

**VARIASI KOMPOSISI ZAT PEWARNA TERHADAP  
KINERJA *DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS* (DSSC)**



**Disusun oleh:**

**DINASTI DWI PRATIWI  
M0211019**

**SKRIPSI**

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

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
Januari, 2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**Variasi Komposisi Zat Pewarna terhadap Kinerja  
*Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC)***

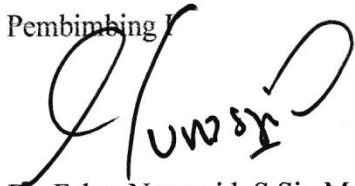
**Oleh:**

**Dinasti Dwi Pratiwi**

**M0211019**

**Telah disetujui oleh**

Pembimbing I

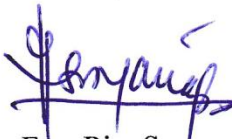


Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si.

NIP. 19721013 200003 1 002

Tanggal : 28-12-2015

Pembimbing II



Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si.

NIP. 19710831 200003 1 005

Tanggal : 28/12/2015

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Variasi Komposisi Zat Pewarna terhadap Kinerja  
*Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC)*

Yang ditulis oleh :

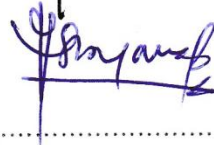
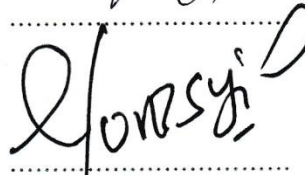
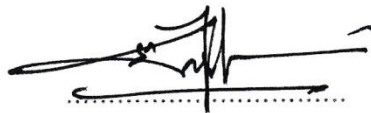
Nama : Dinasti Dwi Pratiwi  
NIM : M0211019

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada :

Hari : Selasa  
Tanggal : 12 Januari 2016

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji  
Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si.  
NIP. 19690826 199903 1 001
2. Sekertaris Penguji  
Drs. Iwan Yahya., M.Si.  
NIP. 19670730 199302 1 001
3. Anggota Penguji 1  
Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si.  
NIP. 19721013 200003 1 002
4. Anggota Penguji 2  
Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si.  
NIP. 19710831 200003 1 005



Disahkan pada tanggal **22-01-2016**

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 isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “*VARIASI KOMPOSISI ZAT PEWARNA TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS (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 boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 4 Januari 2016

Dinasti Dwi Pratiwi

## **MOTTO**

“Barang siapa keluar untuk mencari ilmu, maka dia berada di jalan Allah sampai dia kembali”

(HR. Tirmidzi)

“Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu”

(QS. Al Baqarah : 45)

“Janganlah kamu (merasa) lemah, dan jangan (pula) bersedih hati, sebab kamu paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang beriman”

(QS. Ali ‘Imran : 139)

“Bila kamu tak tahan lelahnya belajar, maka kamu akan menanggung perihnya kebodohan”

(Imam Syafi’i)

“Manfaatkanlah lima (keadaan) sebelum (datangnya) lima (keadaan yang lain) : Hidupmu sebelum matimu, sehatmu sebelum sakitmu, waktu luangmu sebelum waktu sempitmu, masa mudamu sebelum masa tuamu, dan kayamu sebelum miskinmu”

(HR. Al-Hakim dan Al-Baihaqi)

“Accept your past without regret, handle your present with confidence, face your future without fear”

(Amazing Grace)

“Bahwa hidup harus menerima, penerimaan yang indah. Bahwa hidup harus dimengerti, pengertian yang benar. Bahwa hidup harus memahami pemahaman yang tulus”

(Darwis Tere Liye)

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah Maha Besar Allah atas segala karunia dan rizki yang melimpah,  
saya persembahkan karya ini kepada:

1. Ibunda tercinta (Murjiyanti), ayahanda tercinta (Sungadi), kakak (Mas Fajar dan Mbak Anis), Om Suropto, Tante Harning, dan keluarga yang senantiasa memberikan support berupa moral dan materi serta do'a yang mengiringi langkah saya dalam meniti kesuksesan.
2. Ibu Dr. Yofentina Iriani, selaku dosen pembimbing akademik yang telah mendidik dan memberi nasihat dengan penuh kesabaran.
3. Bapak Dr. Fahru Nurosyid, selaku dosen pembimbing skripsi pertama yang telah membimbing, mengarahkan, dan mendukung dengan kesabaran dan sepenuh hati.
4. Bapak Dr. Eng. Risa Suryana, selaku dosen pembimbing skripsi kedua yang telah membimbing dengan kesabaran dan kesungguhan.
5. Komunitas *Material Physics Research Group* FMIPA UNS.
6. Rekan-rekan seperjuangan Fisika FMIPA UNS angkatan 2011.
7. Adik-adik Fisika FMIPA UNS angkatan 2012, 2013, 2014, dan 2015.

## Variasi Komposisi Zat Pewarna terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cells* (DSSC)

DINASTI DWI PRATIWI

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

### ABSTRAK

Variasi komposisi zat pewarna terhadap kinerja *Dye-Sensitized Solar Cells* (DSSC) telah dibuat dengan mencampur *dye* alami dan *dye* sintesis. *Dye* alami yang digunakan adalah ekstrak klorofil lumut dan antosianin kol merah, sedangkan *dye* sintesis dari *ruthenium complex* N719. DSSC terdiri dari TiO<sub>2</sub> sebagai elektroda kerja, lapisan karbon sebagai elektroda lawan, klorofil dan antosianin sebagai fotosensitizer, dan elektrolit  $I/I_3^-$ , serta disusun struktur *sandwich*. Karakterisasi yang dilakukan meliputi, absorbansi dengan spektrofotometer *UV-Vis*, efisiensi dengan *Keithley I-V* Meter, dan efisiensi kuantum dengan *IPCE Measurement System*. Absorbansi *dye* klorofil lumut pada panjang gelombang 400 nm – 500 nm dan 550 nm – 700 nm, hasil absorbansi campuran *dye* sintesis dan klorofil lumut mampu memperlebar panjang gelombang serapan cahaya menjadi 400 nm – 700 nm. Absorbansi *dye* antosianin kol merah pada panjang gelombang 450 nm – 580 nm, hasil absorbansi campuran *dye* sintesis dan antosianin kol merah mampu meningkatkan puncak absorbansi. Karakteristik *I-V* menunjukkan bahwa efisiensi DSSC meningkat dengan penambahan *dye* sintesis N719 ke dalam *dye* alami. Penambahan pewarna sintesis 20% dalam *dye* klorofil lumut meningkatkan efisiensi sebesar 95%, sedangkan *dye* antosianin kol merah sebesar 47%. Karakteristik IPCE pada DSSC klorofil lumut menunjukkan bahwa serapan panjang gelombang 550 nm - 600 nm memberikan kontribusi tertinggi terbentuknya arus, sedangkan DSSC antosianin kol merah yang memberikan kontribusi tertinggi pada panjang gelombang 400 nm - 450 nm.

Kata kunci : Klorofil, antosianin, efisiensi, IPCE

## **The Variation Composition of Dye on the *Dye-Sensitized Solar Cells* (DSSC) Performance**

DINASTI DWI PRATIWI

Physics Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Sebelas Maret University

### **ABSTRACT**

The variation composition of dye on the Dye Sensitized Solar Cells (DSSC) performance has been made with the mixture of natural dye and synthesis of dye. The natural dye used in this experiment was extracted from moss chlorophyll and red cabbage anthocyanin, while synthesis of dye was extracted from ruthenium complex N719. The sandwich structure of DSSC consist of  $\text{TiO}_2$  as working electrode, carbon layer as counter electrode, chlorophyll and anthocyanin as photoensitizer, and electrolyte of  $I/I_3^-$ . The absorbance of dye was characterized using UV-Vis spectrophotometer, the efficiency of DSSC was calculated using *I-V* Meter Keithley, and the quantum efficiency was characterized using IPCE Measurement System. Dye absorption of moss chlorophyll is 400 nm – 500 nm and 550 nm – 700 nm of wavelength range, the mixture of natural dye and synthesis of dye has successfully enlarge the wavelength absorption into 400 nm – 700 nm. The absorption of dye anthocyanin of red cabbage is 450 nm – 580 nm wavelength, the mixture of red cabbage anthocyanin and synthesis of dye successfully increasing of the absorbance peak as well. The *I-V* meter characterization shows that the DSSC efficiency increase as the addition of synthesis of dye N719 into natural dye. The addition of synthesis of dye 20% into chlorophyll dye increase the efficiency about 95%, while anthocyanin dye of red cabbage increase the efficiency about 47%. The IPCE characteristic in the DSSC containing of moss chlorophyll dye show that the wavelength absorption of 550 nm – 600 nm contributed in highest current formation, while the DSSC containing of red cabbage anthocyanin contributed in current formation in the wavelength of 400 nm – 450 nm.

Keywords : Chlorophyll, anthocyanin, efficiency, IPCE



## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT karena berkat limpahan rahmat-Nya, penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, keluarganya, para sahabat, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman, aamiin.

Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta. Judul skripsi yang penulis susun adalah “Variasi Komposisi Zat Pewarna terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cells* (DSSC)”. 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. Ibu, ayah, kakak, dan saudara-saudara tercinta yang telah banyak memberikan do'a, semangat, kasih sayang, dan bantuan baik secara moral maupun materi demi lancarnya skripsi ini.
2. Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I yang selalu mencurahkan perhatian, bimbingan, nasehat, dan waktunya selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si. selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dengan kesabaran hingga penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. Yofentina Iriani, S.Si., M.Si. selaku pembimbing akademik yang selalu mendidik dan memberi nasehat dengan penuh kesabaran.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fisika FMIPA UNS yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu selama mengikuti perkuliahan sampai akhir penulisan skripsi.
6. Pihak DIKTI yang telah memberikan dana penelitian melalui Program Kreativitas Mahasiswa 2014 bagi penulis.

7. Sahabat-sahabat dan para penasehat terbaik dan tercinta (Ryma, Nana, Lidya, Ari Maya, Endang, Dini, Adi, Ana, Tantri, Ayuk, Inni, Yuyun, Mas Indra, Mas Jundi, Mas Sofyan, Mas Yudha, Mas Miftah) yang selalu memberikan keceriaan, motivasi, dan semangat.
8. Grup DSSC Fisika FMIPA UNS (Leila, Sehati, Lutfi, Fitria, Isnaini, Lindha, Mas Bayu, Mas Fadli, dan Seti) yang selalu bersedia untuk saling bertukar ilmu dalam penyelesaian penelitian ini.
9. Komunitas *Material Physics Research Group* (Dianisa, Chomsatin, Maya, Fildzah, Tina, Dicky, Efendi, Tomo, Patmi, dan Septi) yang selalu memberikan motivasi semangat dan bantuan untuk bertukar ilmu dalam penyelesaian penelitian ini.
10. Teman-teman seperjuangan Fisika FMIPA UNS angkatan 2011.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik kepada semuanya. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga karya ini ada manfaatnya, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca dalam rangka menambah wawasan pengetahuan dan pemikiran kita.

Surakarta, 4 Januari 2016

Dinasti Dwi Pratiwi

## PUBLIKASI

No.	Judul	Penulis	Jenis Publikasi
1.	The Effect of Natural (Bryophyta Chlorophyll ) and Synthesis Dye Composition of DSSC Efficiency	Dinasti Dwi Pratiwi, Risa Suryana, Agus Supriyanto, dan Fahru Nurosyid	Jurnal Internasional <i>Journal of Optoelectronics and Advanced Materials</i> (JOAM)
2.	Pemanfaatan Antosianin dari Ekstrak Kol Merah ( <i>Brassica oleracea var</i> ) sebagai Pewarna <i>Dye-Sensitized Solar Cells</i> (DSSC)	Dinasti Dwi Pratiwi, Risa Suryana, dan Fahru Nurosyid	<i>Indonesian Journal of Applied Physics</i> (IJAP) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</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. Perumusan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Energi Surya.....	5
2.2. Sel Surya .....	5
2.2.1. Gambaran Umum Sel Surya .....	5
2.2.2. Kinerja Sel Surya .....	6
2.3. <i>Dye-Sensitized Solar Cells</i> (DSSC) .....	8
2.3.1. Gambaran Umum DSSC.....	8
2.3.2. Prinsip Kerja DSSC .....	9
2.3.3. Material DSSC.....	10
2.3.3.1. Substrat .....	10
2.3.3.2. Karakteristik dari TiO <sub>2</sub> .....	10
2.3.3.3. <i>Dye Sensitizer</i> .....	11
2.3.3.4. Klorofil sebagai <i>Dye</i> .....	12
2.3.3.5. Antosianin sebagai <i>Dye</i> .....	14
2.3.3.6. <i>Dye Ruthenium Complex</i> .....	16
2.3.3.7. Elektrolit .....	17
2.3.3.8. Elektroda Lawan ( <i>Counter Electrode</i> ) .....	18
2.4. Metode <i>Spin Coating</i> .....	18
2.5. Alat Karakterisasi.....	19
2.5.1. Spektrofotometer <i>UV-Vis</i> .....	19
2.5.2. <i>I-V Keithley</i> .....	20
2.5.3. Pengukuran Efisiensi Konversi Induksi Foton ke Arus	

Listrik (IPCE) .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2. Alat dan Bahan .....	22
3.2.1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian .....	22
3.2.2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian.....	22
3.3. Prosedur Penelitian .....	23
3.3.1. Preparasi Substrat .....	24
3.3.2. Pembuatan Pelapisan TiO <sub>2</sub> .....	26
3.3.2.1. Pembuatan Pasta TiO <sub>2</sub> .....	26
3.3.2.2. Deposisi Lapisan TiO <sub>2</sub> .....	26
3.3.3. Ekstraksi <i>Dye</i> .....	27
3.3.3.1. Pembuatan Ekstraksi <i>Dye</i> .....	29
3.3.3.1.1. Ekstraksi Klorofil Lumut .....	29
3.3.3.1.2. Ekstraksi Antosianin Kol Merah.....	29
3.3.3.1.3. <i>Dye Ruthenium Complex</i> N719.....	30
3.3.3.2. Karakterisasi Absorbansi <i>Dye</i> .....	31
3.3.4. Adsorpsi Larutan <i>Dye</i> ke Lapisan TiO <sub>2</sub> .....	32
3.3.5. Pembuatan Elektrolit .....	32
3.3.6. Pembuatan Elektroda Lawan.....	32
3.3.7. Pembuatan Struktur <i>Sandwich</i> DSSC.....	33
3.3.8. Pengukuran Karakterisasi <i>I-V</i> DSSC.....	33
3.3.9. Pengukuran Karakterisasi IPCE DSSC .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	34
4.1. Karakterisasi Optik (Absorbansi) Variasi Komposisi <i>Dye</i> Alami dan <i>Dye</i> Sintesis .....	35
4.1.1. <i>Dye</i> Klorofil Lumut .....	35
4.1.2. <i>Dye</i> Antosianin Kol Merah.....	35
4.2. Karakterisasi <i>I-V</i> DSSC Variasi Komposisi <i>Dye</i> Alami dan <i>Dye</i> Sintesis .....	37
4.2.1. <i>Dye</i> Klorofil Lumut .....	38
4.2.2. <i>Dye</i> Antosianin Kol Merah.....	38
4.3. Karakterisasi IPCE DSSC Variasi Komposisi <i>Dye</i> Alami dan <i>Dye</i> Sintesis .....	40
4.3.1. <i>Dye</i> Klorofil Lumut .....	43
4.3.2. <i>Dye</i> Antosianin Kol Merah.....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	44
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	46
	47

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Karakteristik <i>I-V</i> DSSC dengan Variasi Komposisi <i>Dye</i> Klorofil Lumut .....	39
Tabel 4.2. Karakteristik <i>I-V</i> DSSC dengan Variasi Komposisi <i>Dye</i> Antosianin Kol Merah .....	41

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Karakteristik <i>I-V</i> dari Sel Surya .....	6
Gambar 2.2. Struktur DSSC .....	8
Gambar 2.3. Prinsip Kerja DSSC .....	10
Gambar 2.4. Struktur Molekuler Klorofil .....	12
Gambar 2.5. Spektrum Serapan Klorofil.....	13
Gambar 2.6. Struktur Senyawa Rumus Kimia Antosianin.....	14
Gambar 2.7. Spektrum Serapan Antosianin .....	15
Gambar 2.8. Struktur Senyawa <i>Ruthenium Complex</i> N719 .....	16
Gambar 2.9. Serapan Cahaya <i>UV-Vis Ruthenium Complex</i> N719 .....	17
Gambar 2.10. Skema Kerja Spektrofotometer <i>UV-Vis</i> .....	20
Gambar 3.1. Alur Proses Penelitian .....	25
Gambar 3.2. Pengadukan Pasta TiO <sub>2</sub> dengan <i>Magnetic Stirrer</i> .....	27
Gambar 3.3. Gambar Area Deposisi Lapisan TiO <sub>2</sub> .....	27
Gambar 3.4. Alat Deposisi Lapisan TiO <sub>2</sub> Metode <i>Spin Coating</i> .....	28
Gambar 3.5. Proses <i>Annealing</i> .....	28
Gambar 3.6. Lumut yang Dihaluskan dengan Mortar.....	29
Gambar 3.7. Ekstraksi Larutan Lumut .....	29
Gambar 3.8. Proses Kromatografi.....	30
Gambar 3.9. Hasil Kromatografi dengan Warna Hijau Pekat.....	30
Gambar 3.10. (a) Kol Merah yang Dihaluskan dengan Mortar dan (b) Ekstraksi Larutan Kol Merah.....	31
Gambar 3.11. <i>Ruthenium Complex</i> N719 dari Dyesol .....	31
Gambar 3.12. Gambar Area Elektroda Lawan dengan Katalis Karbon. ....	33
Gambar 3.13. Struktur <i>Sandwich</i> DSSC .....	33
Gambar 4.1. Spektrum Absorbansi Variasi Komposisi <i>Dye</i> Klorofil Lumut dan <i>Dye Sintesis Ruthenium</i> .....	35
Gambar 4.2. Spektrum Absorbansi Variasi Komposisi <i>Dye</i> Antosianin Kol Merah dan <i>Dye Sintesis Ruthenium</i> .....	37
Gambar 4.3. Grafik <i>I-V</i> DSSC dengan Variasi Komposisi <i>Dye</i> Klorofil Lumut .....	38
Gambar 4.4. Grafik <i>I-V</i> DSSC dengan Variasi Komposisi <i>Dye</i> Antosianin Kol Merah .....	40
Gambar 4.5. Grafik IPCE DSSC dengan Variasi Komposisi <i>Dye</i> Klorofil Lumut dan <i>Dye Sintesis Ruthenium</i> .....	43
Gambar 4.6. Grafik IPCE DSSC dengan Variasi Komposisi <i>Dye</i> Antosianin Kol Merah .....	44

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
$P_{in}$	Daya masukan	Watt (W)
$P_{out}$	Daya keluaran	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)
$\eta$	Efisiensi	Persen (%)
$I$	Intensitas cahaya	Watt/m <sup>2</sup> (W/m <sup>2</sup> )
$A$	Luas	Meter <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )
$p$	Panjang	Meter (m)
$l$	Lebar	Meter (m)
$J_{sc}$	Kerapatan arus yang terukur tiap panjang gelombang	Ampere/meter persegi (A/m <sup>2</sup> )
$I_0$	Intensitas foton	Watt/m <sup>2</sup> (W/m <sup>2</sup> )
$q$	Muatan elektron	Coulomb (C)
$h$	Konstanta Planck	Joule sekon (J.s)
$\nu$	Frekuensi foton	Hertz (Hz)
$c$	Kecepatan cahaya	Meter/sekon (m/s)
$\lambda$	Panjang gelombang cahaya	Meter (m)