

## STUDI SIMULASI DAN EKSPERIMEN PADA KARAKTERISTIK LISTRIK SEL SURYA YANG TERHUBUNG SECARA SERI

**Haris Isyanto, Budiyanto, Fadliandi**

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 No. 47 Jakarta Pusat, 10510  
fadliandi@ftumj.ac.id

### Abstrak

Rangkaian seri hanya memiliki sebuah lintasan untuk arus untuk mengalir. Oleh karena itu, semua arus pada rangkaian pasti mengalir melewati semua beban. Pemutusan rangkaian pada sebuah titik akan menyebabkan seluruh rangkaian beroperasi. Ketika menghubungkan sel surya secara seri, tegangannya bertambah, tetapi arusnya tetap sama. Keuntungan dari menghubungkan sel surya secara parallel adalah bisa menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dan biaya lebih rendah. Tujuan penelitian ini adalah mensimulasikan karakteristik listrik sel surya dan mengujinya secara eksperimen. Pada penelitian ini, hasil eksperimen dan simulasi pada sel surya tunggal menghasilkan tegangan sirkuit terbuka sebesar kurang lebih 0,5 volt dan arus sirkuit pendek sebesar 0,4 ampere. Sementara, 5 buah sel surya tunggal yang dihubungkan secara seri menghasilkan tegangan sirkuit terbuka kurang lebih 2,5 volt dan arus sirkuit pendek kurang lebih 0,4 ampere.

**Kata kunci:** sel, surya, seri, simulasi, eksperimen

### Abstract

Series circuit has only one path for electrical current to flow. Current must flow through all loads. Cutting circuit at one point can cause all circuit to stop the operation. Connecting solar cells in series can increase voltage but the current remains the same. The advantage of connecting solar cells in series is that it can increase the efficiency and reduce cost. The purpose of this research is to simulate the electrical characteristic of solar cells and to verify it by experiment. The result showed that single solar cell generated open circuit voltage and short circuit current of approximately 0.5 V and 0.4 A respectively. Meanwhile, 5 single solar cells connected in series generated open circuit voltage of approximately 2.5 V and short circuit current of 0.4 A.

**Keywords :** cell, solar, series, simulation, experiment

### PENDAHULUAN

Tanpa listrik, hari-hari akan menjadi gelap dan saat ini, listrik telah menjadi sebuah bagian yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia (Mustafa, Sunil, and Bhasker 2017),(Tadavarthy and Broota 2016). Seluruh bagian dari kehidupan manusia pasti melibatkan listrik dari pagi hari hingga malam hari. Listrik bisa didapatkan dari sinar matahari yang berlimpah di alam ini (Hong et al. 2013),(Pourakbar Saffar and Deldadeh Barani 2014). Keberlimpahan energi surya menjadi pilihan yang baik untuk konsumsi daya

(Sharma and Jain 2017). Sumber energi terbarukan tidak akan habis meskipun dipakai terus menerus sementara sumber energi tidak terbarukan akan habis jika dipakai terus-menerus untuk jangka waktu yang lama (Budiyanto and Fadliandi 2017). Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh sumber energi yang tidak terbarukan bisa diatasi dengan sumber energi terbarukan seperti energi matahari (Pooja Bhambhani 2018). Terlebih lagi, energi matahari sangat ramah lingkungan dan memiliki polusi yang lebih sedikit (Mehrotra et al. 2014; Irwan et al. 2015; Widodo, Wiranto, and Hidayat 2015;

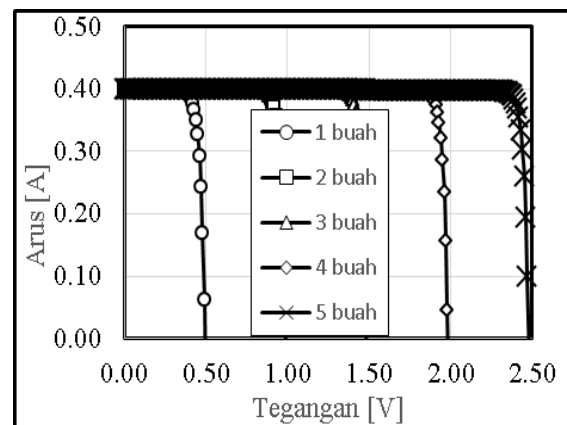
Pandey and Katiyar 2013). Energi listrik juga bisa didapatkan dengan mengonversikan energi matahari dengan memakai divais elektronik yang disebut sel surya (Dharmendra thakur, Amit arnav, Abhishek datta 2016). Hubungan p-n yang difabrikasi pada wafer semikonduktor tipis merupakan dasar pembentuk sel surya (Ahmad, Sobhan, and Nayan 2016). Sel surya monokristalin memiliki efisiensi yang lebih tinggi dari pada polikristalin atau sel surya film tipis (Taşçioğlu, Taşkin, and Vardar 2016). Meskipun demikian, biaya fabrikasi sel surya film tipis lebih murah dari pada sel surya yang terbuat dari wafer silicon (Swami 2012).

## METODE

Parameter yang penting pada sel surya adalah tegangan sirkuit terbuka, arus sirkuit tertutup, fill factor dan efisiensi. Tegangan sirkuit terbuka adalah tegangan saat arus 0 dan arus sirkuit tertutup adalah arus saat tegangan 0.

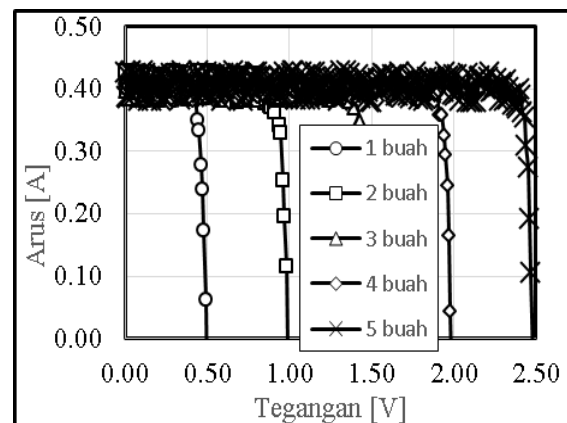
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan karakteristik arus tegangan secara simulasi dari sel surya yang terhubung secara seri. Sumbu vertical adalah arus dan sumbu horizontal adalah tegangan. Hasilnya menunjukkan bahwa ketika 5 buah sel surya terhubung secara seri, arus sirkuit tertutupnya tidak berubah sementara tegangan sirkuit terbukanya bertambah dari sekitar 0,5 V menjadi 2.5 V.



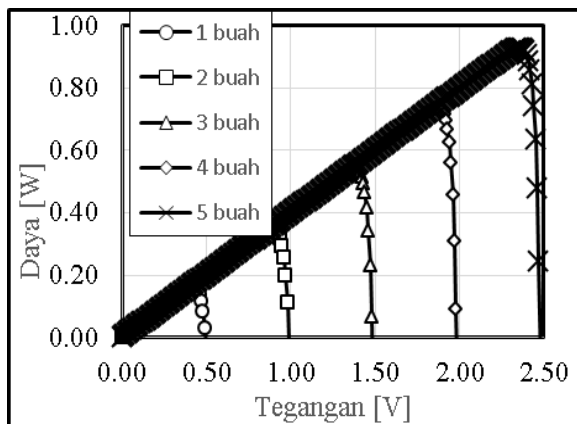
Gambar 1. Karakteristik arus tegangan sel surya yang terhubung secara seri dari hasil simulasi.

Gambar 2 menunjukkan karakteristik arus tegangan secara eksperimen dari sel surya yang terhubung secara seri. Sumbu vertical adalah arus dan sumbu horizontal adalah tegangan. Hasilnya mendekati data simulasi.



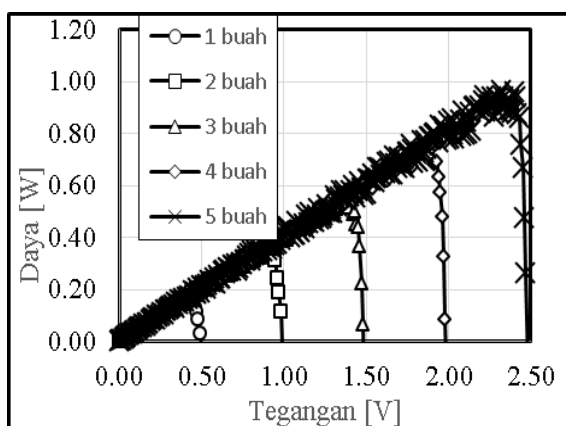
Gambar 2. Karakteristik arus tegangan sel surya yang terhubung secara seri dari hasil eksperimen.

Gambar 3 menunjukkan karakteristik daya tegangan secara simulasi dari sel surya yang terhubung secara seri. Sumbu vertical adalah daya dan sumbu horizontal adalah tegangan. Hasilnya menunjukkan bahwa ketika 5 buah sel surya terhubung secara seri, daya maksimum bertambah dari 0,15 W menjadi 0,9 W dan tegangan sirkuit terbukanya bertambah dari sekitar 0,5 V menjadi 2,5 V.



Gambar 3. Karakteristik daya tegangan sel surya yang terhubung secara seri dari hasil simulasi.

Gambar 4 menunjukkan karakteristik daya tegangan secara eksperimen dari sel surya yang terhubung secara seri. Sumbu vertical adalah daya dan sumbu horizontal adalah tegangan. Hasilnya mendekati data simulasi.



Gambar 4. Karakteristik daya tegangan sel surya yang terhubung secara seri dari hasil eksperimen.

## KESIMPULAN

Simulasi dan eksperimen untuk memperoleh karakteristik sel surya yang terhubung secara seri telah dilaksanakan. Hasilnya mengindikasikan bahwa sebuah sel surya tunggal memproduksi tegangan sirkuit terbuka dengan kisaran 0,5 volt dan arus sirkuit pendek sebesar 0,4 ampere. Sementara, 5 buah sel surya tunggal yang dihubungkan secara seri menghasilkan tegangan sirkuit

terbuka kurang lebih 2,5 volt dan arus sirkuit pendek kurang lebih 0,4 ampere

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Universitas Muhammadiyah Jakarta yang telah membiayai penelitian ini melalui skema HIBAH PENELITIAN INTERNAL berdasarkan KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA NOMOR 124 TAHUN 2018.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Tanvir, Sharmin Sobhan, and Faysal Nayan. 2016. "Comparative Analysis between Single Diode and Double Diode Model of PV Cell: Concentrate Different Parameters Effect on Its Efficiency." *Journal of Power and Energy Engineering* 4 (March): 31–46. <https://doi.org/10.4236/jpee.2016.43004>.
- Budiyanto, and Fadliandi. 2017. "The Improvement of Solar Cell Output Power Using Cooling and Reflection from Mirror." *International Journal of Power Electronics and Drive System (IJPEDS)* 8 (3): 1320–1326. <https://doi.org/10.11591/ijpeds.v8i3.pp1320-1326>.
- 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. <https://doi.org/10.21474/IJAR01>.
- Fadliandi, Fadliandi, Muhammad Kunta Biddinika, and Shun-ichiro Ohmi. 2017. "The Humidity Dependence of Pentacene Organic Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor." *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)* 15 (2): 578. <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v15i2.5834>.
- Hong, H., S. Peng, Y. Zhao, Q. Liu, and H. Jin. 2013. "A Typical Solar-Coal Hybrid Power Plant in China."

- Energy Procedia* 49: 1777–1783.  
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.03.188>.
- Irwan, Y. M., W. Z. Leow, M. Irwanto, M. Fareq, S. I.S. Hassan, I. Safwati, and A. R. Amelia. 2015. “Comparison of Solar Panel Cooling System by Using Dc Brushless Fan and Dc Water.” *Journal of Physics: Conference Series* 622 (1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/622/1/012001>.
- Mehrotra, Saurabh, Pratish Rawat, Mary Debbarma, K Sudhakar, Energy Centre, and Madhya Pradesh. 2014. “Performance of a Solar Panel With Water Immersion.” *International Journal of Science, Environment and Technology* 3 (3): 1161–1172.
- Mustafa, Mohammed, V Sunil, and Uday Bhasker. 2017. “Hybrid Power Generation By Solar Tracking and Vertical Axis Wind Turbine ( Design and Analysis ).” *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 4 (8).
- Pandey, C K, and A K Katiyar. 2013. “Solar Radiation : Models and Measurement Techniques.” *Journal of Energy* 2013: 1–8.  
<https://doi.org/10.1155/2013/305207>.
- Pooja Bhambhani. 2018. “Quantum Dot-Sensitized Solar Cells.” *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics* 7 (1): 42–54.  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6473-9>.
- Pourakbar Saffar, Ali, and Bahman Deldadeh Barani. 2014. “Thermal Effects Investigation on Electrical Properties of Silicon Solar Cells Treated by Laser Irradiation.” *International Journal of Renewable Energy Development (IJRED)* 3 (3): 184–187.  
<https://doi.org/10.14710/ijred.3.3.184-187>.
- Sharma, Chandani, and Anamika Jain. 2017. “Entrepreneurship through Start-Ups in Hill Areas Using Photovoltaic Systems.” *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics* 6 (2): 105–121.  
<https://doi.org/10.11591/eei.v6i2.613>.
- Swami, Rashmi. 2012. “Solar Cell.” *International Journal of Scientific and Research Publications* 2 (7): 1–5.
- Tadavarthy, Vasudev., and Akshay. Broota. 2016. “Smart Power Monitoring & Analysis.” *International Journal of Science and Research (IJSR)* 5 (7): 1627–1630.
- Taşcıoğlu, Ayşegül, Onur Taşkin, and Ali Vardar. 2016. “A Power Case Study for Monocrystalline and Polycrystalline Solar Panels in Bursa City, Turkey.” *International Journal of Photoenergy* 2016: 1–7.  
<https://doi.org/10.1155/2016/7324138>.
- Widodo, Slamet, Goib Wiranto, and Mirza Nur Hidayat. 2015. “Fabrication of Dye Sensitized Solar Cells with Spray Coated Carbon Nano Tube (CNT) Based Counter Electrodes.” *Energy Procedia* 68: 37–44.  
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.03.230>.