

## SIMULASI KARAKTERISTIK LISTRIK DARI SEL SURYA YANG TERHUBUNG SECARA PARALEL DAN PENGUJIANNYA SECARA EKSPERIMEN

**Fadliondi, Budiyanto, Haris Isyanto**

Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 no. 47  
fadliondi@ftumj.ac.id

### Abstrak

Sumber energi terbarukan sangat diperlukan saat ini karena energi fosil suatu saat akan habis. Sumber energi terbarukan bisa merupakan energi angin, energi air, energi panas bumi atau energi surya. Energi surya memiliki banyak keuntungan dibandingkan energi terbarukan lainnya seperti keberlimpahannya dan kebersihannya. Sel surya adalah divais elektronik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensimulasikan karakteristik listrik sel surya yang terhubung parallel dan mengujinya secara eksperimen. Hasil menunjukkan bahwa sebuah sel surya tunggal bisa menghasilkan tegangan sirkuit terbuka sebesar 0,45 volt dan arus sirkuit tertutup sebesar 0,35 ampere. Ketika 4 buah sel surya tunggal dihubungkan secara parallel, tegangan sirkuit terbukanya tidak mengalami perubahan dan arus sirkuit tertutupnya meningkat menjadi sekitar 1,4 ampere.

**Kata kunci:** simulasi, listrik, karakteristik, surya, sel

### Abstract

Renewable energy is essential today because fossil energy someday will run out. The forms of renewable energy sources can be wind, water, geothermal or sun. Solar energy has advantages compared to other forms of renewable energy such as being abundant and cleanliness. Solar cell is an electronic device converting solar energy into electrical energy. The purpose of this research is to simulate electrical characteristic of solar cell connected in parallel and verify it by experiment. The obtained result showed that open circuit voltage of 0.45 V and short circuit current of 0.35 A were obtained in a single solar cell while 4 single solar cells connected in parallel yielded short circuit current of 1.4 A but the open circuit voltage remained the same at around 0.45 V.

**Keywords:** simulation, electrical, characteristic, solar, cell

### PENDAHULUAN

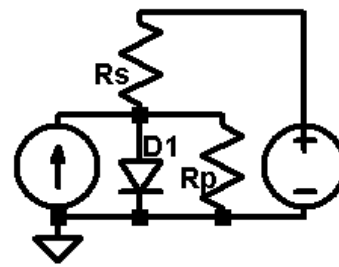
Dunia mulai kehabisan energi fosil yang telah terbentuk jutaan tahun yang lalu sehingga kebutuhan akan energi terbarukan terus meningkat (Panwar, Kaushik, and Kothari 2011). Sumber energi fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batubara akan bisa bertahan jika sumber energi terbarukan digunakan (Fadliondi, Isyanto, and Budiyanto 2018). Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil adalah energi

terbarukan (Taşcıoğlu, Taşkin, and Vardar 2016). Ada banyak sumber energi terbarukan seperti energi air, energi angina dan energi matahari. Kekurangan dari energi angina adalah deraunya, sulit diprediksi dan mengganggu sinyal televise dan radio. Selain itu, energi air memiliki kekurangan seperti mengganggu ekosistem dan mahal konstruksinya. Energi matahari sangat menjanjikan bila dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya (Dharmendra thakur, Amit arnav, Abhishek datta 2016). Energi

matahari itu bersih (Oisamoje and Oisamoje 2013). Pada negara yang terletak di daerah katulistiwa, energi matahari sangatlah berlimpah (Adnan et al. 2012). Selain itu, energi matahari juga tidak menghasilkan derau atau pilusi suara (Pilawjian 2012). Sel surya adalah sebuah divais elektronik yang memakai fenomena fotovoltik untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik (Ahmad, Sobhan, and Nayan 2016). Bagian terkecil dari sel surya yang bisa menghasilkan listrik adalah hubungan p-n (Choubey et al. 2012). Ketika foton mengenai hubungan p-n, sebagai contoh, atom-atom yang berada di daerah n akan menyerap foton, sehingga sebuah electron dan lubang akan lepas dan setelah itu, electron bebas dan lubang bebas akan tercipta (Fadliandi, Isyanto, and Budiyanto 2018). Jenis sel surya yang ada pada umumnya adalah monokristalin, polikristalin dan film tipis. Material untuk fabrikasi sel surya monokristalin dan polikristalin adalah silikon yang sering digunakan pada industry semikonduktor. Sementara, gallium diselenida (Ramanujam and Singh 2017), silikon amorf dan cadmium telurida (Chu and S. Chu 1993) adalah material yang umum dipakai untuk memfabrikasi sel surya film tipis. Sel surya monokristalin memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada jenis sel surya yang lainnya tetapi biaya fabrikasinya lebih mahal. Efisiensi tertinggi dari sel surya mono kristalin adalah sekitar 17% s.d. 18% (Sharma, Jain, and Sharma 2015). Ada banyak faktor yang bisa mendegradasi kinerja sel surya seperti suhu yang tinggi (Dincer and Meral 2010), radiasi yang berlebihan (Milind et al. 2017) dan pasir tau debu (Ndiaye et al. 2013).

## METODE

Gambar 1 menunjukkan rangkaian ekuivalen dari sebuah sel surya. Sebuah sel surya yang sempurna bisa digambarkan oleh sebuah sumber arus yang terhubung secara parallel dengan sebuah diode (Belarbi, Benyoucef, and Benyoucef 2014). Meskipun demikian, pada nyatanya, sel surya mengandung hambatan seri dalam dan hambatan parallel dalam (hambatan shunt dalam). Nilai hambatan seri dalam dan shunt dalam akan bernilai 0 dan takhingga untuk sebuah sel surya ideal (Prakash and Singh 2016).

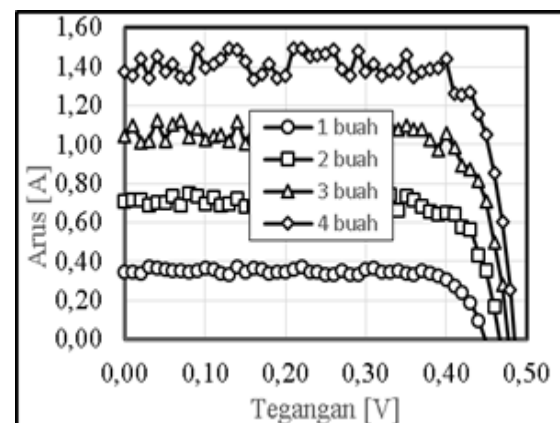


Gambar 1. Model rangkaian ekuivalen dari sebuah sel surya.

Alat-alat yang dibutuhkan untuk mengukur karakteristik arus terhadap tegangan dari sebuah sel surya adalah kotak resistor variable, 2 buah multimeter untuk pembacaan arus dan tegangan dan kabel (Ibrahim 2011).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

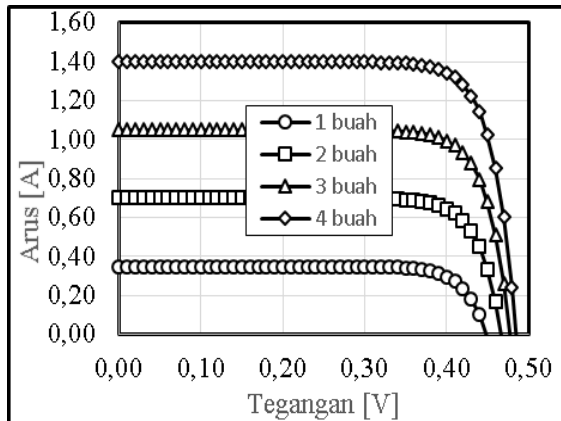
Gambar 2 menunjukkan karakteristik arus tegangan dari hasil eksperimen. Sumbu horizontal menunjukkan tegangan dan sumbu vertical menunjukkan arus. Secara keseluruhan, arus berkurang sedikit ketika tegangan bertambah sampai tegangan tertentu dan setelah itu berkurang secara cepat ketika tegangan mencapai tegangan sirkuit terbuka. Tegangan sirkuit terbuka adalah tegangan ketika arusnya 0. Arus sirkuit tertutup adalah arus ketika tegangannya 0. Dari gambar terlihat bahwa tegangan sirkuit terbuka tidak terlalu banyak berubah dari sekitar 0,45 V, tapi arus sirkuit tertutupnya bertambah dari sekitar 0,4 A s.d. 1,4 A ketika sel surya nya dihubungkan secara parallel sebanyak 4 buah.



Gambar 2. Kurva arus terhadap tegangan dari sel surya dari hasil eksperimen.

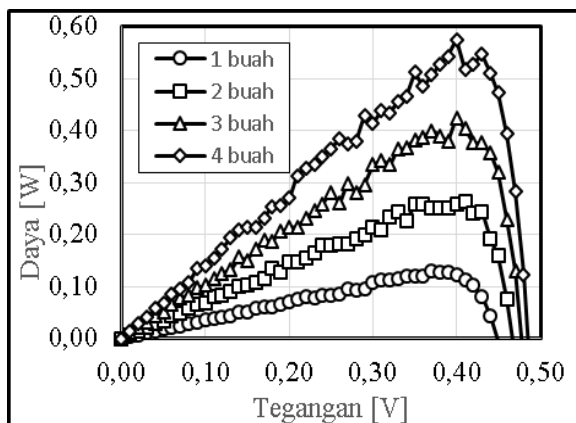
Gambar 3 menunjukkan hasil simulasi dari 4 buah sel surya yang terhubung secara

paralel yang konsisten dengan hasil percobaan pada Gambar 2.



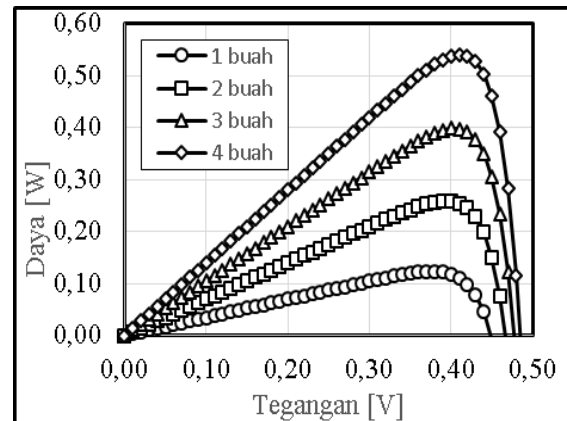
Gambar 3. Kurva arus terhadap tegangan dari sel surya dari hasil simulasi.

Gambar 4 menunjukkan karakteristik daya terhadap tegangan. Daya maksimumnya meningkat dari sekitar 0,15 W menjadi 0,55 W ketika 4 buah sel surya yang terhubung secara paralel. Titik daya maksimumnya adalah pada sekitar 0,4 V. Daya diperoleh dari perkalian arus dan tegangan pada data pada Gambar 2.



Gambar 4. Kurva daya terhadap tegangan dari sel surya dari hasil eksperimen.

Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi dari 4 buah sel surya yang terhubung secara seri yang konsisten dengan hasil pada Gambar 4.



Gambar 5. Kurva daya terhadap tegangan dari sel surya dari hasil simulasi.

## KESIMPULAN

Eksperimen dan simulasi untuk mengetahui karakteristik sel surya yang terhubung secara paralel telah dilakukan. Hasil menunjukkan bahwa sebuah sel surya tunggal bisa menghasilkan tegangan sirkuit terbuka sebesar 0,45 volt dan arus sirkuit tertutup sebesar 0,35 ampere. Ketika 4 buah sel surya tunggal dihubungkan secara paralel, tegangan sirkuit terbukanya tidak mengalami perubahan dan arus sirkuit tertutupnya meningkat menjadi sekitar 1,4 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

- Adnan, Shahzada, Azmat Hayat Khan, Sajjad Haider, and Rashed Mahmood. 2012. "Solar Energy Potential in Pakistan." *Journal of Renewable and Sustainable Energy* 4 (May): 032701. <https://doi.org/10.1063/1.4712051>.
- 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>.
- Belarbi, M, A Benyoucef, and B Benyoucef. 2014. “Study of the Equivalent Circuit of a Dye - Sensitized Solar Cells.” *Advanced Energy: An International Journal (AEIJ)* 1 (2): 1–8.
- Choubey, P C, A Oudhia, R Dewangan, and V Y T P G Autonomous. 2012. “A Review : Solar Cell Current Scenario and Future Trends.” *Recent Res. Sci. Technol.* 2012 4 (8): 99–101.
- Chu, Tongjiao, and Shirley S. Chu. 1993. *Recent Progress in Thin-Film Cadmium Telluride Solar Cells*. Vol. 1. <https://doi.org/10.1002/pip.4670010105>.
- 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>.
- Dincer, Furkan, and Mehmet Emin Meral. 2010. “Critical Factors That Affecting Efficiency of Solar Cells.” *Smart Grid and Renewable Energy* 01 (01): 47–50. <https://doi.org/10.4236/sgre.2010.11007>.
- Fadliondi, Fadliondi, Haris Isyanto, and Budiyanto Budiyanto. 2018. “Bypass Diodes for Improving Solar Panel Performance.” *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)* 8 (5): 2703–8.
- Ibrahim, A. 2011. “Analysis of Electrical Characteristics of Photovoltaic Single Crystal Silicon Solar Cells at Outdoor Measurements.” *Smart Grid and Renewable Energy* 02 (02): 169–75. <https://doi.org/10.4236/sgre.2011.22020>.
- Milind, Nair, Midhun Antony, Febin Francis, Jithu Francis, Joson Varghese, and Sajith U K. 2017. “Enhancing the Efficiency of Solar Panel Using Cooling Systems.” *International Journal of Engineering Research and Applications* 07 (03): 05–07. <https://doi.org/10.9790/9622-0703040507>.
- Ndiaye, Ababacar, Cheikh M. F. Kébé, Pape A. Ndiaye, Abdérafi Charki, Abdessamad Kobi, and Vincent Sambou. 2013. “Impact of Dust on the Photovoltaic (PV) Modules Characteristics after an Exposition Year in Sahelian Environment: The Case of Senegal.” *International Journal of Physical Sciences* 8(21) (21): 1166–1173. <https://doi.org/10.5897/IJPS2013.3921>.
- Oisamoje, Michael D, and Esther Eguono Oisamoje. 2013. “Exploring the Economic and Environmental Benefits of Solar Energy Generation in Developing Countries: The Nigerian Perspective,” 10.
- Panwar, N.L., S.C. Kaushik, and Surendra Kothari. 2011. “Role of Renewable Energy Sources in Environmental Protection: A Review.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (3): 1513–24. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.037>.
- Pilawjian, Garo. 2012. “Analysis of Photovoltaic Concentrating Solar Energy Systems” 2 (3): 3.
- Prakash, Ravi, and Sandeep Singh. 2016. “Designing and Modelling of Solar Photovoltaic Cell and Array” 11 (2): 6.
- Ramanujam, Jeyakumar, and Udai P. Singh. 2017. “Copper Indium Gallium Selenide Based Solar Cells – a Review.” *Energy & Environmental Science* 10 (6): 1306–19. <https://doi.org/10.1039/C7EE00826K>.
- Sharma, Shruti, Kamlesh Kumar Jain, and Ashutosh Sharma. 2015. “Solar Cells: In Research and Applications—A Review.” *Materials Sciences and Applications* 06 (12): 1145–1155.

<https://doi.org/10.4236/msa.2015.612113>.

Taşçioğlu, 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>.