

Analisis Pengaturan Jarak Cahaya Lampu Halogen Pada Rancang Bangun Solar Test Simulator

Cholish¹, Ibnu Hajar², Sharfina Faza³, Zumhari⁴, Abdul Azis⁵, Abdullah⁶

^{1,2,3,4,6} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Medan

Jalan Almamater No. 1 Kampus USU Medan, 20155, Indonesia

⁵ Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Kapten Mughtar Basri No.3, Glugur Darat II, 20238, Indonesia

E-mail: cholish@polmed.ac.id

ABSTRACT

This study focuses on the use of halogen lamps in the design of a Solar Test Simulator to simulate sunlight conditions in testing solar panels. Halogen lamps are chosen as the light source due to their ability to approximate the solar spectrum, enabling testing of solar cells in a controlled laboratory environment. However, precise adjustment of halogen lamp light is crucial to ensure the accuracy and consistency of test results. The design of the Solar Test Simulator for Solar Panels involves configuring the placement of solar panels so that the designed tool can provide simulation based on actual solar panel measurements. The performance of solar panels is displayed through a monitor placed in the design, providing comprehensive information about the solar panels. Limitations in the placement of solar panels do not provide reference regarding measurement conditions based on the angle of incoming sunlight. Therefore, further design is needed concerning the positioning of solar panels during measurements. The development in this tool's design includes adjustments to the height of the halogen lamp from the solar panel, specifically at heights of 0.328m, 0.366m, and 0.405m.

Keywords: Solar Panels, Solar Test Simulator, solar incidence angle, height, halogen lamp

PENDAHULUAN

Lampu halogen dipilih karena dapat menghasilkan cahaya yang mendekati spektrum cahaya matahari, memungkinkan pengujian solar sel dalam kondisi lingkungan yang terkendali. Namun, pengaturan yang tepat dari lampu halogen sangat penting. Jarak antara lampu halogen dan solar sel, serta intensitas cahaya yang dihasilkan, dapat memengaruhi hasil pengujian secara signifikan.

Perancangan desain Solar Test Simulator dengan memberikan nilai variasi cahaya melalui pengaturan tegangan dan jarak lampu sesuai kondisi saat pengukuran. Kinerja panel surya diperlihatkan melalui tampilan monitor serta memuat informasi mengenai panel surya secara menyeluruh. Perancangan Solar Test Simulator Panel Surya dengan melalui pengaturan dudukan penempatan panel surya sehingga alat yang dirancang mampu memberikan simulasi terhadap pengukuran panel surya berdasarkan kondisi yang sebenarnya.

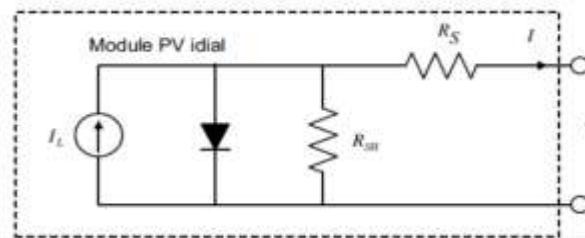
Penggunaan energi surya sebagai sumber energi terbarukan semakin mendapatkan perhatian yang meningkat seiring dengan kepedulian terhadap lingkungan dan peningkatan kebutuhan energi global. Salah satu teknologi yang digunakan untuk menghasilkan energi dari matahari adalah panel surya, yang terdiri dari sel surya atau solar sel. Solar sel mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaiik.

Penerapan peralatan pengujian panel surya dengan beberapa metode menggunakan berbagai sumber cahaya yang ada saat ini seperti lampu pijar, led dan halogen dilakukan menggunakan peralatan yang disebut solar test simulator. Pengujian dilakukan untuk memperoleh kinerja panel surya yang sesuai dengan kebutuhan instalasi sesuai kebutuhan kapasitas daya dan perekaman data pengujian yang sering dilakukan melalui variasi pencahayaan melalui pengkondisian suplai tegangan tegangan pada lampu tersebut. Perancangan peralatan pengujian panel surya berdasarkan kondisi yang ditentukan diharapkan mampu memperlihatkan proses terhadap variasi keluaran panel surya yang ada di pasaran.

Rangkaian ekivalen sebuah sel surya

Ketika cahaya bersentuhan dengan modul surya dan diserap oleh bahan semikonduktor terjadi pelepasan elektron yang menyebabkan aliran muatan listrik. Untuk mendekati kinerja dari modul surya, suatu model matematik dikembangkan untuk menggambarkan modul surya. Sumber ini kemudian dihubungkan paralel dengan hambatan eksternal (R_l) yang mewakili beban eksternal yang terhubung. Dengan memahami rangkaian ekivalen ini, perancang sistem dapat mengoptimalkan kinerja sel surya dalam berbagai aplikasi.

Bentuk rangkaian ekivalen solar sel, dimana arus (I) dan tegangan (V), modul surya (I_L /cell'sphotocurrent), kemudian tahanan seri (R_s) dan tahanan shunt (R_{sh}) dapat diperhatikan pada gambar berikut ini:



Gambar 1. Rangkaian ekivalen modul surya

Adapun persamaan matematis dari rangkaian diatas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I = I_L - I_o \left[\exp\left(\frac{V+IR_s}{nKT/q}\right) - 1 \right] - \frac{V+IR_s}{R_{SH}} \quad (1)$$

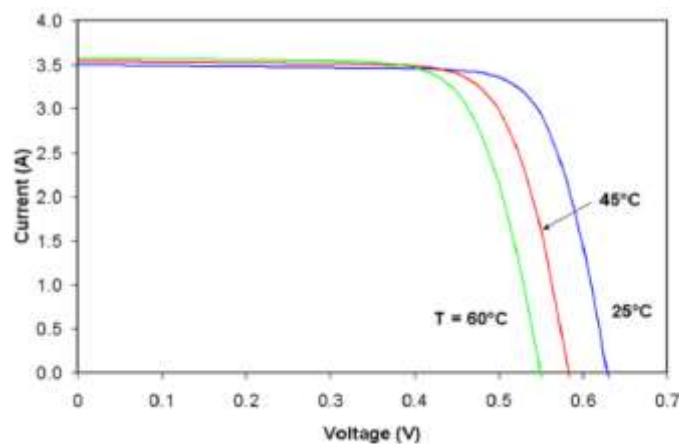
Dimana :

- I = arus rangkaian ekivalen sel surya (Ampere)
- I_o = arus saturasi reverse (Ampere)
- n = faktor ideal dioda
- q = faktorpengisian elektron ($1.602 \cdot 10^{-19}$ C)
- k = konstanta Boltzman ($1.3806 \cdot 10^{-23}$ J.K⁻¹)
- T = temperatur sel surya (°K)

Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Keluaran Modul surya

a. Temperatur

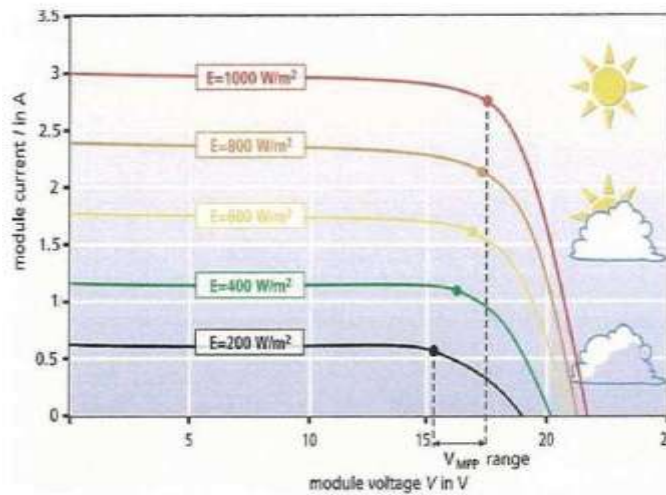
Temperatur mempengaruhi kinerja sel dan efisiensi *photovoltaic*, Jika modul surya berada pada kondisi dingin akan menghasilkan daya yang lebih besar. Pada umumnya ketika penyinaran pada sel adalah 1kW/m^2 temperatur sel kira-kira 30°C lebih tinggi dari udara sekitar. Karakteristik perubahan temperatur pada sel surya diperlihatkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Karakteristik I-V pada temperatur permukaan modul surya yang berbeda.

b. Intensitas Cahaya

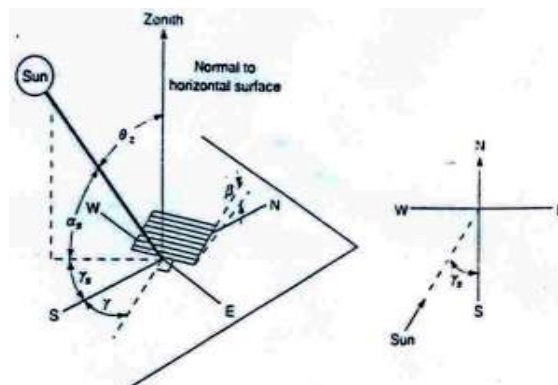
Intensitas cahaya dapat dipahami sebagai "kecerahan" cahaya pada suatu tempat atau dalam suatu ruang. Intensitas ini berkaitan dengan seberapa terang atau kuat cahaya yang diterima oleh mata manusia atau perangkat deteksi cahaya lainnya. Semakin tinggi intensitas cahaya, semakin terang suatu area atau objek terlihat. Dalam konteks pengukuran, intensitas cahaya adalah jumlah energi cahaya yang dilepaskan oleh sumber cahaya dan menyebar dalam berbagai arah. Faktor-faktor seperti daya watt yang digunakan oleh sumber cahaya, distribusi spektrum cahaya, dan jarak dari sumber cahaya memengaruhi intensitas cahaya yang diterima di suatu tempat. Penurunan tegangan relatif lebih kecil dibandingkan penurunan arus listriknya. Gambar dibawah ini memperlihatkan perubahan arus dan tegangan dari modul surya (*photovoltaic*) berdasarkan intensitas cahaya matahari yang diperoleh berubah-ubah nilainya.



Gambar 3. Kurva I-V Terhadap Irradiance dan Temperatur yang Tetap

c. Pergerakan Arah Matahari

Adapun macam cara yang dapat mendapatkan radiasi matahari yang lebih banyak yaitu dengan mengatur kedudukan modul surya. Pada posisi kedudukan modul surya dapat diatur mengikuti pergerakan arah matahari dengan menentukan posisi sudut kemiringan dan ketinggian, sudut deklinasi, bujur lintang, sudut *zenith*, sudut datang matahari, sudut permukaan *azimuth*, serta sudut jam matahari terhadap pergerakan arah matahari. Cara kedua adalah dengan menggunakan cermin pantul. Berikut ini digambarkan beberapa sudut penting energi surya.



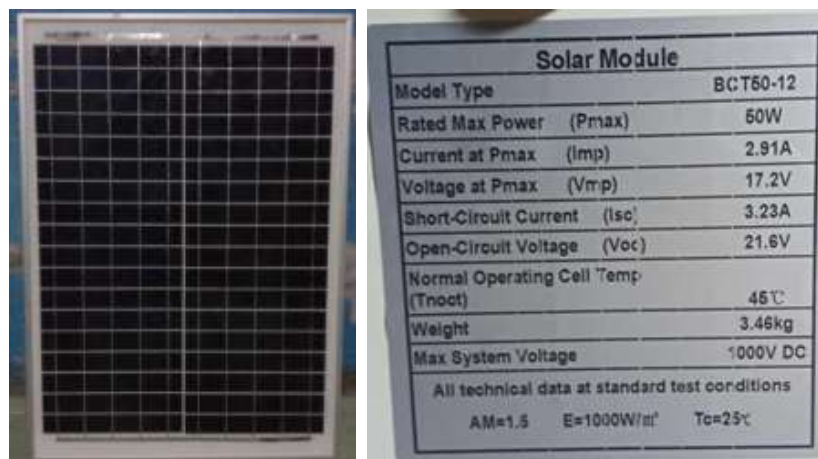
Gambar 4. Sudut penting energi surya

METODE

Panel Surya

Panel surya, juga dikenal sebagai sel surya atau modul surya, adalah perangkat elektronik yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Ada beberapa metode yang digunakan untuk menghasilkan panel surya, namun metode utama yang digunakan saat ini adalah teknologi fotovoltaik.

Setiap panel surya terdiri dari beberapa sel surya, yang merupakan perangkat elektronik berbasis semikonduktor yang menghasilkan listrik saat terkena cahaya matahari. Panel surya yang digunakan berjumlah 1 buah untuk memperlihatkan hasil kinerja apakah sesuai dengan kapasitas panel tersebut. Panel surya 50 WP yang digunakan dengan spesifikasi terdapat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Spesifikasi panel surya

Rancangan Pengujian Panel Surya

Adapun pengembangan yang dilakukan pada perancangan alat ini berupa pengaturan terhadap dudukan panel surya berupa ketinggian dudukan panel surya dan jarak lampu halogen sebagai mana sumber energi yang dilakukan pengukuran menggunakan solar meter, thermometer dan multi meter secara manual seperti diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 6. Rancangan Pengujian Solar Test 50 WP

HASIL

Hasil pengukuran jarak lampu pada panel surya menunjukkan hasil yang sesuai dengan datasheet panel surya tersebut. Pengujian menggunakan satu buah Panel surya yang dirangkai dengan hasil sebagai berikut:.



Tabel 1. Hasil Pengukuran Jarak Lampu Pada Panel Surya

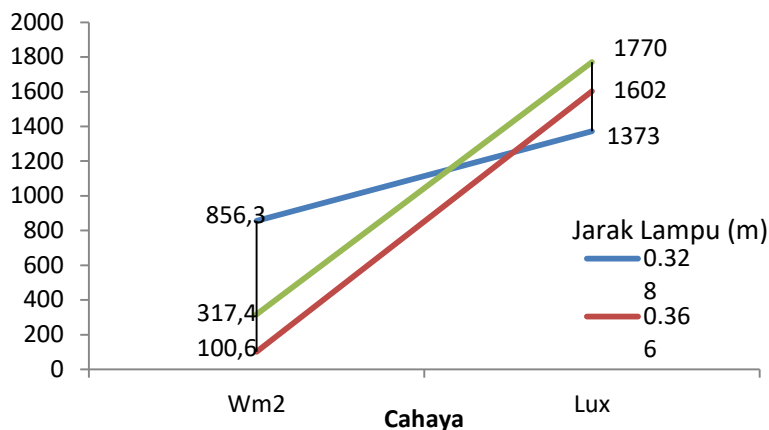
NO	Jarak Lampu (m)	Arus (A)	Tegangan (V)	Cahaya	
				Wm2	Lux
1	0.328	0.85	21.4	856.3	1373
2	0.366	0.84	21.4	100.6	1602
3	0.405	0.82	21.4	317.4	1770

Tabel diatas menerangkan parameter dilihat melalui ketinggian panel surya pada jarak lampu 0.328m dengan Arus 0.85A dan Tegangan 21.4 V dimana cahaya berada di 856.3 Wm2, dan Lux 1373, dan pada jarak lampu ke2 0.366 m dengan Arus 0.84 Wm2 dan Tegangan 21.4V dimana cahaya berada di 100.6 Wm2, dan Lux 1602, dan pada jarak lampu ke3 0.405 m dengan Arus 0.82A dan Tegangan 21.4V dimana cahaya berada di 317.4 Wm2 dan Lux 1770.

Dari tabel diatas jarak lampu yang terjadi pada Solar Tes Simulator panel surya pada jarak 0.328 m, jarak 0.366m, jarak 0.405m. dimana Arus dan Tegangan terendah terdapat hasil arus 0.82A, 0.84A, dan 0.85A. Jarak lampu tertinggi berada di 0.405m dengan rata-rata Tegangan 21.4V.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Jarak Lampu Pada Panel Surya Menggunakan Alat Ukur

NO	Jarak Lampu (m)	Arus (I)	Tegangan (V)	Wm2	Lux
1					
2					
3					



Gambar 7. Grafik Hasil Dari Pengukuran Cahaya

Dari gambar diatas dapat kita lihat dari beberapa jarak lampu yaitu pada jarak 0.328m, 0.366m, dan 0.405m, ke panel surya mendapatkan Arus yang menurun yaitu 0.85A, 0.84A dan 0.82A, semakin jauh jarak cahaya lampu dari panel surya maka semakin kecil pula arus yang di dapatkan dan Tegangan yang menetap yaitu 21.4V.

KESIMPULAN

Hasil pengembangan pengumpulan data dilakukan dengan beberapa pertimbangan yang telah dirancang. Pengujian dengan menggunakan panel surya 50 WP, dengan berbagai macam jarak ketinggian lampu halogen pada panel surya memperlihatkan hasil yang sesuai dengan kapasitas energy yang dibangkitkan panel surya berdasarkan datasheet. Pengembangan yang dilakukan pada perancangan alat ini berupa pengaturan terhadap dudukan panel surya dengan jarak ketinggian lampu pada panel surya yaitu pada jarak 0.328m, 0.366m, 0.405m. maka dari 3 jarak lampu tersebut menghasilkan data arus 0.85A, 0.84A, dan 0.82A dan menghasilkan tegangan tetap yaitu 21.4V, 856.3, 1100.6 Wm², dan 1317.4Wm² sedangkan Lux cahaya terdapat pada ukuran 1373, 1602, dan 1770.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agostinelli, G., Batzner, D. L., & Burgelman, M. (2002). An alternative model for V, G and T dependence of CdTe solar cells IV characteristics. *Proceedings of the 29th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, 6, 744–747.
- [2] Buchroithner, A., Gerl, B., Felsberger, R., & Wegleiter, H. (2021). Design and operation of a versatile, low-cost, high-flux solar simulator for automated CPV cell and module testing. *Solar Energy*, 228(August), 387–404. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.08.068>.
- [3] Deepak, Srivastava, S., & Malvi, C. S. (2020). Light sources selection for solar simulators: A review. *WEENTECH Proceedings in Energy*, July, 28–46. <https://doi.org/10.32438/wpe.060257>
- [4] Fauzi, F., Tajudin, M. F. N., Mohamed, M. F., Azmi, A., & Manaf, N. A. A. (2021). Assessment of in-house build low cost solar panel simulator. *Journal of Physics: Conference Series*, 1878(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1878/1/012038>
- [5] Frolova, T. I., Churyumov, G. I., Vlasyuk, V. M., & Kostlyov, V. P. (2019). Combined Solar Simulator for Testing Photovoltaic Devices. *Proceedings - 2019 IEEE 1st Global Power, Energy and Communication Conference, GPECOM 2019*, 276–280. <https://doi.org/10.1109/GPECOM.2019.8778607>
- [6] Li, Q., Wang, J., Qiu, Y., Xu, M., & Wei, X. (2021). A modified indirect flux mapping system for high-flux solar simulators. *Energy*, 235, 121311. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121311>

- [7] Liu, G., Ning, J., Gu, Z., & Wang, Z. (2021). Stability Test on Power Supply to the Xenon Lamp of Solar Simulator. *Journal of Physics: Conference Series*, 1820(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1820/1/012142>
- [8] López-Fraguas, E., Sánchez-Pena, J. M., & Vergaz, R. (2019). A Low-Cost LED-Based Solar Simulator. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 68(12), 4913–4923. <https://doi.org/10.1109/TIM.2019.2899513>
- [9] Moria, H., Mohamad, T. I., & Aldawi, F. (2016). Available online www.jsaer.com Research Article Radiation distribution uniformization by optimized halogen lamps arrangement for a solar simulator. 3(6), 29–34.
- [10] Quandt, A., & Warmbier, R. (2019). Solar cell simulations made easy. *International Conference on Transparent Optical Networks*, 2019-July, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICTON.2019.8840329>
- [11] Rashid, M. H. (2007). Power Electronics Handbook. In *Power Electronics Handbook*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-088479-7.X5018-4>
- [12] Reichmuth, S. K., Siefer, G., Schachtner, M., Muhleis, M., Hohl-Ebinger, J., & Glunz, S. W. (2020). Measurement Uncertainties in I-V Calibration of Multi-junction Solar Cells for Different Solar Simulators and Reference Devices. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 10(4), 1076–1083. <https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2020.2989144>
- [13] Saadaoui, S., Torchani, A., Azizi, T., & Gharbi, R. (2014). Hybrid halogen-LED sources as an affordable solar simulator to evaluate Dye Sensitized Solar Cells. *STA 2014 - 15th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering*, 884–887. <https://doi.org/10.1109/STA.2014.7086810>
- [14] Severns, R., & Reduce, E. M. I. (2006). Design of snubbers for power circuits. *International Rectifier Corporation*, I. <http://www.electro-tech-online.com/custompdfs/2008/02/design.pdf>
- [15] Siregar, S., & Soegiarto, D. (2014). Solar panel and battery street light monitoring system using GSM wireless communication system. *2014 2nd International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2014*, 272–275. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2014.6914078>
- [16] Situmorang, J., & Pasasa, L. A. (2011). Pemanfaatan Karakteristik Sel Surya Sebagai Media Pembelajaran Fisika Listrik Dinamis. 2011(Snips), 22–23.
- [17] Søren Bækthøj Kjær, B. (2005). Aalborg Ph.D, Thesis - Design and Control of an Inverter for Photovoltaic Applications.
- [18] Tanesab, J., Ali, M., Parera, G., Mauta, J., & Sinaga, R. (2019). A Modified Halogen Solar Simulator. <https://doi.org/10.4108/eai.18-10-2019.2289851>
- [19] Tavakoli, M., Jahantigh, F., & Zarookian, H. (2021). Adjustable high-power-LED solar simulator with extended spectrum in UV region. *Solar Energy*, 220(February), 1130–1136. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.05.081>
- [20] Wang, S., Jiang, W., & Lin, Z. (2015). Practical photovoltaic simulator with a cross tackling control strategy based on the first-hand duty cycle processing. *Journal of Power Electronics*, 15(4), 1018–1025. <https://doi.org/10.6113/JPE.2015.15.4.1018>
- [21] Wang, W., & Laumert, B. (2014). Simulate a ‘Sun’ for Solar Research: A Literature Review of Solar Simulator Technology. 1–37.