

**LAPORAN PENELITIAN**

**“PENINGKATAN DAYA KELUARAN DENGAN METODE DIODA BYPASS”**



**oleh :**

**Ketua : Haris Isyanto S.T., M.T.  
NID 20.1396 NIDN 0314057106**

**Anggota : Dr. Budiyanto  
NID 20.627 NIDN 0318106904  
Fadliondi B.Eng., M.Eng.  
NID 20.1543 NIDN 0308118802**


**TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA  
TAHUN 2017**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN INTERNAL

1. Judul Penelitian : **PENINGKATAN KINERJA PANEL SURYA YANG TURUN AKIBAT SHADING DENGAN METODE DIODA BYPASS**
2. Bidang Penelitian : Teknik Elektro
3. Ketua Peneliti
  - a. Nama Lengkap : Haris Isyanto, S.T., M.T.
  - b. Jenis Kelamin : Laki – laki
  - c. NIP, NIDN : NID 20.1396 NIDN 0314057106
  - d. Pangkat : 3 b
  - e. Jabatan : Dosen Tetap
  - f. Jabatan Fungsional : Asisten ahli
  - g. Alamat Unit Kerja : Jl. Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta Pusat 10510
  - h. Telpon/Faks/email : 021-4244016
  - i. Alamat Rumah : Jl. Dahlia II Orchid Residence Blok B6  
Rt/Rw : 004/017 Kel. Beji Kec. Beji, Kota Depok
  - j. Telpon/Faks/email : 0821-2234-6633 / haris.isyanto@ftumj.ac.id
4. Jumlah anggota peneliti : 2 orang
  - a. Nama anggota I : Dr. Budiyanto
  - b. Nama anggota II : Fadliondi, B.Eng., M.Eng.
5. Lokasi Penelitian : Laboratorium Teknik Elektro UMJ

Jakarta, Oktober 2017

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

  
Saeful Bahri, S.T., M.T.  
NIDN 0326057604



Ketua Peneliti,

  
Haris Isyanto, S.T., M.T.  
NIDN 0314057106

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

  
Dr. Ir. Budiyanto, M.T.  
NIDN 0318106904



Menyetujui,  
Ketua PAKARTI

  
Ir. Leola Dewiyani, ME  
NIDN 0002086506



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR LAMPIRAN .....	vi
IDENTITAS PENELITIAN.....	vii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	1
1.3 Tujuan .....	1
1.4 Luaran .....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	2
2.1 Semikonduktor.....	2
2.2 Fenomena photovoltaic.....	3
2.3 Sel Surya .....	4
2.4 Panel Surya .....	4
2.5 Dioda Bypass .....	5
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	7
3.1 Tahapan Penelitian.....	7
3.2 Lokasi Penelitian.....	7
3.3 Peubah yang Diukur.....	7
3.4 Parameter yang Diubah.....	7
3.5 Model yang Digunakan.....	7
3.6 Teknik pengumpulan data.....	10
3.7 Analisis data.....	10
BAB 4. HASIL SEMENTARA DAN PEMBAHASAN .....	11

BAB 5. KESIMPULAN .....	14
DAFTAR PUSTAKA.....	15
LAMPIRAN .....	17

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Struktur atom dari silikon dan germanium [1]. .....	2
Gambar 2 Struktur kristal dari (a) silicon [2], (b) galium arsenida [3] dan (c) germanium [4]. .....	2
Gambar 3 Struktur pita energi dari (a) silicon [5], (b) galium arsenida [6] dan (c) germanium [7]. .....	3
Gambar 4 Skematik fenomena photovoltaic [8]. .....	3
Gambar 5 Sebuah buah sel surya [9]. .....	4
Gambar 6 Rangkaian ekuivalen sel surya [10]. .....	4
Gambar 7 Panel surya sedang dipasang di atap rumah [11]. .....	5
Gambar 8 Rangkaian ekuivalen panel surya [12]. .....	5
Gambar 9 Kurva I-V dari sebuah modul PV dengan dioda <i>bypass</i> [20]. .....	6
Gambar 10 Rugi daya sel surya [22]. .....	6
Gambar 11 Dioda <i>bypass</i> yang terhubung dengan sel surya. Sel surya yang diarsir biru merupakan yang <i>tershaded</i> sementara sisanya tidak <i>tershaded</i> [23]. .....	7
Gambar 12 Skematik pengisian baterai atau aki pada siang hari yang cerah. ....	8
Gambar 13 Skematik pengisian baterai atau aki pada siang hari yang berawan. ....	8
Gambar 14 Skematik pemasangan diode <i>bypass</i> untuk rangkaian panel surya seri. ....	9
Gambar 15 Skematik pemasangan diode blocking untuk rangkaian panel surya paralel. ....	9
Gambar 16 Skematik baterai yang telah diisi di siang hari yang digunakan di malam hari. ....	10
Gambar 17 Kurva (a) <i>irradiance</i> terhadap waktu dan (b) suhu terhadap waktu. ....	11
Gambar 18 Kurva (a) arus terhadap tegangan dan (b) daya terhadap tegangan. ....	12
Gambar 19 Kurva (a) arus terhadap tegangan dengan dan tanpa diode <i>bypass</i> dan (b) daya terhadap tegangan dengan dan tanpa diode <i>bypass</i> . ....	12

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Anggaran Biaya .....	17
Tabel 2 Rincian Honor .....	17
Tabel 3 Rincian Pembelian Bahan Habis Pakai .....	17
Tabel 4 Rincian Pengeluaran untuk Publikasi .....	18
Tabel 5 Rincian Pengeluaran untuk Perjalanan .....	18

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Justifikasi anggaran biaya .....	17
Lampiran 2 Bukti abstrak diterima pada prosiding SEMNASTEK 2017 .....	19
Lampiran 3 Bukti pencantuman nomor kontrak pada prosiding SEMNASTEK 2017 .....	20
Lampiran 4 Kontrak penelitian.....	21
Lampiran 5 Bukti submit ke jurnal internasional terindeks scopus.....	22

## IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Usulan

Judul usulan penelitian ini adalah PENINGKATAN KINERJA PANEL SURYA YANG TURUN AKIBAT SHADING DENGAN METODE DIODA BYPASS

2. Ketua Peneliti

Nama : Haris Isyanto, S.T., M.T.

Bidang keahlian : Teknik Elektro

Jabatan Struktural : Dosen Tetap

Jabatan Fungsional: Asisten ahli

Unit Kerja : Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

Alamat Surat : Jl. Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta Pusat 10510

Telepon : 0821-2234-6633

Alamat e-mail : haris.isyanto@ftumj.ac.id

3. Anggota peneliti :

No	Nama dan gelar akademik	Bidang keahlian	Jurusan	Alokasi waktu (jam/minggu)
1	Dr. Budiyanto	Daya	Teknik Elektro	8
2	Fadlioni, B.Eng., M.Eng.	Elektronika	Teknik Elektro	8

4. Obyek Penelitian

Obyek yang akan diteliti adalah panel surya. Aspek penelitian meliputi perancangan rangkaian panel surya, simulasi panel surya, pengambilan data karakteristik tegangan versus arus dan tegangan versus daya, pengambilan data pengaruh suhu terhadap karakteristik tegangan versus arus dan tegangan versus daya, perancangan diode bypass untuk panel surya dan publikasi.

5. Periode Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai pada Juli 2017 dan berakhir pada Desember 2017.

6. Anggaran yang diusulkan

Anggaran yang diusulkan adalah Rp. 4.000.000,- (empat juta rupiah)

7. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta

8. Hasil yang ditargetkan

Hasil yang ditargetkan adalah publikasi pada prosiding nasional

9. Penelitian meliputi

Penelitian meliputi perancangan rangkaian panel surya, simulasi panel surya, pengambilan data karakteristik tegangan versus arus dan tegangan versus daya, pengambilan data pengaruh shading terhadap karakteristik tegangan versus arus dan tegangan versus daya, perancangan *diode bypass* untuk panel surya dan publikasi.

10. Keterangan lain yang dianggap perlu



## **Subtansi Penelitian**

### **RINGKASAN**

Kekurangan dari panel surya adalah bahwa daya keluarannya akan berkurang ketika ada shading. Salah satu cara untuk menanggulangi penurunan daya keluaran akibat shading adalah dengan memasang diode bypass. Oleh karena itu, tujuan adalah untuk meningkatkan kinerja panel surya yang turun akibat shading dengan metode diode bypass. Target khusus dari penelitian ini adalah publikasi pada jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional terindeks. Metode yang dipakai adalah eksperimen dengan memasang diode bypass pada panel surya yang terhubung baik parallel maupun seri.

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

Energy merupakan hal yang sangat dibutuhkan bagi manusia untuk kelangsungan hidup. Energy diperlukan pada hampir seluruh aspek kehidupan. Sumber energy bisa diklasifikasikan menjadi energy yang diperbaharui dan tidak diperbaharui. Energi fosil merupakan contoh dari sumber energy yang tidak diperbaharui. Sementara itu, energy matahari, energy angin, energy air dan energy biomasa merupakan contoh sumber energy yang bisa diperbaharui. Kelebihan dari sumber energy yang diperbaharui adalah bahwa ia banyak terdapat, murah dan tidak merusak lingkungan. Energy matahari memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sumber energi terbarukan yang lain. Energy matahari tidak menghasilkan polusi, aman, tenang dan bebas. Energy matahari harus dikonversikan terlebih dahulu ke dalam energy listrik agar bisa dipakai. Radiasi matahari adalah sekitar  $1000 \text{ W/m}^2$ , tapi nilai ini bisa berubah tergantung posisi, waktu dan cuaca. Sel surya adalah alat untuk mengubah energy matahari menjadi energy listrik. Gabungan dari beberapa sel surya membentuk panel surya.

### **1.1 Latar Belakang**

. Panel surya merupakan kumpulan dari beberapa sel surya yang disusun seri maupun parallel. Sel surya sangat sensitive terhadap shading sehingga panel surya pun akan menjadi sensitive juga terhadap shading. Ketika ada shading, sel surya atau panel surya yang terkena shading akan menjadi parasite bagi sel surya atau panel surya yang lain yang terhubung baik parallel maupun seri. Arus sirkuit tertutup ( $I_{SC}$ ) maupun arus arus daya maksimum ( $I_{MP}$ ) akan berkurang. Begitu juga dengan tegangan sirkuit terbuka ( $V_{OC}$ ) maupun tegangan daya maksimum ( $V_{MP}$ ) juga akan berkurang sehingga daya keluaran yang merupakan perkalian dari tegangan dan arus juga akan berkurang

### **1.2 Identifikasi Masalah**

. Masalah yang akan diidentifikasi adalah menemukan cara untuk menanggulangi pengaruh shading pada sel surya atau panel surya yang terhubung seri atau parallel sehingga daya keluarannya tidak berkurang drastis.

### **1.3 Tujuan**

. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan daya keluaran yang turun akibat shading pada sel surya atau panel surya.

### **1.4 Luaran**

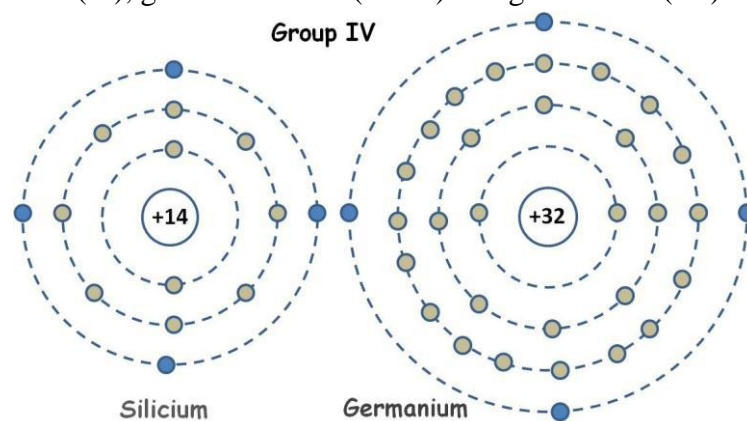
. Luaran yang diharapkan adalah publikasi pada jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

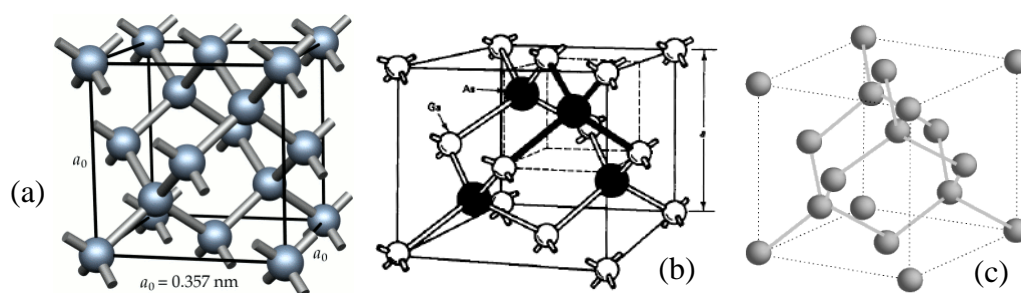
Bab ini akan menjelaskan tentang dasar semikonduktor, fenomena photovoltaic, sel surya, panel surya dan solar meter.

### 2.1 Semikonduktor

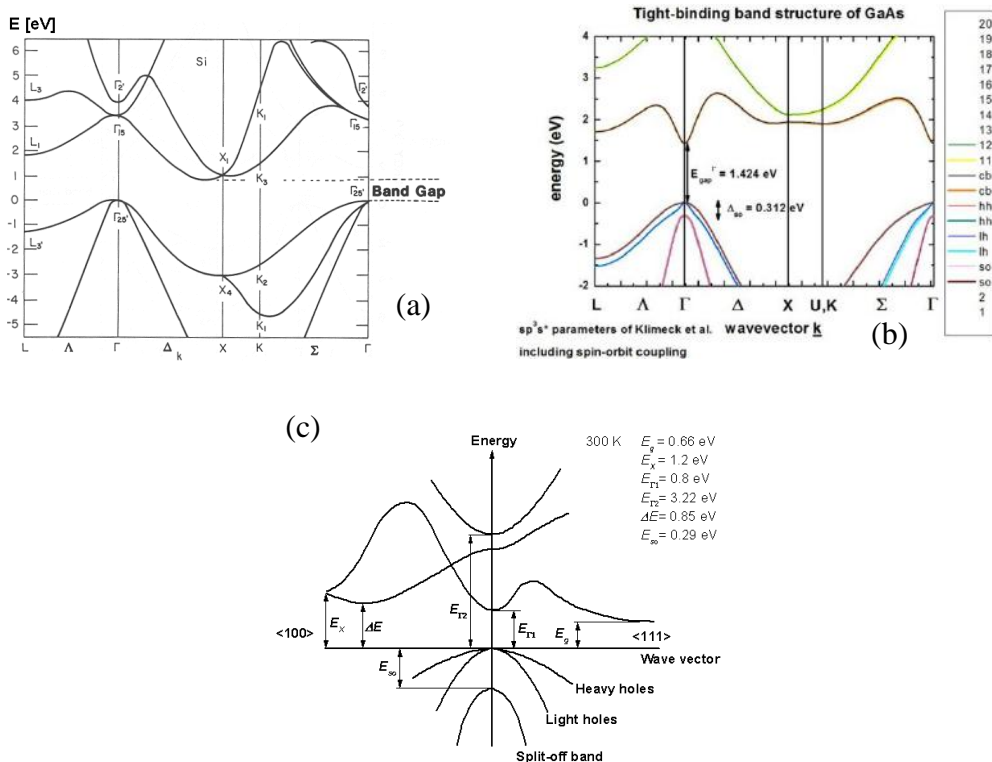
Semikonduktor adalah zat pada amorfus atau kristal yang memiliki nilai konduktivitas listrik diantara konduktor dan isolator. Pada umumnya, semikonduktor memiliki lebar pita energy sekitar 1 sampai 4 eV. Semikonduktor sangat penting dalam industry elektronika karena ia merupakan bahan dasar untuk pembuatan komponen elektronika seperti resistor, transistor, diode, IC, LED, sel surya dan lain-lain. Alat alat elektronika yang ada di sekitar kita pasti mengandung semikonduktor didalamnya. Semikonduktor dibagi menjadi 2 yakni semikonduktor intrinsic dan ekstrinsik. Semikonduktor intrinsic adalah semikonduktor yang tidak terdop. Sementara semikonduktor ekstrinsik adalah semikonduktor yang didop sehingga bisa menjadi semikonduktor jenis n yang pembawa mayoritasnya electron atau semikonduktor jenis p yang pembawa mayoritasnya hole. Contoh bahan semikonduktor non-organik adalah silikon (Si), galium arsenida (GaAs) dan germanium (Ge).



Gambar 1 Struktur atom dari silikon dan germanium [1].



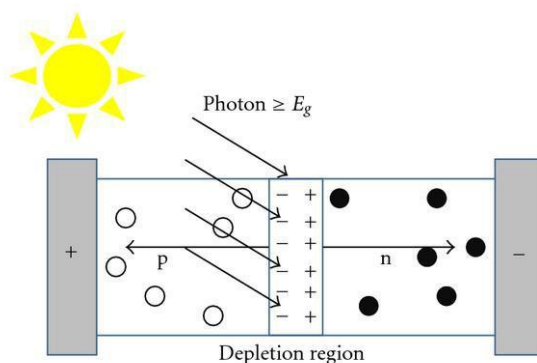
Gambar 2 Struktur kristal dari (a) silicon [2], (b) galium arsenida [3] dan (c) germanium [4].



Gambar 3 Struktur pita energi dari (a) silikon [5], (b) galium arsenida [6] dan (c) germanium [7].

## 2.2 Fenomena photovoltaic

Fenomena fotovoltik adalah fenomena dimana cahaya diubah menjadi listrik. Fenomena ini melibatkan photon photon yang mengeksitasi electron ke tingkat energy yang lebih tinggi sehingga memungkinkan mereka untuk bertingkah sebagai pembawa muatan untuk arus listrik. Fenomena fotovoltik pertama kali ditemukan oleh Alexandre-Edmond Becquerel. Fenomena fotovoltik diaplikasikan pada sel surya.



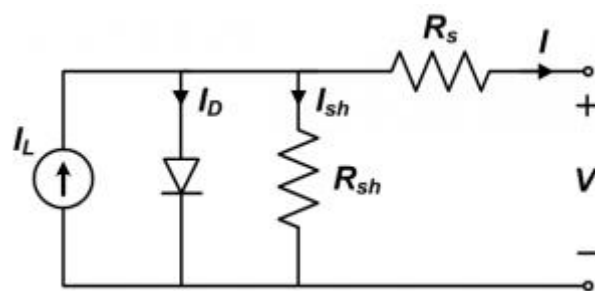
Gambar 4 Skematik fenomena photovoltaic [8].

### 2.3 Sel Surya

Sel surya adalah divais elektronik yang mengubah energy cahaya menjadi energy matahari. Secara umum, sel surya bisa diklasifikasikan menjadi sel surya monokristalin, polikristalin dan film tipis. Material untuk sel surya monokristalin dan polikristalin adalah silikon (Si). Material untuk sel surya film tipis sebagai contoh adalah kadmium telurida (CdTe) dan tembaga indium galium diselenida (CIGS). Sel surya monokristalin dan polikristalin memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada sel surya film tipis. Efisiensi sel surya monokristalin dan polikristalin bisa mencapai sekitar 30 %, sementara sel surya film tipis mencapai sekitar 20 %. Ada beberapa mekanisme yang membatasi efisiensi dari sel surya sebagai contoh rugi-rugi foton, rugi-rugi pembawa minoritas, rugi-rugi panas Joule, rugi-rugi optik, rugi-rugi resistif, rugi-rugi rekombinasi dan rugi-rugi refleksi. Usia sel surya monokristalin dan polikristalin lebih panjang daripada sel surya film tipis. Usia sel surya monokristalin dan polikristalin bisa mencapai sekitar 25 tahun. Meskipun demikian, sel surya monokristalin dan polikristalin memiliki kekurangan dibandingkan sel surya film tipis seperti harga dan ketahanan terhadap suhu.



Gambar 5 Sebuah buah sel surya [9].



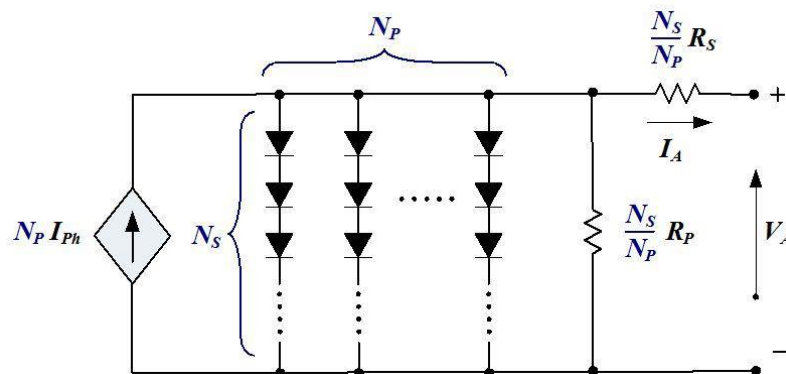
Gambar 6 Rangkaian ekuivalen sel surya [10].

### 2.4 Panel Surya

Panel surya adalah gabungan dari sel surya yang terkoneksi. Gabungan dari beberapa panel surya membentuk array surya. Sistem photovoltaic menyediakan energi listrik untuk keperluan komersil dan tempat tinggal. Daya yang dihasilkan berkisar dari puluhan sampai ratusan watt. Panel surya biasanya akan terhubung dengan baterai untuk menyimpan energi.



Gambar 7 Panel surya sedang dipasang di atap rumah [11].

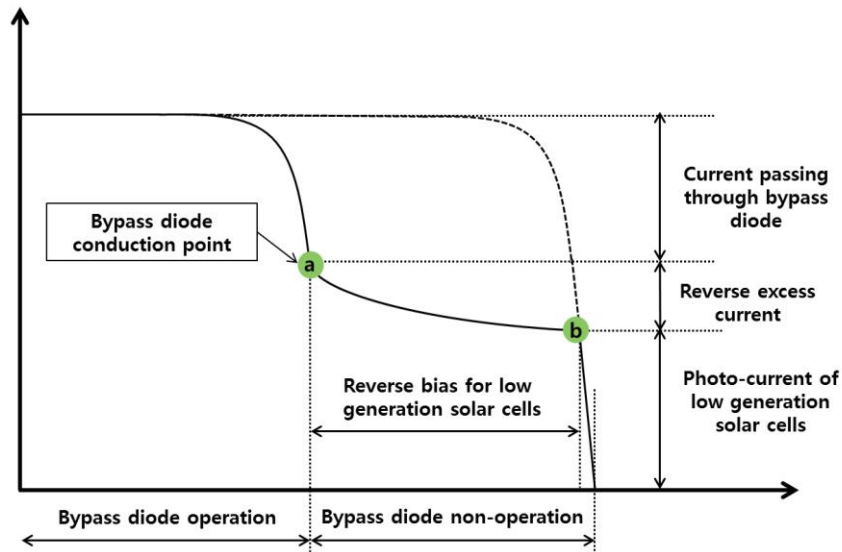


Gambar 8 Rangkaian ekuivalen panel surya [12].

Untuk meningkatkan efisiensi panel surya, suhu sel surya bisa diturunkan dengan beberapa cara seperti heat pipe, air cooling dan water cooling [13,14,15,16,17]. Untuk meningkatkan efisiensi panel surya yang turun akibat shading, digunakan diode bypass atau blocking [18, 19].

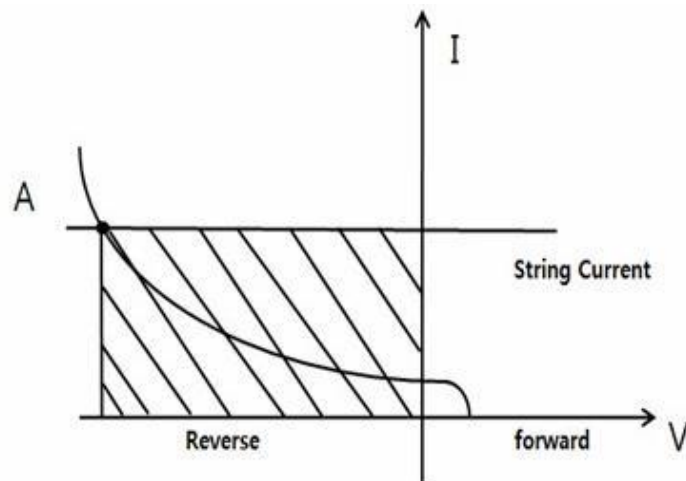
## 2.5 Dioda Bypass

Dioda adalah komponen elektronika yang memiliki 2 buah terminal yang berkonduksi pada 1 arah. Ia memiliki nilai hambatan yang sangatrendah pada 1 arah dan hambatan yang sangat tinggi pada arah yang lain. Panjar mundur akibat mismatch atau shadding parsial dari sel surya di dalam modul akan menghasilkan hotspot pada sel dan suhu berlebih tersebut bisa merusak material sehingga bisa mengurangi performa modul [20]. Oleh karena itu, keandalan dan keamanan modul sangat diperlukan terhadap suhu dari hotspot tersebut.



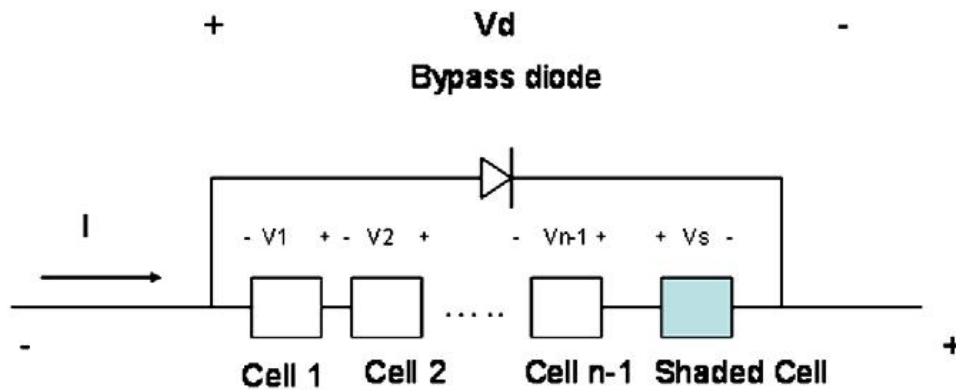
Gambar 9 Kurva I-V dari sebuah modul PV dengan dioda *bypass* [20].

Efisiensi dari PV modul tidak berkembang akibat dari rugi-rugi *cell-to-module* [21]. Selain itu, dengan menggunakan sel surya dengan efisiensi tinggi, hambatan paralel menjadi meningkat dan dioda *bypass* pada sel surya akan beroperasi lebih efektif [22].



Gambar 10 Rugi daya sel surya [22].

Rugi pada daya keluaran di dalam modul PV bisa disebabkan banyak faktor, tapi faktor yang paling penting adalah efek *mismatch* dan *shadowing*. Hot spot muncul ketika sel surya yang membentuk string sel surya terhubung secara seri menjadi terpanjang mundur dan mendisipasikan daya dari panas [23].



Gambar 11 Dioda bypass yang terhubung dengan sel surya. Sel surya yang diarsir biru merupakan yang *tershaded* sementara sisanya tidak *tershaded* [23].

### BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan tentang tahapan penelitian, lokasi penelitian, peubah yang diukur, model yang digunakan, teknik pengumpulan dan analisis data.

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini adalah identifikasi masalah, tinjauan pustaka, simulasi, eksperimen, pengambilan data, penulisan jurnal dan pembuatan laporan.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah di Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

#### 3.3 Peubah yang Diukur

Peubah yang diukur adalah tegangan circuit terbuka, arus circuit tertutup, daya maksimum dan efisiensi sel surya.

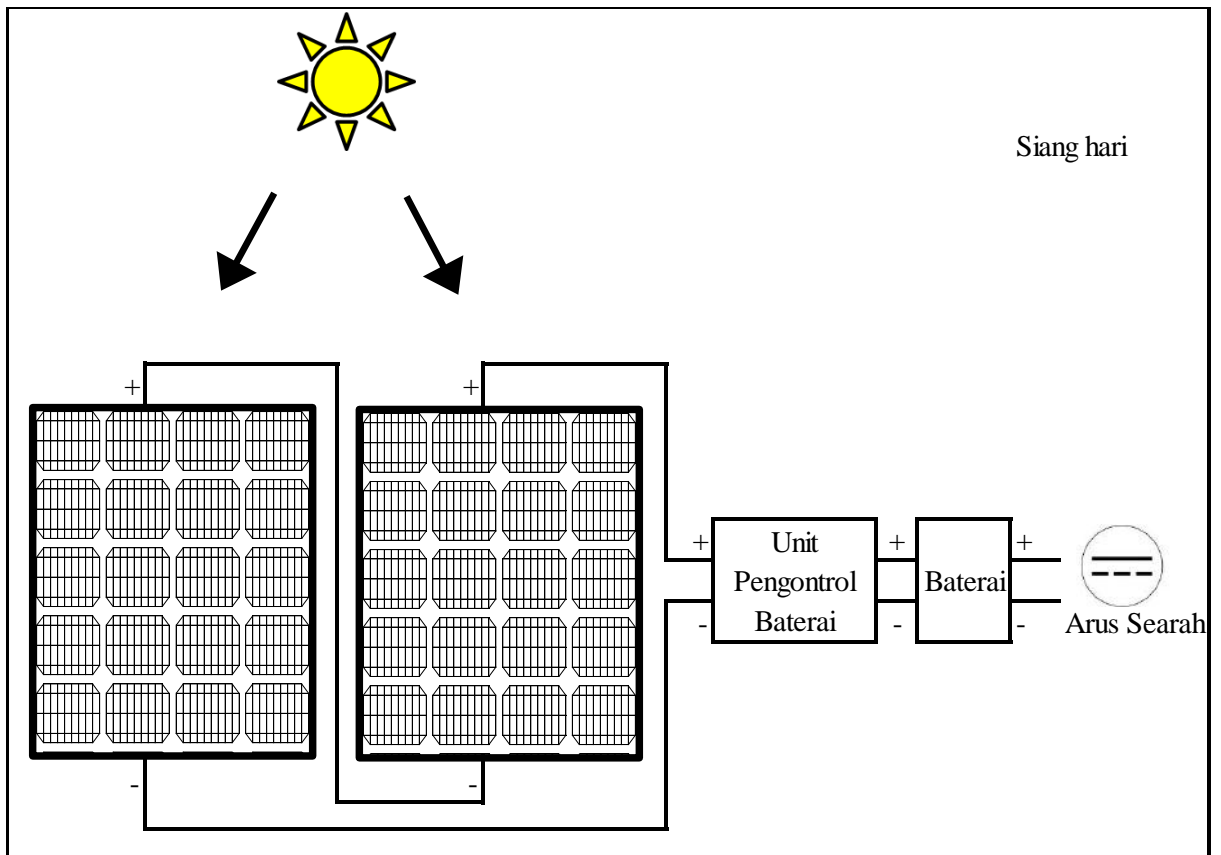
#### 3.4 Parameter yang Diubah

Parameter yang diubah adalah suhu, shading, bentuk rangkaian (seri, parallel atau gabungan), jumlah dioda.

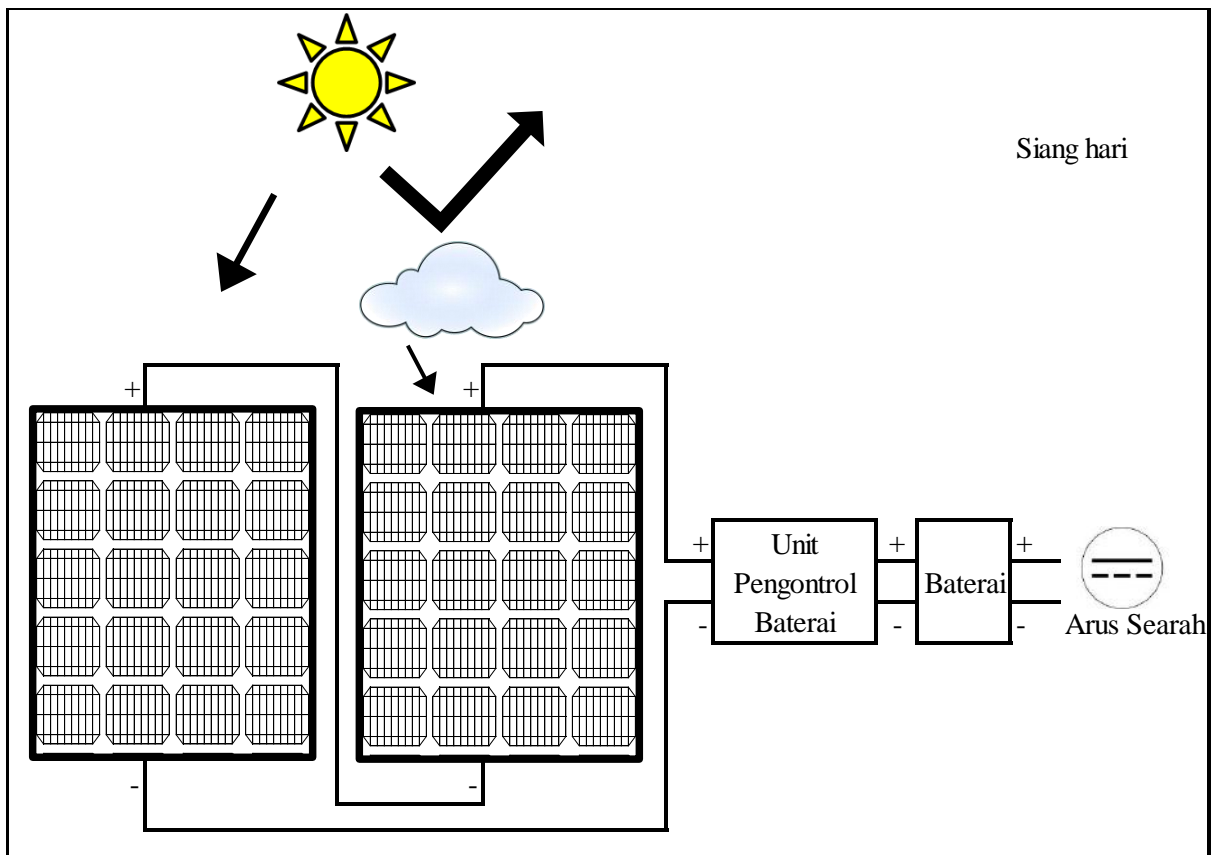
#### 3.5 Model yang Digunakan

Model yang digunakan adalah diode bypass.

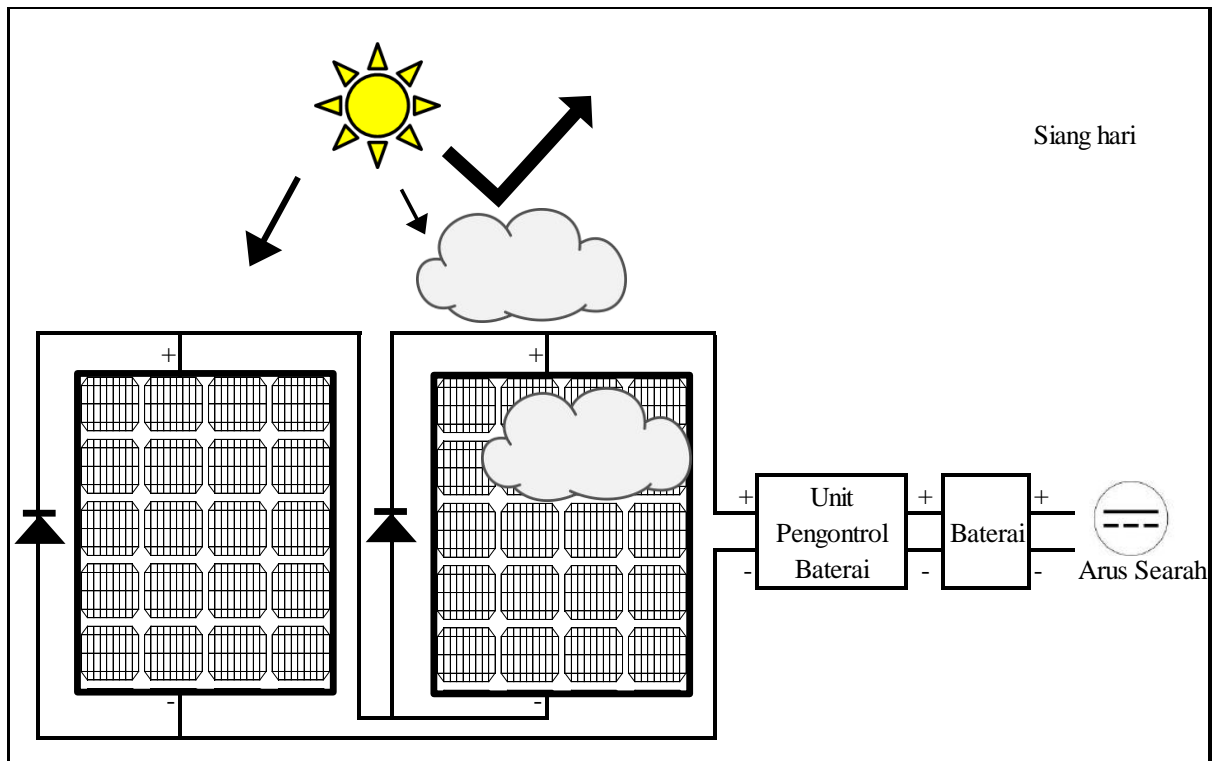




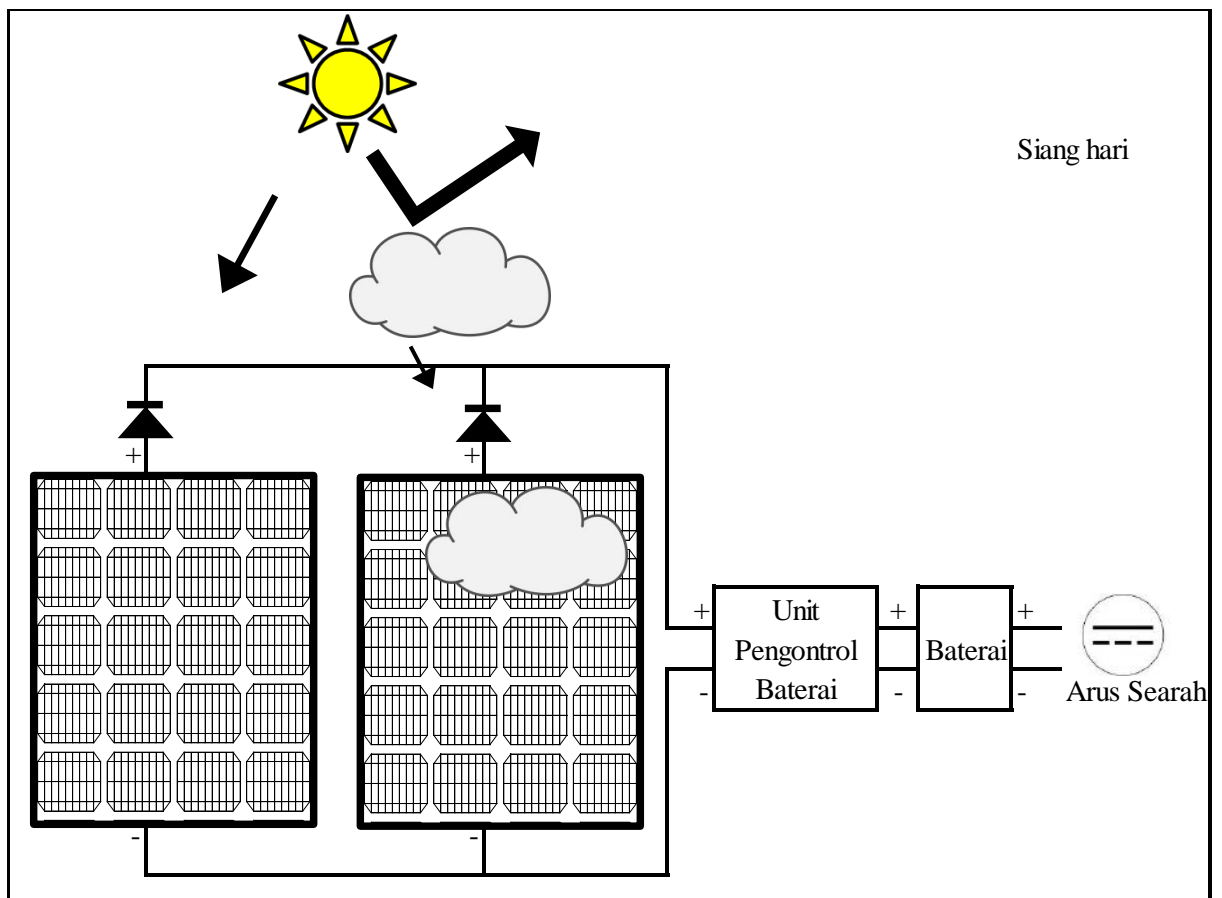
Gambar 12 Skematik pengisian baterai atau aki pada siang hari yang cerah.



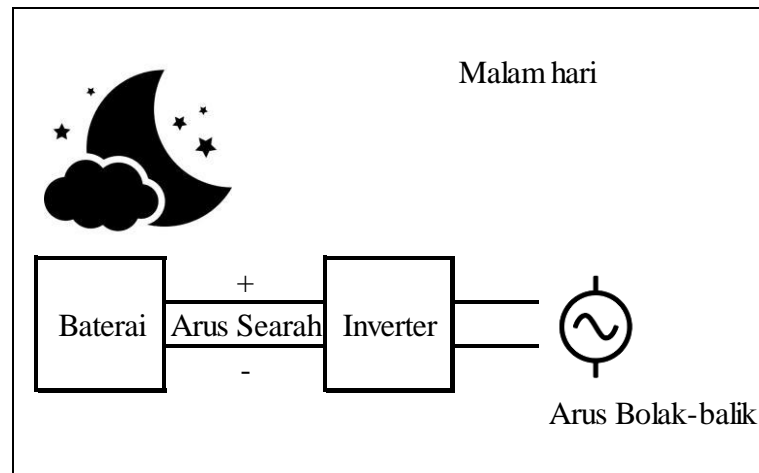
Gambar 13 Skematik pengisian baterai atau aki pada siang hari yang berawan.



Gambar 14 Skematik pemasangan diode bypass untuk rangkaian panel surya seri



Gambar 15 Skematik pemasangan diode blocking untuk rangkaian panel surya paralel.



Gambar 16 Skematik baterai yang telah diisi di siang hari yang digunakan di malam hari.

### 3.6 Teknik pengumpulan data

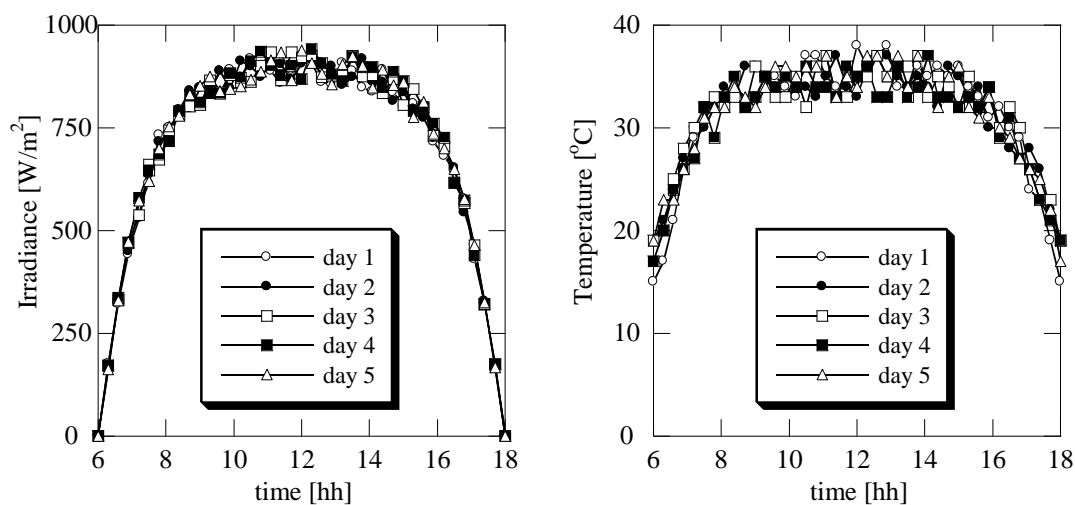
Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah eksperimen, observasi dan studi literature.

### 3.7 Analisis data

Analisis data pada penelitian ini adalah eksperimen.

#### BAB 4. HASIL SEMENTARA DAN PEMBAHASAN

Gambar 17(a) menunjukkan radiasi surya terhadap waktu. Sumbu horizontal dan vertical merepresentasikan waktu dan radiasi. Nilai radiasi hampir 0 saat jam 6 pagi dan meningkat secara cepat sampai  $800 \text{ W/m}^2$  sekitar jam 8:30. Setelah itu, ia meningkat sedikit ke  $950 \text{ W/m}^2$  pada sekitar jam 12:00 dan berkurang ke  $800 \text{ W/m}^2$  pada sekitar jam 15:30. Setelah itu, iradiasi turun drastis hampir ke 0 pada sekitar jam 18.00. Bisa dilihat bahwa iradiasi solar bergantung pada sudut azimuth surya yang mendefinisikan tinggi matahari. Gambar 17(b) menunjukkan temperature modul surya. Sumbu horizontal dan vertical merepresentasikan waktu dan suhu. Pada sekitar jam 6.00, suhu permukaan modul sekitar  $15^\circ\text{C}$  dan meningkat cepat ke  $30^\circ\text{C}$  pada sekitar jam 08.00. Setelah itu, ia meningkat sedikit ke  $35^\circ\text{C}$  pada sekitar jam 12.00 dan turun sedikit ke  $30^\circ\text{C}$  pada sekitar jam 15.30. Setelah itu, ia berkurang drastis ke sekitar  $15^\circ\text{C}$  pada sekitar jam 18.00.

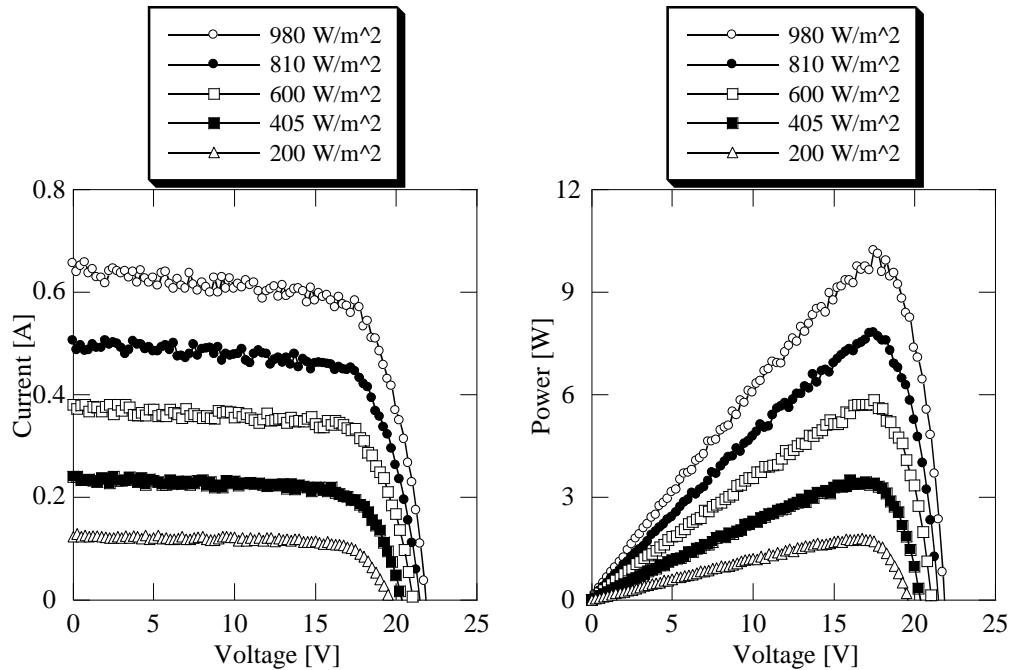


Gambar 17 Kurva (a)irradiance terhadap waktu dan (b) suhu terhadap waktu.

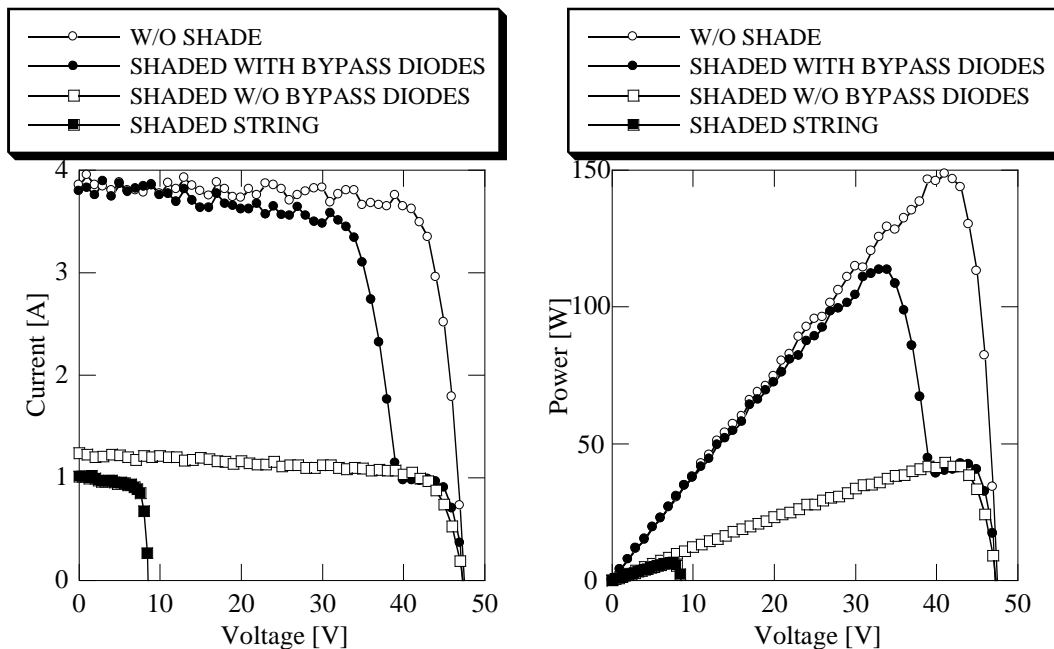
Gambar 18(a) menunjukkan kurva arus versus tegangan daripada modul surya dengan radiasi yang berbeda-beda. Sumbu horizontal dan vertical masing-masing menunjukkan tegangan dan arus. Secara keseluruhan, ketika iradiasi turun,  $I_{SC}$  dan  $I_{MP}$  juga turun secara proporsional karena arus proporsional terhadap fluks foton yang juga proporsional terhadap intensitas cahaya. Ketika tegangan meningkat sampai ke sebuah tegangan spesifik yang disebut  $V_{MP}$ , arus turun pelan-pelan bergantung kepada jenis modul suryanya. Setelah itu, ketika tegangan mendekati  $V_{OC}$ , arus berkurang secara drastis ke sekitar 0 A karena panel surya bekerja seperti diode. Sementara itu, ketika iradiasi turun,  $V_{OC}$  dan  $V_{MP}$  sepertinya tidak banyak perubahan.  $I_{SC}$  dan  $I_{mp}$  masing-masing adalah sekitar 0.65 A and 0.57 A pada iradiasi  $980 \text{ W/m}^2$  dan berkurang ke 0.12 A dan 0.1 A pada iradiasi  $200 \text{ W/m}^2$ .  $V_{OC}$  meningkat secara logaritmis terhadap intensitas sesuai dengan Eq. 5. Sementara itu,  $V_{OC}$  adalah sekitar 22 V ketika iradiasinya  $980 \text{ W/m}^2$  dan berkurang ke 19 V saat iradiasinya  $200 \text{ W/m}^2$ .  $V_{MP}$  tidak berubah. Derau bisa terlihat tapi tidak terlalu signifikan.

Gambar 18(b) menunjukkan kurva daya terhadap tegangan dengan radiasi yang bervariasi. Sumbu horizontal dan vertical masing-masing menunjukkan tegangan dan daya yang telah dihitung. Secara keseluruhan, ketika iradiasi meningkat, daya maksimum juga meningkat. Daya maksimum meningkat secara linear terhadap intensitas iradiasi. Ketika

tegangan naik menuju  $V_{MP}$ , daya juga ikut naik secara bertahap. Setelah itu, ketika tegangan meningkat ke  $V_{OC}$ , daya turun secara drastic. Pada iradiasi  $980 \text{ W/m}^2$ , daya meningkat dari 0 ke 10 W ketika tegangan naik dari 0 ke 17 V. Setelah itu, daya turun secara cepat ke 0 W lagi ketika tegangan naik ke 22 V. Daya dihitung dengan memakai Eq. 3.



Gambar 18 Kurva (a) arus terhadap tegangan dan (b) daya terhadap tegangan



Gambar 19 Kurva (a) arus terhadap tegangan dengan dan tanpa diode bypass dan (b) daya terhadap tegangan dengan dan tanpa diode bypass.

Gambar 19 (a) menunjukkan kurva arus terhadap tegangan dengan dan tanpa diode bypass dan Gambar 19(b) menunjukkan kurva daya terhadap tegangan dengan dan tanpa diode bypass.

## **BAB 5. KESIMPULAN**

Daya luaran dari panel surya yang turun akibat shading telah ditingkatkan dengan metode diode bypass. Daya maksimum meningkat dari sekitar 50 W ke sekitar 100 W.

## DAFTAR PUSTAKA

1. <http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1MZMXCVQV-209Y0Z0-36MB/Atomic%20structures.jpg>
2. <https://qph.ec.quoracdn.net/main-qimg-ebd2d4a5abd9483d4f95327e0f7cdf9f>
3. [http://leung.uwaterloo.ca/CHEM/750/Lectures%202007/SSNT-3-Surface%20Structure%20I\\_files/image031.gif](http://leung.uwaterloo.ca/CHEM/750/Lectures%202007/SSNT-3-Surface%20Structure%20I_files/image031.gif)
4. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Solids/imgsol/sidia2.gif>
5. [https://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/semi\\_en/kap\\_2/illustr/si\\_banddiagram.gif](https://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/semi_en/kap_2/illustr/si_banddiagram.gif)
6. [http://www.nextnano.com/nextnano3/images/tutorial/1DTightBinding\\_bulk\\_GaAs\\_GaP/BandStructureGaAs\\_so\\_Klimeck.jpg](http://www.nextnano.com/nextnano3/images/tutorial/1DTightBinding_bulk_GaAs_GaP/BandStructureGaAs_so_Klimeck.jpg)
7. <http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/Semicond/Ge/bandstr.html>
8. <https://www.hindawi.com/journals/ijp/2009/154059.fig.005.jpg>
9. <http://images.theage.com.au/2011/07/06/2476178/ipad-art-wide-pg4-solar-cell-420x0.jpg>
10. <https://i.stack.imgur.com/uqy7w.png>
11. <https://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2015/10/solarcity-head.jpg>
12. [www.intechopen.com/source/html/50017/media/image2\\_w.jpg](http://www.intechopen.com/source/html/50017/media/image2_w.jpg)
13. Dharmendra thakur, Amit arnav, Abhishek datta, E.V.V Ramanamurthy. (2016) A Review on Immersion System to increase the efficiency of Solar Panels. International Journal of Advanced Research 4 (4), 312-325.
14. Rasendrasinh Sangdot, Hardik Patel. (2016) A Review on Photovoltaic Panel Cooling Using Heat Pipe. International Journal of Scientific Development and Research 1 (5), 573-576.
15. Nikhil Gakkhar, M.S.Soni, Sanjeev Jakhar. (2016) Analysis of water cooling of CPV cells mounted on absorber tube of a Parabolic Trough Collector. Energy Procedia 90 (-), 78 - 88.
16. Cătălin George Popovici, Sebastian Valeriu Hudişteanu, Theodor Dorin Mateescu, Nelu-Cristian Cherecheş. (2016) Efficiency improvement of photovoltaic panels by using air cooled heat sinks. Energy Procedia 85 (-), 425 - 432.
17. B.Koteswararao, K. Radha Krishna, P.Vijay, N.Raja surya. (2016) Experimental Analysis of solar panel efficiency with different modes of cooling. International Journal of Engineering and Technology 8 (3), 1451-1456.
18. Yunlin Sun, Siming Chen, Liying Xie, Ruijiang Hong, and Hui Shen. (2014) Investigating the Impact of Shading Effect on the Characteristics of a Large-Scale Grid-Connected PV Power Plant in Northwest China. International Journal of Photoenergy 2014(-).
19. SaptadipSaha, SamimaAker, Kailash Kumar Mahto, Priyanath Das, Ajoy Kumar Chakraborty, Gaurav Kumar Awasthi. (2016) Improvement in Power Efficiency of Photovoltaic Array Under Shading Condition Using Bypass Diode. INTERNATIONAL JOURNAL of RENEWABLE ENERGY RESEARCH 6(2), 628-636.
20. Tae-Hee Jung, Gi-Hwan Kang, Hyung-Keun Ahn. (2014) Optimal Design of PV Module with Bypass Diode to Reduce Degradation due to Reverse Excess Current.



TRANSACTIONS ON ELECTRICAL AND ELECTRONIC MATERIALS 15(5), 279-283.

21. Seung-tae Kim, Chi-Hong Park, Gi-Hwan Kang, Waithiru C. K. Lawrence, Hyung-Keun Ahn, Gwon-Jong Yu. (2008) Operation characteristics of bypass diode for PV module. KIEE 1(1), 12-27.
22. Jong-Rok Lim, YongKi Min, Tae-Hee Jung, Jae-Hyun Ahn, and Hyung-Keun Ahn. (2015) Correlation between Reverse Voltage Characteristics and Bypass Diode Operation with Different Shading Conditions for c-Si Photovoltaic Module Package. JOURNAL OF SEMICONDUCTOR TECHNOLOGY AND SCIENCE 15(5), 577-584.
23. S. Silvestre, A. Boronat, A. Chouder. (2009) Study of bypass diodes configuration on PV modules. Applied Energy 86(9), 1632-1640.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Justifikasi anggaran biaya

Tabel 1 Anggaran Biaya

Jenis Pengeluaran	Biaya yang Diusulkan [Rp]
Honor	1094400
Pembelian bahan habis pakai	2055600
Publikasi konferens, jurnal	700000
Perjalanan	150000
Total [Rp]	4000000

Tabel 2 Rincian Honor

Honorarium	Honor /jam [Rp]	Waktu (jam/minggu)	Minggu	Honor 6 bulan [Rp]
Pelaksana 1	1900	8	24	364800
Pelaksana 2	1900	8	24	364800
Pelaksana 3	1900	8	24	364800
Subtotal				1094400

Tabel 3 Rincian Pembelian Bahan Habis Pakai

Material	Justifikasi Pembelian	Kuantitas	Harga Satuan [Rp]	Harga [Rp]
Panel surya 10 Wp	Mengubah energi cahaya menjadi energi listrik	1	165000	165000
Heatsink	Mendinginkan solar panel	2	45000	90000
Potensiometer	Mengubah hambatan	10	7500	75000
Solar power meter	Mengukur radiasi sinar matahari	1	680000	680000
Termometer inframerah	Mengukur suhu panel surya	2	170000	340000
Multimeter	Mengukur arus dan tegangan	1	180000	180000
Cermin	Memantulkan cahaya matahari	1	85000	85000
Pengering rambut	Memanaskan panel surya	1	65000	65000
Sakelar	Menghubung/memutus arus	1	10000	10000
Kabel jumper	penghubung komponen	1	15600	15600
Bread board	Tempat komponen	1	30000	30000

Capit buaya	penghubung komponen	3	10000	30000
Penggaris	membuat gambar	3	10000	30000
Kabel	penghubung komponen	5	3000	15000
Solder set	solder	1	115000	115000
Pengupas kabel	mengupas kabel	1	40000	40000
Fotokopi	Fotokopi materi dan laporan	100	150	15000
Jilid	Jilid materi dan laporan	5	6000	30000
Kertas A4 1 rim	Menulis, menggambar rancangan	1	45000	45000
			Subtotal	2055600

Tabel 4 Rincian Pengeluaran untuk Publikasi

Material	Justifikasi Pembelian	Kuantitas	Harga Satuan [Rp]	Harga [Rp]
Pendaftaran seminar dan jurnal	Biaya pendaftaran seminar / jurnal / konferens	1	700000	700000
			Subtotal	700000

Tabel 5 Rincian Pengeluaran untuk Perjalanan

Material	Justifikasi Pembelian	Kuantitas	Harga Satuan	Harga
Ongkos pembelian bahan habis pakai	Ongkos transportasi survey dan pembelian	4	10000	40000
Ongkos kirim alat bahan	Ongkos transportasi pengiriman alat bahan	4	10000	40000
Perjalanan seminar / konferens	Ongkos transportasi seminar / konferens	2	35000	70000
			Subtotal	150000

## Lampiran 2 Bukti abstrak diterima pada prosiding SEMNASTEK 2017

**SURAT PENERIMAAN ABSTRAK**

Kepada Ykh,  
**Haris Isyanto, S.T., M.T.**  
 Universitas Muhammadiyah Jakarta

Dengan Hormat,  
 Melalui surat ini kami sampaikan bahwa abstrak dengan judul makalah yang tertera dibawah ini dapat diterima untuk diseminarkan pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SEMNASTEK) 2017.

Penulis Utama : Haris Isyanto, S.T., M.T.  
 Penulis Pendamping : Budiyanto, Fadliandi, Prian Gagani Chamdareno,  
 Judul Makalah : COOLING FOR SOLAR PANEL OUTPUT IMPROVEMENT  
 Topik Makalah : Teknik Elektro (Telekomunikasi, Instrumentasi dan Kontrol, Teknik Tenaga Listrik, Elektronika dan Energi Terbarukan)  
 Universitas/Instansi : Universitas Muhammadiyah Jakarta  
 Kode Makalah : 06\_PO\_TE

Selanjutnya kami persilakan Bapak/Ibu untuk segera mengirimkan makalah lengkap (fullpaper) dalam bentuk word atau poster dalam bentuk power point sesuai template yang tersedia dan mengunggah pada halaman makalah melalui website SEMNASTEK 2017 di <http://semnastek.umj.ac.id/>.

Setelah fullpaper atau poster telah diverifikasi oleh admin, Mohon untuk segera melakukan pembayaran melalui rekening Bank Mandiri a/n : FT Univ. Muhammadiyah Jakarta dengan No. Rekening : 123-00-0638219-8. Format berita acara transfer dengan menyebutkan nama lengkap (pemakalah/Peserta) serta mengunggah KTM/KTP dan bukti pembayaran pada halaman makalah melalui website SEMNASTEK 2017. Jika dalam satu makalah yang hadir lebih dari satu orang, maka akan dikenakan biaya sebagai peserta per orang.

Jika Bapak/Ibu membutuhkan penjelasan lebih lanjut untuk pengiriman makalah lengkap dan pembayaran dapat menghubungi email kami [semnastek@ftumj.ac.id](mailto:semnastek@ftumj.ac.id) atau Apriana Diana 081319712341.

Kami mengapresiasi partisipasi dari Bapak/Ibu pada SEMNASTEK 2017. Prosiding seminar dalam bentuk elektronik dengan eISSN dapat diberikan dalam bentuk CD dan diunduh ke (<https://jurnal.umj.ac.id>) setelah seminar selesai.

Kami tunggu kehadiran Bapak/Ibu pada acara SEMNASTEK 2017 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta pada 1 - 2 November 2017.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Dekan,



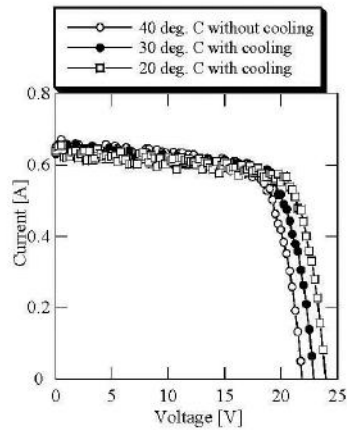
Dr. Budiyanto, ST., MT.

Ketua Panitia,



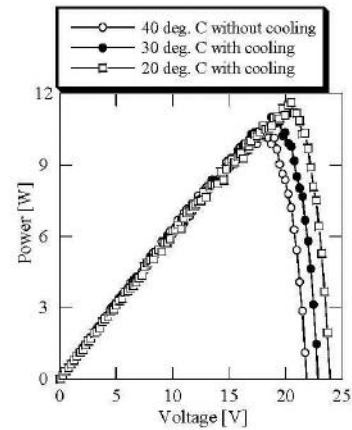
Dr. Tri Yuni Hendrawati, ST., M.Si

## Lampiran 3 Bukti pencantuman nomor kontrak pada prosiding SEMNASTEK 2017



Gambar 9 Perbandingan kurva arus terhadap tegangan saat dengan dan tanpa pendinginan.

Gambar 10 menunjukkan kurva daya terhadap tegangan dari modul surya yang diberi dan tidak diberi pendingin. Secara keseluruhan, ketika temperature turun,  $V_{OC}$  dan  $V_{MP}$  meningkat dan daya maksimum juga meningkat. Ketika suhu  $40^{\circ}\text{C}$ , daya maksimum pada  $V_{MP}$  17.5 V adalah 10 W, ketika suhu turun ke  $20^{\circ}\text{C}$  dengan pendinginan, daya maksimum naik ke 12 W pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ . Ketika suhu naik, daya naik karena daya merupakan hasil perkalian dari tegangan dan arus (Tobnaghi et al. 2013). Sebaliknya, ketika suhu naik, daya akan turun (Han et al. 2012).



Gambar 10 Perbandingan kurva daya terhadap tegangan antara saat ada dan tanpa pendinginan.

#### KESIMPULAN

Peningkatan efisiensi modul surya dengan metode pendinginan telah diinvestigasi. Secara keseluruhan, ketika suhu turun,  $V_{OC}$ ,  $V_{MP}$  dan daya maksimum naik. Pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{MP}$  dan  $V_{OC}$  masing-masing adalah 17.5 V dan 22 V dan daya maksimum adalah 10 W. Ketika suhu turun ke  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{OC}$  naik ke 20 V dan 24 V.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta karena telah mendanai tulisan ini melalui skema Hibah Penelitian Internal PAKARTI Jakarta dengan nomor kontrak 77j/FT-UMJ/V/2017.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aldihani, A., A. Aloussary, S. Mahmoud, R.K.AL-Dadah. 2014. The Effect of Cooling on the Performance of Photovoltaic Cells under Dusty Environmental Conditions. *Energy Procedia*, 61, 2383-2386.
- Anitha, Usha, Jithin, Christy, Varughese. 2016. Characterization, Thermal Effect on Optical Band Gap Energy and

## Lampiran 4 Kontrak penelitian



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PERJANJIAN PELAKSANAAN**  
**PROGRAM PENELITIAN INTERNAL DOSEN FAKULTAS TEKNIK UMJ**  
**TAHUN ANGGARAN 2017**  
 Nomor : 773/FT-UMJ/V/2017

Pada hari ini Kamis tanggal Delapan Belas bulan Mei Tahun Dua Ribu Tujuh Belas, kami yang bertandatangan di bawah ini :

1. Dr. Ir. Budiyanto, MT : Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, bertindak untuk dan atas nama Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang selanjutnya dalam Surat Perjanjian ini disebut sebagai *Pihak Pertama* ;
2. Haris Isyanto, ST., MT : Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, dalam hal ini bertindak atas nama Peneliti dan/atau Ketua Tim Peneliti Penelitian Internal Dosen Fakultas Teknik UMJ Tahun Anggaran 2017 untuk selanjutnya disebut *Pihak Kedua*.

Perjanjian ini berdasarkan pada Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Nomor: 101 Tahun 2017, tanggal Mei 2017 tentang Penetapan Dosen Penerima Dana Penelitian Internal di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

*Pihak Pertama* dan *Pihak Kedua*, secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Internal Dosen Fakultas Teknik UMJ Tahun 2017 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagaimana diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut:

Pasal 1

*Pihak Pertama* memberi biaya kepada *Pihak Kedua*, dan *Pihak Kedua* menerima biaya tersebut untuk melaksanakan penelitian dengan judul ” Peningkatan Kinerja Panel Surya yang Turun Akibat Shading dengan Metode Bioda Bypass”

Pasal 2

*Pihak Pertama* memberikan dana penelitian sebagaimana tersebut pada pasal 1 sebesar Rp. 4.000.000,- (empat juta rupiah) yang dibebankan kepada Anggaran Pendapatan dan Belanja Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta dan pembayarannya dilaksanakan secara bertahap sebagai berikut:

- a. Tahap pertama 50% sebesar Rp. 2.000.000,- (*dua juta rupiah*) setelah surat perjanjian ini ditanda tangani oleh kedua belah pihak;
- b. Tahap kedua 50% sebesar Rp. 2.000.000,- (*dua juta rupiah*) setelah *Pihak Kedua* menyerahkan hasil laporan akhir penelitian dan publikasi nasional pada jurnal ISSN on line atau Prosiding Seminar Nasional on line kepada *Pihak Pertama*, disertai dengan Berita Acara.
- c. Apabila *Pihak Pertama* tidak mengumpulkan laporan hasil penelitian, maka harus mengembalikan dana 50% yang sudah diterima kepada *Pihak Kedua*.

## Lampiran 5 Bukti submit ke jurnal internasional terindeks scopus

#7949 Summary

<http://www.iaescore.com/journals/index.php/IJECE/author/submissio...>**#7949 Summary**

SUMMARY REVIEW EDITING

**Submission**

Authors Fadlioni Fadlioni, Haris Isyanto, Budiyanto Budiyanto  
 Title Bypass Diodes For Improving Solar Panel Performance  
 Original file [2949-8201-1-SM.DOCX](#) 2017-07-14  
 Supp. files None [ADD A SUPPLEMENTARY FILE](#)  
 Submitter Fadlioni Fadlioni   
 Date submitted July 14, 2017 - 06:59 AM  
 Section Electrical\_Power\_Engineering  
 Editor Tarek Bouktir  (Review)  
 Lech M. Grzesiak  (Review)  
 Ahmad Saudi Samosir  (Review)  
 Govindaraj Thangavel  (Review)  
 Sanjay Warkad  (Review)

**Status**

Status In Review  
 Initiated 2017-07-14  
 Last modified 2017-09-29

**Submission Metadata**[EDIT METADATA](#)**Authors**

Name Fadlioni Fadlioni   
 Affiliation Universitas Muhammadiyah Jakarta  
 Country Indonesia  
 Bio Statement —  
 Principal contact for editorial correspondence.  
 Name Haris Isyanto   
 Affiliation Universitas Muhammadiyah Jakarta  
 Country Indonesia  
 Bio Statement —  
 Name Budiyanto Budiyanto   
 Affiliation Universitas Muhammadiyah Jakarta  
 Country Indonesia  
 Bio Statement —

**Title and Abstract**

Title Bypass Diodes For Improving Solar Panel Performance  
 Abstract The output power of solar panel that decreased due to shading has been improved using bypass diode method. The placement of bypass diodes increased the output current and power. New peaks and maximum powerpoints on the current - voltage characteristics and power - voltage characteristics were observed. Without bypass diodes, the maximum output power was only around 50 W. After placing bypass diodes, the first peak around 115 W and second peak around 150 W appeared at voltage of around 31 V and 40 V, respectively.

**Indexing**

Academic discipline and sub-disciplines —  
 Keywords —  
 Language en

**Supporting Agencies**

Agencies —



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).