

## UJI PRESTASI FOTOVOLTAIK SISTIM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI KOTA SORONG

FAJAR TAUHID MUSTAJAB<sup>1</sup>  
YUNUS<sup>2</sup>  
YANRI PAKAN<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Diploma IV Teknik Mesin  
Politeknik Saint Paul Sorong

Email : [fajarmtd0@gmail.com](mailto:fajarmtd0@gmail.com) ; [neniyanri@gmail.com](mailto:neniyanri@gmail.com)

### ABSTRAK

*Mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam yang terdapat di Papua Barat untuk pembangunan pembangkitan energi listrik dimana potensi sumber daya alam Provinsi Papua Barat dengan Energi Sinar Matahari yang melimpah baik dalam intensitas sinar matahari maupun lamanya waktu penyinaran karena letak geografis pada garis khatulistiwa. Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah system pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari untuk menjadi energi listrik melalui photovoltaic module (green energy) sehingga menjadi suatu pembangkit terbarukan, efisien, efektif dan handal untuk dapat mensuplai kebutuhan energi listrik. tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui efisiensi penggunaan sel fotovoltaik yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya. Hasil penelitian menyatakan nilai Efisiensi maksimum yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya di kota sorong provinsi papua barat, mencapai 15.49%.*

**Kata Kunci :** *Energi Matahari, Sel Fotovoltaik, Listrik, Efisiensi*

### ABSTRACT

Optimizing the use of natural resources in West Papua for the construction of power generation where the potential of natural resources of West Papua Province with abundant sunlight energy both in the intensity of sunlight and the length of time of irradiation due to geographical location on the equator. Solar Power Plant is a power plant system that utilizes solar energy to become electrical energy through photovoltaic module (green energy) so that it becomes a renewable, efficient, effective and reliable power plant to be able to supply electricity needs. The purpose of this study is to find out the efficiency of the use of photovoltaic cells used in solar power plants. The results stated that the maximum efficiency value produced by photovoltaic cells used in solar power plants in the sorong city of west Papua province, reached 15.49%.

**Keywords:** *Solar Energy, Photovoltaic Cells, Electricity, Efficiency*

### PENDAHULUAN

Berdasarkan data Direktorat Jenderal Listrik Dan Pemanfaatan Energi, Kementerian ESDM tahun 2017 sebagian wilayah barat indonesia mulai dari Daerah Istimewa Aceh sampai Sulawesi memiliki ratio elektrifikasi mencapai rata-rata di atas 70%. Sedangkan wilayah timur indonesia yang sebagian wilayahnya adalah pedesaan, ratio elektrifikasinya dan desa berlistrik sangat rendah. Khusus Provinsi Papua Barat memiliki rasio elektrifikasi telah mencapai 82,7% namun rasio desa berlistrik hanya mencapai 54,47%. Hal ini disebabkan oleh karena sebagian besar wilayahnya adalah

pedesaan, daerah terpencil dan kepulauan dengan kondisi geografis berupa pegunungan dan kepulauan yang menyebabkan mobilisasi alat sangat sulit dan berat serta kondisi sosial masyarakat rendah. Dengan penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam yang terdapat di Papua Barat.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi penggunaan sel fotovoltaik yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya.

## KAJIAN PUSTAKA

### Geografis Kota Sorong

Kota Sorong adalah sebuah kota di Provinsi Papua Barat, Indonesia. Kota ini, secara geografis, Kota Sorong berada pada koordinat 131°51' Bujur Timur dan 0° 54' Lintang Selatan. Dengan Posisi Kota Sorong dibawah garis Katulistiwa, Suhu sepanjang tahun tidak banyak bervariasi. Berdasarkan catatan Badan Meteorologi dan Geofisika di Stasiun Jefman pada ketinggian 3 meter diatas permukaan laut, Suhu udara minimum di Kota Sorong sekitar 23.1°Celsius dan Suhu udara Maksimum sekitar 33.7°Celsius. Curah hujan tercatat 2.911 mm, curah hujan cukup merata sepanjang tahun, banyaknya hari hujan setiap bulan antara 9-27 hari dan kelembaban udara tercatat 84%. Idealnya panel sel surya berkeja pada temperatur standar 25°C. Seiring dengan meningkatnya suhu, maka kota sorong mampu menerapkan PLTS.

### Matahari

Teori matahari yang sangat populer sampai saat ini tentang proses terjadinya matahari menyatakan matahari terbentuk dari kumpulan awan gas yang dinominasi oleh gas hidrogen.

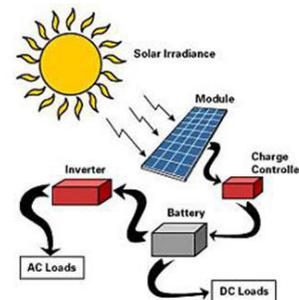
Tingkat awal dari perkembangan bentuk matahari adalah akibat dari adanya proses kontraksi gravitasi dari partikel-partikel gas hidrogen. Terjadinya kontraksi gravitasi dari awan hidrogen tersebut menimbulkan benturan-benturan yang cukup dahsyat dari masing-masing partikel yang mengakibatkan timbulnya kenaikan panas yang cukup tinggi dan berfusi dengan inti hidrogen melepaskan energi. Reaksi fusi pertama dari awal hidrogen merupakan awal dari terjadinya matahari. Matahari adalah bola besar yang terdiri atas materi gas yang sangat panas dengan diameter  $1,39 \times 10^6$  km. Kulit luar Matahari memiliki temperatur 5762 K dan temperatur di daerah pusat diperkirakan  $8 \times 10^7 - 40 \times 10^7$  K. Energi yang dihasilkan dalam pusat matahari pada suhu jutaan derajat harus ditransfer ke permukaan dan kemudian diradiasikan ke ruang angkasa



Gambar 1. Struktur Matahari.

### Pengertian dan Skema Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah system pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari untuk menjadi energi listrik melalui photovoltaic module (green energy) sehingga menjadi suatu pembangkit terbarukan, efisien, efektif dan handal untuk dapat mensuplai kebutuhan energi listrik. Pembangkit listrik tenaga surya ini memiliki konsep sederhana yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari tanpa adanya proses pembakaran sehingga sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) ini sering dikatakan energi bersih dan ramah lingkungan. PLTS merupakan salah satu alternatif dari sistem pembangkit untuk daerah yang memang sukar dijangkau oleh sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN.



Gambar 2. Skema sistem PLTS

### Sel Surya (Photovoltaic)

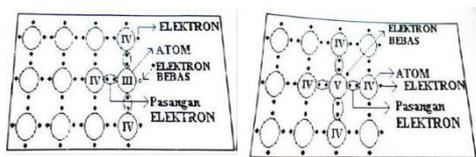
Kata "photovoltaic" terdiri dari dua kata yaitu photo dan volta. Photo yang berarti cahaya dan Volta berarti unit tegangan listrik. Dengan kata lain, arti photovoltaic yaitu proses konversi cahaya matahari secara langsung menjadi listrik. Oleh karena itu, kata photovoltaic biasa disingkat dengan PV. Solar cell merupakan elemen aktif (semikonduktor) yang memanfaatkan efek photovoltaic untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik tanpa penggunaan dari bagian-bagian mekanis yang bergerak dan tanpa penggunaan bahan bakar. Solar cell memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif.

Semikonduktor adalah suatu bahan yang mempunyai sifat konduktor dan isolator yang baik. Silikon berperan sebagai isolator pada temperatur rendah dan sebagai konduktor bila ada energi dan panas. Pada solar cell terdapat

sambungan (junction) antara dua lapisan tipis yang masing-masing diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (positif) dan semikonduktor jenis “N” (negatif). Semikonduktor jenis N dibuat dari kristal silikon dapat memberikan suatu kelebihan elektron bebas.

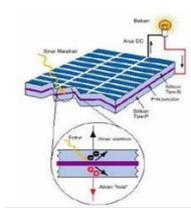
**Prinsip Kerja Sel Surya**

Pada sel PV ini terdiri dari dua layer yaitu layer N dan layer P, dimana layer N ini terdiri dari atom-atom golongan IV (terdiri dari 4 proton, dan 4 elektron) dan atom golongan V Sedangkan layer P terdiri dari atom golongan IV dan at om golongan III.



Gambar 3. Susunan Atom Pada Layer N Dan Layer P Photovoltaic

Proses terbentuknya aliran listrik dimulai dari dalam layer N, dimana di dalam layer N ini atom-atomnya saling melekatkan elektron, sehingga terbentuk banyak sekali pasangan elektron. Kemudian pada saat sel PV ini terkena cahaya matahari, maka sel PV ini menerima energi photon dari cahaya matahari yang akan bergerak di dalam layer N dengan tujuan untuk memindahkan energi dari photon menuju ke electron yang bergerak bebas tersebut. Sehingga dengan adanya pemberian energi dari photon tersebut, maka elektron bebas tersebut mempunyai energi tambahan untuk pindah ke layer P sehingga layer N ini akan bersifat lebih positif karena ada beberapa atom yang memiliki jumlah proton yang lebih besar daripada jumlah elektron. Lalu elektron bebas ini masuk ke dalam layer P dimana di dalam layer P ini terdiri dari atom-atom yang saling melekatkan elektronnya sehingga terbentuk pasangan elektron dan juga ada beberapa atom yang terdiri dari 3 elektron sehingga terbentuk 3 pasangan elektron. Sehingga pada layer P ini akan bersifat lebih negatif, karena ada beberapa atom yang memiliki jumlah proton lebih sedikit daripada jumlah elektronnya. Jika layer P dan layer N dihubungkan dengan beban, maka akan mengalir arus dari layer N menuju ke layer P.



Gambar 4. Pembangkitan Energi Listrik Photovoltaic

**Efisiensi Pada Panel Sel Surya**

Merupakan ukuran keluaran daya listrik panel surya (dalam watt) dibandingkan dengan luas penampang permukaannya. Umumnya, semakin tinggi efisiensi sebuah panel surya, maka semakin banyak daya yang bisa didapatkan dari panel surya tersebut. Mengetahui efisiensi panel menjadi sangat penting karena dapat membantu dalam pemilihan panel yang tepat. Berikut beberapa langkah mudah dalam menghitung efisiensi pada panel surya.

Variable yang dihitung untuk mendapatkan efisiensi sel fotovoltaik  $\eta(\%)$  adalah

- a. Daya masuk sel fotovoltaik

$$P_{in} = E \times A \tag{1}$$

Keterangan :

- $P_{in}$  = Daya masuk sel fotovoltaik (Watt)
- $E$  = intensitas radiasi matahari ( $W/m^2$ )
- $A$  = Luas sel fotovoltaik ( $m^2$ )

- b. Daya keluaran(watt)

$$P_{out} = V \times I \tag{2}$$

Keterangan :

- $P_{out}$  = daya keluaran maksimal (watt)
- = tegangan operasi maksimal (volt)
- = arus operasi maksimal (ampere)

- c. Efisiensi sel fotofoltaik ( % )

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Keterangan :

- $\eta$  = Efisiensi sel fotofoltaik (%)
- $P_{out}$  = daya keluaran maksimal (Watt)
- $P_{in}$  = Daya masuk sel fotovoltaik ( Watt)

**METODOLOGI PENELITIAN**

Adapun metode penelitian yang digunakan penulis adalah sebagai berikut:

- a. Tinjauan Pustaka  
Dalam tinjauan pustaka ini, penulis melakukan penelitian dengan berbagai sumber yang penulis dapatkan dari buku-buku maupun internet.
- b. Metode penelitian dilakukan secara eksperimen.

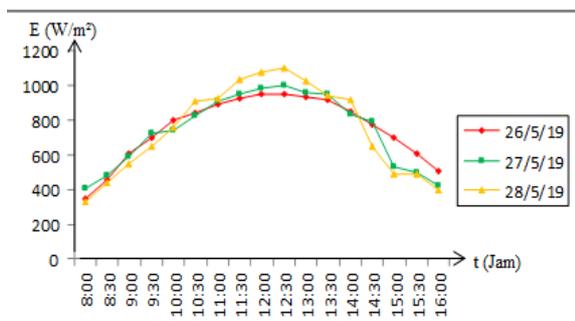
Dengan pengambilan data secara langsung, antara lain: intensitas radiasi matahari( $E$ ), temperature( $T$ ), arus listrik( $I_{out}$ ), dan tegangan listrik( $V_{out}$ ). Kemudian melakukan perhitungan rumus untuk mendapatkan nilai efisiensi sel fotovoltaik.

**Prosedur Penelitian**

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian. Dalam hal ini adalah sebagai berikut:
  - 1 unit Panel surya 50 Wp
  - Kabel 10 meter
  - Alat ukur suhu
  - Alvometer
  - Tang ampere
  - Batrai 12V dan, bolham lampu(Beban).
  - Tiang dari pipa besi dengan diameter pipa 2,5 inci dengan panjang 3,5 meter
2. Memastikan semua alat ukur yang digunakan dalam penelitian dalam kondisi yang baik.
3. Mulai merakit alat diawali dari pemasangan sel fotovoltaik, dan sebuah lampu, menjadi suatu sistem pembangkit listrik yang siap untuk dioperasikan. Setelah itu maka siap dijalankan untuk memulai proses pengambilan data.
4. Waktu pengambilan data dilakukan mulai dari pukul 08 : 00 – 16 : 00 WIT,
5. Hasil percobaan diambil setiap 30 menit
6. Pengumpulan data dengan melakukan pengukuran daya yang didapat dari tegangan dan arus yang di hasilkan sel surya serta data hasil pengukuran radiasi matahari.
7. Apabila data sudah didapatkan maka data – data tersebut siap diolah untuk selanjutnya diambil analisis dan kesimpulan dari hasil penelitian tersebut.

**PEMBAHASAN**

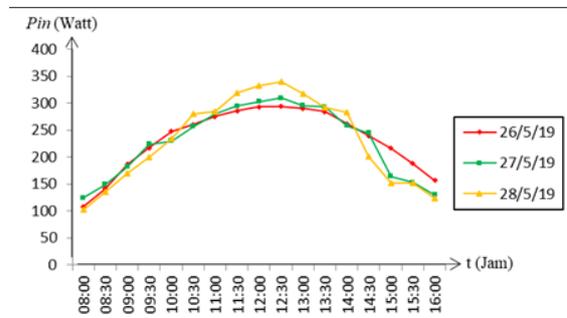
**Analisis Intensitas Radiasi Matahari**



Gambar 5. Intensitas Radiasi Matahari

Berdasarkan grafik pada gambar 5 yang menampilkan tiga data nilai intensitas radiasi matahari( $E$ ) yang menyinari kota sorong pada tiga hari yang berbeda yaitu pada tanggal 26,27,dan 28 pada bulan mei 2019, mamenunjukkan nilai intesitas radiasi matahari dari tiga hari tersebut sama-sama mengalami kenaikan secara bertahap mulai dari jam 08:00 sampai pada pukul 12:30. Dan mengalami penurunan nilai intensitas radiasi matahari( $E$ ) secara bertahap mulai dari pukul 13:00 sampai seterusnya. menurut penelitian Mochamad Reza Yuliatmaja yang berjudul “Lama Penyinaran Matahari Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Pergerakan Semu Matahari” menyatakan Radiasi matahari yang di terima permukaan bumi pada suatu waktu tertentu di sebabkan oleh sudut datang matahari. Perbedaan tempat menurut lintang dapat menyebabkan perbedaan periode penerimaannya, dimana semakin besar sudut datang sinar matahari maka akan semakin besar energi radiasi matahari yang di terima permukaan bumi begitu pula sebaliknya dimana semakin sempit sudut datang sinar matahari maka energy radiasi matahari yang di terima permukaan bumi akan semakin sedikit.

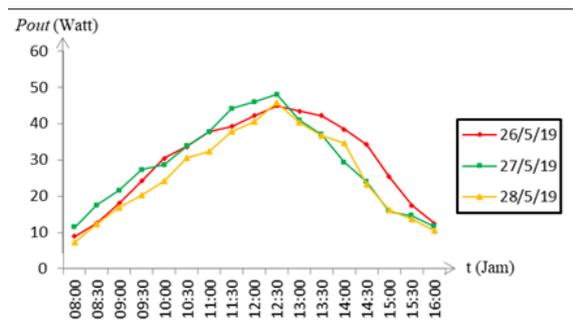
**Analisis Daya Input Sel Fotovoltaik**



Gambar 6. Daya Output Yang Diterima Sel Fotovoltaik

Berdasarkan grafik pada gambar 6 yang menampilkan tiga sampel data sekaligus menunjukkan daya input sel fotovoltaik mengalami peningkatan daya dikarenakan sudut datang sinar matahari pada panel sel fotofoltaik yang meningkat secara bertahap mulai dari pagi hari hingga siang hari dan penurunan daya menjelang sore sampai malam hari dikarenakan menjelang sore hari sudut datang sinar matahari pada sel fotovoltaik semakin mengecil, daya input maksimum sel fotovoltaik adalah 332.8403 W diperoleh pada pukul 12:30.

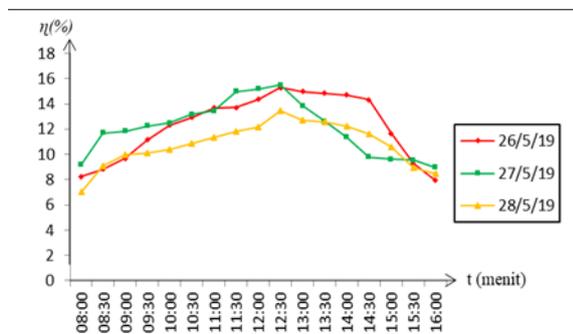
### Analisis Daya Output Oleh Sel Fotovoltaik



Gambar 7. Daya Output Sel Fotovoltaik

Berdasarkan grafik pada gambar 7 yang menampilkan tiga data sekaligus menunjukkan bahwa rata-rata daya yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik mengalami peningkatan secara bertahap dikarenakan daya yang diterima sel fotovoltaik berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik mulai dari pukul 08:00 s/d 11:30,. daya tertinggi yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik berdasarkan ketiga data tersebut berada pada pukul 12:30, dan selanjtnya dari pukul 13:00 s/d 16:00 mengalami penurunan daya secara bertahap. daya input maksimum sel fotovoltaik adalah 47.9808 W diperoleh pada pukul 12:30.

### Analisis Efisiensi Sel Fotovoltaik



Gambar 8. Efisiensi Sel Fotovoltaik

Berdasarkan grafik pada gambar 8 yang menampilkan tiga data Efisiensi sekaligus menunjukkan sel fotovoltaik dapat memperoleh efisiensi maksimum sebesar 15.49% pada pukul 12:30. Efisiensi sel fotovoltaik mengalami peningkatan secara bertahap mulai dari pukul 08:00 pagi hari s/d pukul 12:30 pada siang hari dan mengalami penurunan secara bertahap mula dari pukul 13:00 s/d 16:00 pada sore hari. Dikutip dari penelitian Nora Adityan, yang berjudul "Karakterisasi Panel Surya" mengatakan suhu dan kecepatan tiup angin disekitar lingkungan dapat mempengaruhi efisiensi kinerja panel sel

fotovoltaik yang akan berdampak pada daya yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik. Dimana Kenaikan temperatur panel surya akan melemakan tegangan dan di samping itu Kecepatan tiup angin di sekitar lokasi panel surya dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca – kaca panel surya.

### PENUTUP

Berdasarkan hasil yang di peroleh maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa nilai Efisiensi yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya di kota sorong provinsi papua barat, pagi hari dapat mencapai 7%, pada siang hari dapat mencapai 15.49%, dan pada sore hari dapat mencapai 7%.

### DAFTAR PUSTAKA

Al Fama, Novix Jefri, and Rudy Setiabudy. "Analisis Tekno Ekonomi Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid Pada Sistem Kelistrikan Biak Papua." (2018).

Ardiatama, Mochamad Wahyu, and Imam Abadi."Perancangan Sistem Penjejak Matahari Dua Sumbu Dengan Metode Active Tracking Menggunakan Kontrol Fuzzy Tipe-2 Interval." Jurnal Teknik ITS 7.1 (2018): 78-83.

Badan Meteorology, Klimatologi, Dan Geofisika Stasiun Meteorologi Seigun Sorong

Boedoyo, Mohamad Sidik. "Potensi dan Peranan PLTS Sebagai Energi Alternatif Masa Depan di Indonesia."Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia 14.2 (2013).

Direktorat Jenderal Listrik Dan Pemanfaatan Energi, Kementerian ESDM tahun 2017

Dr.Jalaludin,ST.,MT, prof.Dr.Ir.Syukri Imam, Abdul Halik MT- uji prestasi potovoltaik dengan sistim pendingin, SNTM XI, jurnal konversi energi,2016.

Hasan, Hasnawiya. "perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau Saugi." Jurnal Riset dan Tknologi Kelautan10.2 (2012): 169-180

Hou, Jianhui, et al. "Synthesis, characterization, and photovoltaic properties of a low band gap polymer based on silole-containing polythiophenes and 2, 1, 3benzothiadiazole." Journal of the

- American Chemical Society 130.48 (2008): 16144-16145.
- Jardine, Christian N. "Solar photovoltaic panels." *Domestic Microgeneration* Routledge, 2015.179-198.
- Jenny Nelson "The Physics Of Solar Cell",  
Nora Adityan, Karakterisasi Panel Surya Model Sr-156p-100 Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari, Bandar Lampung 2015
- Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak) Kho Hie Khwee Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura Jurnal ELKHA Vol.5, No2, Oktober 2013
- Rohana, Rohana, and Zulfikar Zulfikar. "OPTIMALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS DAYA LISTRIK." Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen 1, no. 1 (2018).
- Septiadi, Deni, et al. "Proyeksi Potensi Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan (Studi Wilayah Ambon dan Sekitarnya)." *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 10.1 (2009).
- Subekti Yuliananda, Gede Surya, RA Retno Hastijanti. "Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya." *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya* November 2015, Vol.01, No.02 Hal 193-202