO <sub>2</sub> .....	21
3.3.4. Ekstrasi <i>Dye</i> .....	22

3.3.5. Perendaman Substrat dalam <i>Dye</i> .....	23
3.3.6. Pendeposisian Platina.....	23
3.3.7. Penyusunan <i>Sandwich</i> DSSC.....	24
3.3.8. Penyusunan Modul DSSC.....	24
3.4 Teknik Analisa Data.....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	26
4.1 Modul DSSC dengan <i>dye</i> klorofil daun bayam.....	26
4.2 Modul DSSC dengan <i>dye</i> antosianin kulit buah naga.....	29
4.3 Modul DSSC dengan <i>dye</i> ruthenium N719.....	32
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	39



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Resistivitas dan koefisien temperatur (pada 20°C) .....	16
Tabel 4.1 Karakteristik <i>I-V</i> setiap sel penyusun modul DSSC <i>dye</i> klorofil.....	34
Tabel 4.2 Karakteristik <i>I-V</i> modul DSSC <i>dye</i> klorofil.....	35
Tabel 4.3 Karakteristik <i>I-V</i> setiap sel penyusun modul DSSC <i>dye</i> antosianin	37
Tabel 4.4 Karakteristik <i>I-V</i> modul DSSC <i>dye</i> antosianin .....	38
Tabel 4.5 Karakteristik <i>I-V</i> setiap sel penyusun modul DSSC <i>dye ruthenium</i>	40
Tabel 4.6 Karakteristik <i>I-V</i> modul DSSC <i>dye ruthenium</i> N719.....	41
Tabel 4.7 Karakteristik <i>I-V</i> modul DSSC dalam berbagai <i>dye</i> .....	43



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Komponen DSSC .....	6
Gambar 2.2 Ruthenium .....	8
Gambar 2.3 Struktur Antosianin .....	9
Gambar 2.4 Struktur Klorofil .....	10
Gambar 2.5 Prinsip Kerja DSSC.....	11
Gambar 2.6 Skema Spektrofotometer.....	13
Gambar 2.7 Karakterisasi Penyinaran sel surya.....	14
Gambar 2.8 Koneksi modul tipe Z.....	15
Gambar 2.9 Skema Koneksi.....	15
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	19
Gambar 3.2 <i>Ultrasonic cleaner</i> .....	20
Gambar 3.3 Pembuatan pasta TiO <sub>2</sub> .....	21
Gambar 3.4 Pola deposisi TiO <sub>2</sub> pada substrat.....	21
Gambar 3.5 Ekstraksi <i>dye</i> daun bayam.....	22
Gambar 3.6 Ekstraksi <i>dye</i> kulit buah naga.....	22
Gambar 4.1 Grafik Absorbansi Larutan <i>dye</i> klorofil daun bayam.....	26
Gambar 4.2 Grafik Absorbansi Klorofil .....	27
Gambar 4.3 Grafik Absorbansi Lapisan TiO <sub>2</sub> + <i>dye</i> klorofil daun bayam.....	27
Gambar 4.4 Grafik Absorbansi Larutan <i>dye</i> antosianin kulit buah naga .....	28
Gambar 4.5 Grafik Absorbansi Antosianin.....	28
Gambar 4.6 Grafik Absorbansi Lapisan TiO <sub>2</sub> + <i>dye</i> antosianin kulit buah naga....	29
Gambar 4.7 Grafik Absorbansi Larutan <i>dye ruthenium</i> N719.....	30
Gambar 4.8 Grafik Absorbansi <i>ruthenium</i> N719 .....	30
Gambar 4.9 Grafik Absorbansi Lapisan TiO <sub>2</sub> + <i>dye ruthenium</i> N719.....	31
Gambar 4.10 Kurva <i>I-V</i> sel penyusun modul A <i>dye</i> klorofil .....	33
Gambar 4.11 Kurva <i>I-V</i> sel penyusun modul B <i>dye</i> klorofil.....	33
Gambar 4.12 Kurva <i>I-V</i> sel penyusun modul C <i>dye</i> klorofil.....	34
Gambar 4.13 Kurva <i>I-V</i> modul <i>dye</i> klorofil.....	33
Gambar 4.14 Kurva <i>I-V</i> sel penyusun modul A DSSC <i>dye</i> antosianin.....	36
Gambar 4.15 Kurva <i>I-V</i> sel penyusun modul B DSSC <i>dye</i> antosianin.....	37
Gambar 4.16 Kurva <i>I-V</i> sel penyusun modul C DSSC <i>dye</i> antosianin.....	37
Gambar 4.17 Kurva <i>I-V</i> modul <i>dye</i> antosianin.....	38
Gambar 4.18 Kurva <i>I-V</i> sel penyusun modul A DSSC <i>dye ruthenium</i> N719.....	40
Gambar 4.19 Kurva <i>I-V</i> sel penyusun modul B DSSC <i>dye ruthenium</i> N719 .....	40
Gambar 4.20 Kurva <i>I-V</i> sel penyusun modul C DSSC <i>dye ruthenium</i> N719 .....	41
Gambar 4.21 Kurva <i>I-V</i> modul <i>dye ruthenium</i> N719.....	42



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
$A$	Nilai absorbansi	
$d$	Ketebalan sampel	Cm
$\epsilon$	Absorbivitas panjang gelombang	lt mol <sup>-1</sup> · Cm <sup>-1</sup>
$c$	Konsentrasi sampel	mol lt <sup>-1</sup>
$T$	Transmitansi	
$I_0$	Intensitas sebelum terabsorbansi	
$I$	Intensitas setelah terabsorbansi	
$\rho$	Resistivitas bahan	$\Omega \cdot m$
$\alpha$	Temperatur koefisien	(C <sup>o</sup> ) <sup>-1</sup>
$V_{oc}$	Tegangan rangkaian terbuka	Volt (V)
$I_{sc}$	Arus singkat	Ampere (A)
$FF$	<i>Fill factor</i>	
$\eta$	Efisiensi	%
$I_{max}$	Arus maksimum	Ampere (A)
$V_{max}$	Tegangan maksimum	Volt (V)
$P_{max}$	Daya keluaran	Watt (W)
$P_{in}$	Daya masukan	Watt (W)

