



## Perbandingan Tegangan Keluaran Sel Surya Berbahan Dioda Zener Dengan Sel Surya Tipe Monokristal Berukuran 118x63mm

### *Comparison of the Output Voltage of Solar Cells Made from Zener Diodes with Monocrystalline Type Solar Cells Sized 118x63mm*

Hendrik Kurniawan<sup>1</sup>, Ahmad Izzuddin<sup>2</sup> Indro Wicaksono<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

E-mail : <sup>1</sup>[hendrikkurnia.hk@gmail.com](mailto:hendrikkurnia.hk@gmail.com), <sup>2</sup>[odingpowerful@yahoo.com](mailto:odingpowerful@yahoo.com)

#### Abstract

*Alternative energy is environmentally friendly energy that does not cause pollution, reduce the use of petroleum, gas and coal. Solar energy utilizes the sunlight is then converted into electrical energy using the process of photovoltaic effect or also called Photovoltaic cell. Solar cell type monocrystal sized 118 x 63 mm produce electrical energy by 5VDC 125mA or 0,625 VA, solar cells of this type have the disadvantage that the price is relatively expensive depending with the power generated, repair and difficult in turn of the components. To correct the shortcomings of the above then do a draft of the solar cell of the electronic components ie diode, zener diode.*

*Solar cell zener diode is designed using a circuit series and parallel or combination of both with the output voltage different. The voltage on the circuit series about 0.0305V and circuit the parallel of about of 0.0537V. The effectiveness of solar cell manufacturing is higher than in the solar cell zener diode. When burdened by LED lights, solar cells manufacturer can turn on the light solar cell and zener diode can not turn on the LED light.*

**Keywords:** solar energy, photovoltaic effect, solar cell monocrystal and zener diode.

#### Abstrak

Energi alternatif merupakan energi ramah lingkungan yang tidak menimbulkan polusi, mengurangi penggunaan sumber minyak bumi, gas serta batubara. Energi surya memanfaatkan sinar matahari kemudian diubah menjadi energi listrik menggunakan proses efek fotovoltaiik atau disebut juga Photovoltaic cell. Sel surya tipe monokristal berukuran 118 x 63 mm menghasilkan energi listrik sebesar 5VDC 125mA atau 0,625VA, sel surya jenis ini memiliki kekurangan yaitu harganya yang relatif mahal tergantung dengan daya yang dihasilkan, perbaikan dan sulit dalam pergantian komponen. Untuk memperbaiki kekurangan diatas maka dilakukan suatu rancangan sel surya dari komponen elektronika yaitu dioda zener.

Sel surya berbahan dioda zener dirancang dengan menggunakan hubung seri dan paralel maupun kombinasi keduanya dengan tegangan keluaran yang berbeda. Tegangan pada hubung seri sekitar 0.0305V dan hubung paralel sekitar 0.0537V. Efektifitas sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm lebih tinggi dari pada sel surya berbahan dioda zener. Ketika dibebani oleh lampu LED, sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm dapat menyalakan lampu dan sel surya berbahan dioda zener belum dapat menyalakan lampu LED.

**Kata Kunci :** energi surya, efek fotovoltaiik, sel surya monokristal dan dioda zener

## 1. Pendahuluan

Energi alternatif merupakan energi ramah lingkungan yang tidak menimbulkan polusi, mengurangi penggunaan sumber minyak bumi, gas serta batubara. Ketersediaan energi alternatif tidak terbatas dan tidak akan pernah habis serta sangat melimpah dan cepat dipulihkan dikarenakan menggunakan energi alam. Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan seperti tenaga surya, tenaga angin, tenaga air dan tenaga panas bumi (Fatoni, 2015).

Salah satu upaya yang telah dikembangkan adalah energi alternatif menggunakan energi surya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Energi surya memanfaatkan sinar matahari kemudian diubah menjadi energi listrik menggunakan proses efek fotovoltaiik atau disebut juga Photovoltaic cell. Daya keluaran dari sel surya dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain intensitas radiasi matahari, kecepatan angin bertiup, keadaan atmosfer bumi dan posisi peletakan sel surya terhadap arah datangnya sinar matahari (Yuliananda dkk, 2015). Sel surya untuk mensuplai beban listrik lebih efisien dibandingkan dengan listrik PLN yang berkaitan dengan biaya investasi dan operasional (Purwanto dkk, 2018). Sel surya dapat digunakan oleh semua kalangan masyarakat yang memerlukan energi listrik di wilayah terpencil maupun daerah yang belum teraliri listrik PLN.

Pada saat ini material yang sering digunakan untuk membuat sel surya adalah silikon kristal, terutama sel surya jenis monokristal. Satu keping sel surya tipe monokristal berukuran 118 x 63 mm menghasilkan energi listrik

sebesar 5VDC 125mA atau 0,625VA (Maysha dkk, 2013). Sel surya jenis ini memiliki kekurangan yaitu harganya yang relatif mahal tergantung dengan daya yang dihasilkan, perbaikan dan pergantian komponen ketika terjadi kerusakan sulit dilakukan karena proses pembuatannya menggunakan mesin pres serta menghasilkan limbah yang tidak dapat didaur ulang.

Oleh karena itu, untuk memperbaiki kekurangan diatas dapat dilakukan suatu rancangan alat untuk mengganti sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm dengan memanfaatkan komponen elektronika yaitu dioda jenis zener dimana memiliki bentuk yang kecil juga tidak perlu membedah bentuknya sehingga dapat langsung digunakan, harga komponen murah dan mudah didapatkan dipasaran serta efektif dalam penempatannya.

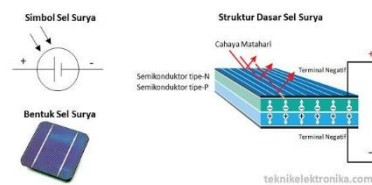
Penelitian ini penulis memberikan batasan masalah yaitu menjelaskan perbandingan tegangan keluaran dan efektifitas antara sel surya berbahan dioda zener dengan sel surya tipe monokristal berukuran 118 x 63mm.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan tegangan keluaran antara sel surya berbahan dioda zener dengan sel surya tipe monokristal berukuran 118 x 63mm..
2. Untuk menguji efektifitas antara sel surya berbahan dioda zener dengan sel surya tipe monokristal berukuran 118 x 63mm.

## Sel Surya

Sel surya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan kutub negatif. Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek fotovoltaiik yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Material yang sering digunakan untuk membuat sel surya adalah silikon kristal. Pada saat ini silikon merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan sel surya (Rahmawati, 2010).



Gambar 1 Sel surya

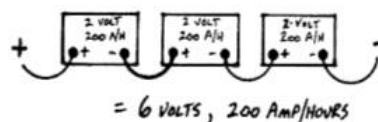
Modul surya (photovoltaic) adalah sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban. Untuk mendapatkan keluaran energi listrik yang maksimum maka permukaan modul surya harus selalu mengarah ke matahari.

## Semikonduktor

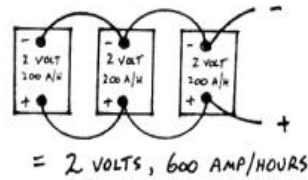
Semikonduktor mempunyai susunan pita energi yang mirip dengan pita energi isolator. Pada suhu sangat rendah, pita konduksi semikonduktor tidak terisi oleh elektron. Di antara pita konduksi dan valensi juga terdapat celah energi. Pada suhu kamar, elektron yang ada pada pita valensi akan mendapatkan energi kinetik. Energi kinetik ini cukup kuat untuk memindahkan elektron ke pita konduksi. Berpindahnya elektron ke pita konduksi menyebabkan adanya elektron bebas pada pita konduksi. Akibatnya pada suhu kamar tersebut maka semikonduktor mampu mengantarkan arus listrik seperti halnya pada konduktor.

## Karakteristik Sel Surya

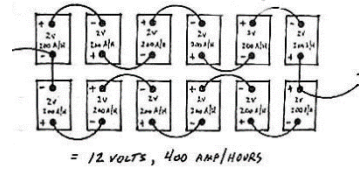
Pada saat keluaran sel surya tidak terhubung dengan beban (open cicuit) maka tidak ada arus yang mengalir dan tegangan pada sel berada pada nilai maksimum disebut tegangan open circuit. Pada keadaan lain saat keluaran sel surya dihubung singkatkan (short cicuit) maka arus bernilai maksimum, yang disebut arus short circuit. Selain itu terdapat nilai daya maksimum yang dapat dihasilkan pada saat tegangan maksimum dan arus maksimum. Titik dimana nilai arus dan tegangan pada titik yang menghasilkan daya terbesar disebut dengan Maximum Power Point.



Gambar 2 Susunan seri pada sel surya



Gambar 3 Susunan paralel pada sel surya



Gambar 4 Susunan seri paralel pada sel surya

### Manfaat Energi Surya

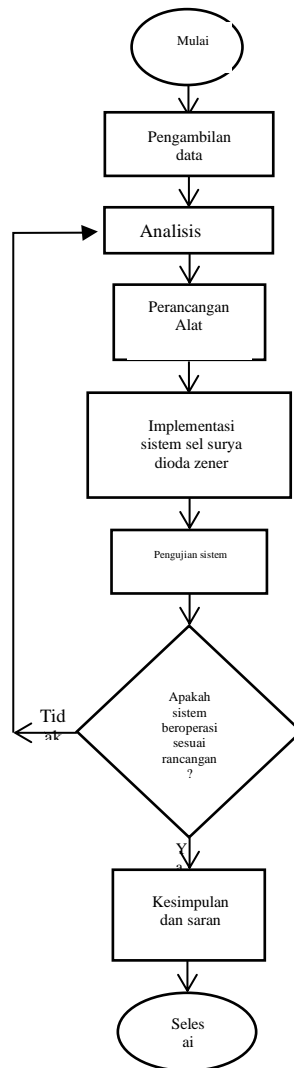
1. Sumber energy sangat melimpah;
2. Sistem bersifat modular
3. Perawatannya mudah;
4. Tidak menimbulkan polusi;
5. Relatif aman;
6. Keandalannya semakin baik;
7. Mudah untuk diinstalasi;
8. Radiasi matahari sebagai sumber energi tak terbatas;
9. Tidak menghasilkan CO<sub>2</sub> serta emisi gas buang lainnya.

### Dioda Zener

Dioda zener adalah salah satu jenis dioda yang dibuat dengan cara tertentu sehingga bisa bekerja pada rangkaian reverse bias. Karakteristik pada rangkaian bias balik berbeda dengan dioda biasa, namun pada rangkaian bias maju karakteristik dan fungsinya sama seperti dioda biasa. Dioda zener mampu mengalirkan arus listrik yang arahnya berlawanan dengan syarat teggangan yang diberikan harus melampaui batas teggangan rusak dioda. Pada umumnya dioda zener dipasang secara terbalik sesuai prinsip reverse bias dan berfungsi sebagai voltage regulator atau pengatur teggangan. Nilai teggangan akan terus sama seperti nilai teggangan dioda.

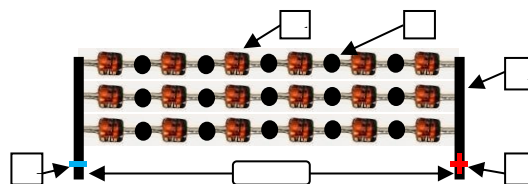
## 2. Metodologi

Metode penelitian yang dilakukan demi tercapainya penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 5 Diagram Alir Penelitian

### Arsitektur Desain Sistem



Gambar 6 Desain Sistem

Keterangan :

1. Dioda zener
2. Titik hubung
3. Terminal hubung
4. Titik output positif
5. Titik output negatif

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Implementasi Dioda Zener Sebagai Sel Surya

##### 1. Pengukuran pengambilan sampel rangkaian sel surya menggunakan dioda zener

Tabel 1 Hasil pengukuran dengan hubung seri

Banyaknya hubung seri dioda zener	Waktu	Tegangan <i>output</i> (V) sel surya berbahan dioda zener	Tegangan <i>output</i> (V) sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm
1	09:22	0,0131	5,12
2	09:28	0,0152	5,14
3	09:29	0,0219	5,17
4	09:30	0,0281	5,20
5	09:31	0,0305	5,23
6	09:32	0,0268	5,19
7	09:33	0,0219	5,18
8	09:34	0,0223	5,19
9	09:35	0,0251	5,15
10	09:36	0,0231	5,16

Diatas menunjukkan adanya perubahan tegangan yang terjadi pada setiap waktunya juga ketika dioda ditambahkan hubung seri sebanyak yang dikehendaki.

Tabel 2 Hasil pengukuran dengan hubung paralel

Banyaknya hubung paralel dioda zener	Waktu	Tegangan <i>output</i> (V) sel surya berbahan dioda zener	Tegangan <i>output</i> (V) sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm
2	09:08	0,0257	5,14
3	09:09	0,0305	5,13
4	09:10	0,0372	5,15
5	09:10	0,0425	5,12
6	09:11	0,0465	5,12
7	09:12	0,0492	5,12
8	09:13	0,0502	5,11
9	09:14	0,0525	5,15
10	09:15	0,0465	5,12

11	09:16	0,0502	5,11
12	09:17	0,0453	5,12
13	09:18	0,0495	5,12
14	09:19	0,0515	5,13
15	09:20	0,0526	5,15
16	09:21	0,0537	5,15
17	09:22	0,0463	5,10
18	09:23	0,0451	5,12
19	09:24	0,0479	5,12
20	09:25	0,0435	5,12

Diatas terlihat perubahan tegangan keluaran pada setiap penambahan dioda zener hubung paralel. Pada setiap waktunya terjadi penurunan dan kenaikan tegangan sel surya berbahan dioda zener. Ketika dioda zener dihubungkan paralel sebanyak 100 buah, tegangan yang dihasilkan sekitar 35,2mV.



Gambar 7 Pengukuran menggunakan 100 dioda zener di hubung paralel



Gambar 8 Pengukuran menggunakan 5 dioda zener di hubung paralel kemudian di seri sebanyak 20 rangkaian

Tegangan menjadi meningkat ketika ada penambahan rangkaian dioda zener begitu juga ketika ada perubahan intensitas cahaya yang mengenai dioda zener. Pada percobaan digunakan alas kaca agar pemantulan cahaya dapat diterima dengan sempurna sehingga mengenai seluruh bagian dari dioda zener yang bertujuan agar cahaya matahari tidak terbuang seluruhnya.

Tabel 3 Pengukuran menggunakan modul sel surya berbahan dioda zener

	Hari	Hari	Hari
Waktu (WIB)	: Sabtu	: Minggu	: Senin
	Tanggal :	Tanggal :	Tanggal :
	5 Oktober	6 Oktober	7 Oktober
	2019	2019	2019

	Tegangan (V)	Tegangan (V)	Tegangan (V)
08:00	0,0987	0,1031	0,0975
09:00	0,1054	0,1166	0,1032
10:00	0,1173	0,1185	0,1177
11:00	0,1256	0,1221	0,1125
12:00	0,1311	0,1295	0,1104
13:00	0,1101	0,1152	0,1076
14:00	0,0887	0,0856	0,1032
15:00	0,0805	0,0814	0,0808

Tabel 4 Pengukuran menggunakan modul sel surya tipe monokristal berukuran 118 x 63mm

Waktu (WIB)	Hari : Sabtu Tanggal : 5 Oktober 2019	Hari : Minggu Tanggal : 6 Oktober 2019	Hari : Senin Tanggal : 7 Oktober 2019
	Tegangan (V)	Tegangan (V)	Tegangan (V)
08:00	4,95	4,96	4,93
09:00	5,11	5,12	4,98
10:00	5,12	5,13	5,13
11:00	5,14	5,14	5,12
12:00	5,16	5,15	5,11
13:00	5,13	5,12	5,10
14:00	4,90	4,88	4,97
15:00	4,87	4,75	4,91

Pada penelitian ini keefektifan dari sel surya berbahan dioda zener dengan sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm diuji dengan cara membandingkan dari segi penggunaan tegangan yang dihasilkan oleh masing-masing sel surya.

Pada sel surya berbahan dioda zener dengan menggunakan 100 buah dioda zener menghasilkan daya paling tinggi adalah sekitar 131,1 mV pada pukul 12:00 WIB, sedangkan untuk menghasilkan tegangan yang mendekati 5 volt membutuhkan lebih dari 100 buah dioda zener. Biaya yang dibutuhkan untuk membuat modul sel surya berbahan dioda zener akan semakin mahal. Keefektifannya masih rendah dikarenakan tegangan yang dihasilkan belum mampu digunakan untuk menghidupkan peralatan elektronik berdaya rendah.

Tegangan sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm yang dihasilkan cukup stabil setiap waktunya sehingga dapat menghidupkan peralatan elektronik seperti lampu LED, charger dan lainnya yang membutuhkan tegangan 5 Volt hanya dengan menggunakan satu buah modul. Biaya yang diperlukan sedikit dikarenakan modulnya sudah dalam bentuk minimalis.



Gambar 9 Rangkaian uji tegangan lampu LED pada sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm

Rangkaian tambahan digunakan sebagai uji tegangan output pada sel surya dengan menggunakan dioda, lampu LED merah dan kapasitor. Kapasitor digunakan sebagai pengganti dari sebuah baterai yang berfungsi sebagai penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya. Dioda berfungsi sebagai saklar otomatis elektronik satu arah agar arus listrik yang dihasilkan sel surya bisa disimpan pada kapasitor sehingga arus listrik tersebut jika baterai penuh tidak kembali lagi menuju ke sel surya.



Gambar 10 Rangkaian uji tegangan pada lampu LED pada sel surya berbahan dioda zener

Pengujian diatas membuktikan bahwa sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm memiliki keefektifan yang cukup tinggi dari sel surya berbahan dioda zener.

## 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tegangan yang dihasilkan oleh sel surya berbahan dioda zener masih terbilang rendah dibandingkan sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm. Pada sel surya berbahan dioda zener tegangan tertinggi yaitu sekitar 0,1311 V, sedangkan tegangan yang dihasilkan oleh sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm sekitar 5,16 V pada waktu yang sama.
2. Efektifitas antara sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm lebih tinggi dari pada sel surya berbahan dioda zener. Pada sel surya berbahan dioda zener tegangan 0,0926 V menggunakan 100 buah dioda zener belum mampu menghidupkan lampu LED, sedangkan pada sel surya tipe monokristal berukuran 118x63mm menghasilkan tegangan 2,02 V dapat menghidupkan lampu LED pada waktu yang sama.

### SARAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, maka penulis memberikan saran antara lain:

1. Untuk meningkatkan tegangan output pada sel surya berbahan dioda zener perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap rangkaian kombinasi seri paralel dioda zener yang lebih tepat, sehingga tegangan yang dihasilkan lebih maksimal dan mendekati tegangan pada sel surya tipe monokristal 118x63mm.
2. Untuk meningkatkan efektivitas sel surya berbahan dioda zener agar lebih tinggi perlu adanya perhitungan terhadap bahan dasar pembuatan, banyaknya bahan yang digunakan dan rangkaian penaik tegangan.

## Referensi

- [1] Asmaraning, Dwi. 2015. "Pengembangan Media Pembelajaran Zener Diode Specification Berbasis Flash Untuk Menunjang Mata Kuliah Elektronika". Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.



- [2] Dagostino, F.R & Wujek, J.B. 2010. "Mechanical And Electrical System In Architecture, Engineering, And Construction. USA: Prentice-Hall."
- [3] Darma, Surya. 2016. "Analisa Perkiraan Kemampuan Daya Yang Dibutuhkan Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)". Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Palembang.
- [4] Dickson, 2018. "Analisis macam-macam jenis semikonduktor dan pemanfaatannya". Jurusan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang.
- [5] Fatoni, Imam. 2015. "Makalah Energi Terbarukan (Renewable Energi)". Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
- [6] Gultom, S.T., M.T, Togar Timotheus. 2016. "Pemanfaatan Photovoltaic Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya". STT Immanuel Medan.
- [7] Hendarto, dkk. 2017. "Rancangan Bangun Sistem Pengisian Daya Perangkat Gadget Berbasis Panel Surya Sebagai Sumber Listrik Alternatif Di Fasilitas Umum". Teknik Elektro Universitas Ibn Khaldun Bogor.
- [8] Insaansori, 2013. "Pemanfaatan Dioda Dalam Bidang Elektronika". Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang.
- [9] Iwan, dkk. 2014. "Aplikasi Sel Surya Sebagai Energi Alternative Untuk Mobile Charger". Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor.
- [10] Maysha, dkk. 2013. "Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2N3055 Dan Thermoelectric Cooler". Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI, Bandung.
- [11] Modul dasar elektronika. Laboratorium elektronika teknologi industri, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik- Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung.
- [12] Purwoto, dkk. 2018. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif". Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [13] Ratnasari, Resi. 2014. "Koordinasi Proteksi Arestester Pcb Dan Dioda Zener Dengan Elemen Dekopling Pada Peralatan Listrik". Fakultas teknik, Universitas Brawijaya Malang
- [14] Shodiqin, dkk. 2016. "Analisa Charging Time Sistem Solar Cell Menggunakan Pencari Arah Sinar Matahari Yang Dilengkapi Dengan Pemfokus Cahaya". Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Trunajaya Bontang, Kalimantan Timur.
- [15] Sugiharto Septian, dkk. 2013. "Rancang Bangun Layout Dan Penempatan Sel Surya Pada Prototype Mobil Tenaga Surya". Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- [16] Yuliananda, dkk. 2015. "Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya". Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.