

## Analisis Variasi Suhu Terhadap Variasi Cahaya Pada Rancang Bangun Solar Test Simulator Menggunakan Peltier

Cholish<sup>1</sup>, M Rusdi<sup>1</sup>, Rahmawaty<sup>1</sup>, M Anhar Pulungan<sup>1</sup>, Abdul Azis<sup>2</sup>, Abdullah<sup>1</sup>,  
Shahril Irawan<sup>3</sup> & Zulkifli Othman<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Politeknik Negeri Medan, Jalan Almamater No. 1 Kampus USU Medan, 20155, Indonesia

<sup>2</sup> Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan 20238, Indonesia

<sup>3</sup> Pengajian Kejuruteraan Elektrik, University Teknologi MARA  
40450 Shah Alam, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

\*Email: cholish@polmed.ac.id

### ABSTRACT

*The application of the Solar Panel Test Simulator design is carried out for testing in accordance with environmental temperature conditions. The difficulty of carrying out tests in actual conditions is the background for designing this tool. The intensity of heat from sunlight and also the variable ambient temperature influence the voltage released by solar panels. To obtain a solar panel voltage measurement data sheet like the situation above, it is necessary to design a simulation tool that is capable of being a reference to the actual situation. Peltier is useful for controlling temperature variations ranging from normal temperatures to below normal temperatures. Peltier is able to maintain temperature conditions until it is stable at 32 degrees Celsius by receiving light intensity. For light variations, researchers use halogen lamps which will function as heat providers. Solar light is capable of providing lighting intensity ranging from 0 - 100%. However, in this test we only use 3 conditions, namely light intensity of 30%, 60% and 100%. This test also aims to determine the effect of the voltage produced by solar panels on changes in light and also to determine the effect of the voltage produced by solar panels on changes in temperature and to determine the effect of changes in temperature on changes in light intensity. This tool is expected to be able to provide test results that can be used as a reference in measuring solar panels in real conditions.*

**Keywords** : Solar Test Simulator, Light Variations, Solar Panels, Peltier Elements

### PENDAHULUAN

Penerapan pengujian panel surya menggunakan sistem pendinginan termoelektrik meningkat dengan aktifitas penyederhanaan yang dilakukan[1]. Penerapan peralatan pengujian panel surya dengan beberapa metode menggunakan variasi suhu berbagai sumber cahaya yang ada saat ini seperti lampu pijar, led dan halogen dilakukan menggunakan peralatan yang disebut solar test simulator[2][3]. Pengujian dilakukan untuk memperoleh kinerja panel surya yang sesuai dengan kebutuhan instalasi sesuai kebutuhan kapasitas daya berdasarkan suhu pada permukaan panel surya[4][5].

Perubahan nilai keluaran panel surya terhadap kapasitas penggunaan sumber energi dapat diperlihatkan melalui kurva karakteristik yang ditampilkan pada layar monitor. Tampilan kurva karakteristik panel surya mampu memberikan informasi mengenai kapasitas suatu panel surya secara menyeluruh. Pengetahuan terhadap peralatan pengujian panel surya yang dapat memberikan informasi secara menyeluruh dilakukan agar diperoleh produk terapan berupa solar test simulator melalui rangkaian sederhana dengan pengukuran terhadap faktor pengisian kapasitor. Perhitungan arus dan tegangan pada kapasitor sesaat proses switching terjadi telah memberikan informasi yang sangat baik dengan memperlihatkan hasil yang menyeluruh. Masalah mahalnya peralatan pengujian mesti dijawab melalui perancangan alat yang akan dibuat[6][7].

Perancangan teknologi terapan dengan mengimplementasikan rangkaian sistem switching dengan pengukuran pada sistem pengisian kapasitor akan memberikan kontribusi terhadap teknologi penerapan sistem perekaman data melalui perhitungan faktor pengisian kapasitor yang digunakan. Luaran penelitian ini berupa paten sederhana terdaftar serta luaran tambahan pada jurnal maupun konferensi dalam bidang teknik elektro

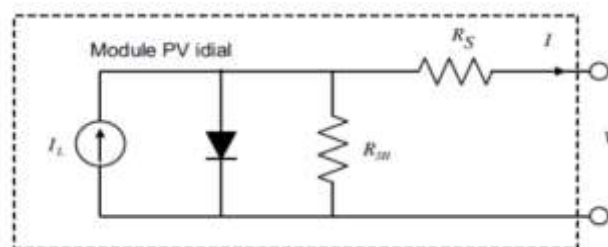
### Fokus Bidang Kajian

Jurnal TrekRiTel (Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi) menerima naskah bidang teknik elektro mencakup beberapa bidang diantaranya;

1. Telecommunication Modulasi dan pemrosesan sinyal untuk telekomunikasi, teori informasi dan pengkodean, antena dan propagasi gelombang, komunikasi bergerak dan nirkabel, komunikasi radio, gelombang mikro, radar, platform terdistribusi, sistem dan jaringan komunikasi, layanan telematika, jaringan keamanan, dll.
2. Electrical Engineering & Electronics Material teknik elektro, pembangkitan sumber tenaga listrik, transmisi dan distribusi, elektronika daya, kualitas daya, power economic, FACTS, energi terbarukan, electromagnetic compatibility, teknologi insulasi tegangan tinggi, high voltage apparatuses, deteksi dan proteksi petir, analisis sistem tenaga, SCADA, pengukuran listrik, material elektronik, sistem mikroelektronik, Design and Implementation of Application Specific Integrated Circuits (ASIC), Desain VLSI, Biomedical Transducers and instrumentation, biomekanik dan teknik rehabilitasi, Transistor, MOSFET, CMOS, dll.
3. Computing and Informatics. Arsitektur komputer, Parallel and Distributed Computer, Pervasive Computing, jaringan komputer, Embedded System, Human—Computer Interaction, Virtual/Augmented Reality, keamanan komputer, Software Engineering (Software: Lifecycle, Management, Engineering Process, Engineering Tools and Methods), pemrograman, Data Engineering, Knowledge Based Management System, Knowledge Discovery in Data, Pemodelan trafik jaringan, pemodelan kinerja, Dependable Computing, High Performance Computing, Computer Security, Human-Machine Interface, sistem stokastik, teori informasi, sistem cerdas, IT Governance, Networking Technology, teknologi komunikasi optik, Next Generation Media, Robotic Instrumentation, mesin pencari informasi, keamanan multimedia, Computer Vision, Information Retrieval, sistem komputasi terdistribusi, Mobile Processing, Next Generation Network, keamanan jaringan komputer, Natural Language Processing, Cognitive Systems, SDN, dll.
4. Instrumentation & Control, kendali optimal, kendali adaptiv, robust Controls, kendali stokastik dan non-linier, identifikasi dan pemodelan, robotika, Image Based Control, Hybrid and Switching Control, optimisasi dan penjadwalan, kendali dan sistem cerdas, kecerdasan buatan dan sistem pakar, jaringan syaraf tiruan dan logika fuzzy, Complex Adaptive Systems, dll.

### Model Kinerja Sel Surya

Model kinerja sel surya yang dilakukan sebenarnya diperkenalkan melalui piranti semikonduktor. Sebuah contoh, ketika cahaya bersentuhan dengan sel surya dan diserap oleh bahan semikonduktor maka terjadinya pelepasan energi yang menyebabkan aliran medan listrik berubah. Untuk mendekati kinerja dari sel surya tersebut, perlu dilakukan pengembangan melalui model matematik untuk menirukan solar sel. Berbagai bentuk\_rangkaian persamaan pada sel surya yang memuat seluruh data pada gambar berikut ini[8] (Situmorang & Pasasa, 2011).



Gambar 1 Rangkaian ekuivalen 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 ekuivalen sel surya (Ampere)

$I_o$  = arus saturasi *reverse* (Ampere)

$n$  = faktor ideal dioda

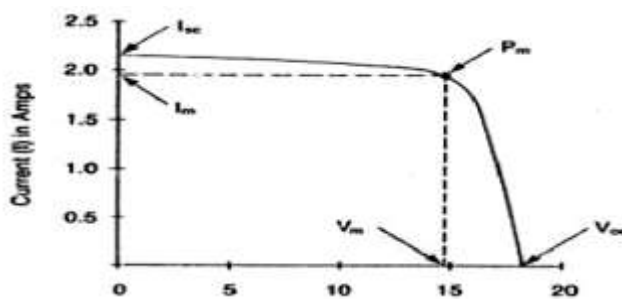
$q$  = faktor pengisian elektron ( $1.602 \cdot 10^{-19}$  C)

$k$  = konstanta Boltzman ( $1.3806 \cdot 10^{-23}$  J.K<sup>-1</sup>)

$T$  = temperatur sel surya (°K)

### Kurva Karakteristik Arus dan Tegangan Sel Surya

Tegangan sel surya merupakan suatu bahan semikonduktor melalui penggunaan tegangan sel surya yang dipakai terhadap pancaran matahari yang dihasilkan. Ketergantungan dari cahaya sinar matahari pada saat cuaca cerah atau mendung. Karakteristik yang dimiliki juga dapat digambarkan oleh kurva arus dan tegangan, seperti terlihat pada gambar berikut [9].



Gambar 2. Kurva I – V pada sel surya

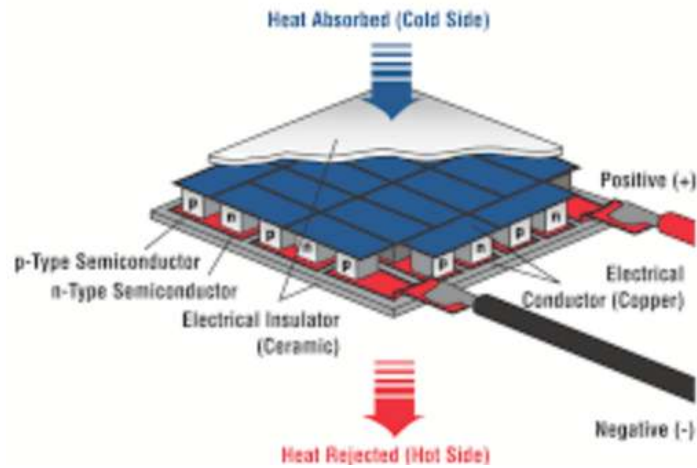
### Elemen Peltier

Thermo Electric cooler (TEC) / Peltier adalah komponen elektronika yang menggunakan efek Peltier untuk membuat aliran panas (heat flux) pada sambungan (junction) antara dua jenis material yang berbeda. Komponen ini bekerja sebagai pompa panas aktif dalam bentuk padat yang memindahkan panas dari satu sisi ke sisi permukaan lainnya yang berseberangan, dengan konsumsi energi listrik tergantung pada arah aliran arus listrik. Komponen ini dikenal dengan nama Peltier device, Peltier heat pump, solid state refrigerator, atau thermoelectric cooler (TEC).



Gambar 3 Bentuk Peltier (TEC)

*Thermo-Electric* dibangun oleh dua buah semikonduktor yang berbeda, satu tipe N dan yang lainnya tipe P. (mereka harus berbeda karena mereka harus memiliki kerapatan elektron yang berbeda dalam rangka untuk bekerja). Kedua semikonduktor diposisikan paralel secara termal dan ujungnya digabungkan dengan lempeng pendingin biasanya lempeng tembaga atau aluminium.



Gambar 4 Proses Pemindahan Panas.

Dalam prakteknya banyak pasangan *Thermo-Electric* (pasangan) seperti dijelaskan diatas, yang terhubung paralel dan diapit dua buah pelat keramik dalam sebuah *Thermo-Electric* tunggal. Sedangkan besarnya perbedaan suhu panas dan dingin adalah sebanding dengan arus dan jumlah pasangan semikonduktor di unit.

## METODE

Pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan perancangan desain peralatan *solar test simulator* dengan kapasitas pengukuran sebuah panel surya selanjutnya melakukan menentukan posisi pencahayaan yang terdapat di dalam peralatan tersebut untuk memperoleh hasil yang terbaik. Pengkondisian suhu permukaan panel surya selanjutnya dengan pengaturan tegangan pada elemen peltier yang digunakan. Langkah selanjutnya setelah pengkondisian suhu maka pengukuran dilakukan untuk memperoleh hasil terhadap pemanfaatan panel surya secara terperinci dengan menggunakan metode perhitungan faktor pengisian kapasitor untuk memperoleh kurva karakteristik yang ada kemudian ditampilkan pada monitor yang dirancang pada peralatan



Gambar 5. Desain rancangan sistem elemen peltier

Penelitian ini dilakukan berupa perancangan peralatan pengujian panel surya. Beberapa modifikasi dilakukan seperti pengaturan jarak elemen peltier serta kemiringan letak papan panel surya akan memberikan beberapa kondisi sesuai dengan proses pemanfaatan cahaya secara menyeluruh. Adapun gambar prototype alat *Solar test simulator* panel surya terdapat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 6. Desain rancangan 3D tampak dalam posisi depan

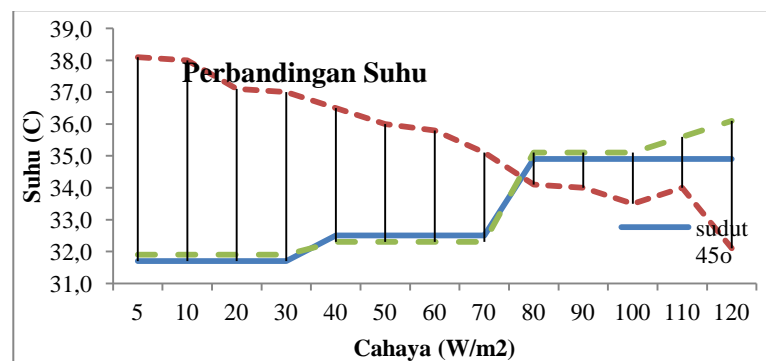
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran menunjukkan hasil yang sesuai dengan datasheet panel surya tersebut. Pengujian menggunakan dua buah Panel surya yang dirangkai secara seri dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengukuran

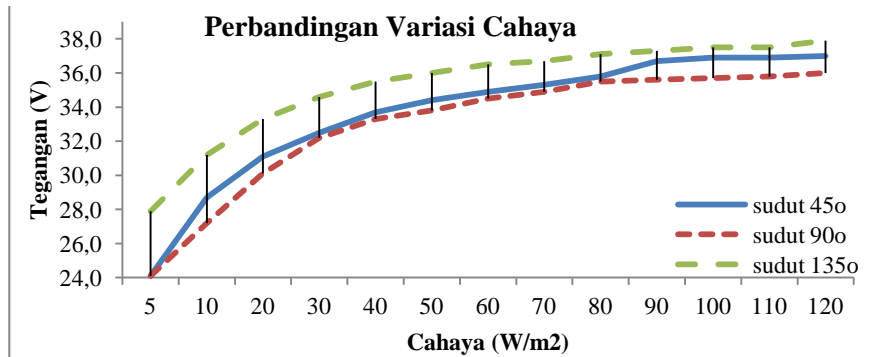
Suhu (Celcius)		Cahaya (%)	Arus (I)	Tegangan (V)	W/B	Lux
31,9	36,3	30	21,3	0,40	222,2	727
		60	20,8	0,62	675,8	1340
		90	21,9	0,87	1008,7	4618
32,3	39,2	30	20,4	0,36	222,2	727
		60	20,9	0,55	663,6	1381
		90	21,4	0,88	1008,7	4618
32,6	44	60	20,7	0,48	663,6	1381
		90	21,4	0,86	1008,7	4618

Table diatas menerangkan parameter bahwa peltier mampu menahan suhu ruangan pada suhu 42,2 °C secara stabil. Hal ini mempengaruhi nilai arus dan tegangan yang dikeluarkan oleh panel surya 50 Wp. Nilai tegangan yang dikeluarkan pada suhu 31,9 derajat semakin tinggi sejalan dengan naiknya intensitas Cahaya dari 30% sampai 90%. Sam halnya dengan suhu 32,3 derajat yang berbanding lurus dengan suhu 32,6 derajat. Perbandingan kenaikan suhu dan intensitas penerangan Cahaya akan kita lihat pada grafik perbandingan dibawah ini



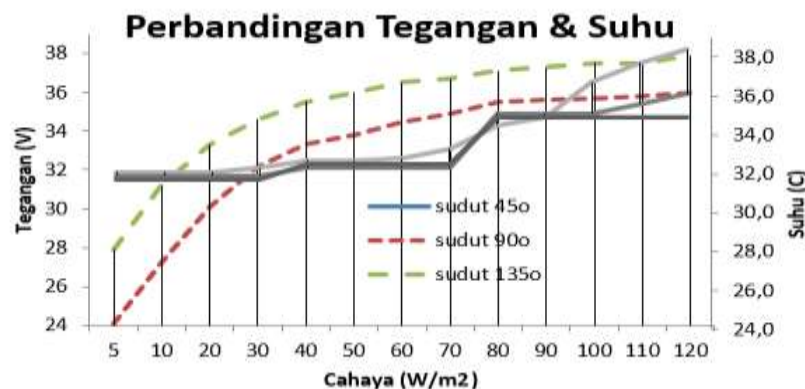
Gambar 7. Perbandingan Suhu Solar Test Simulator panel surya terhadap variasi cahaya

Perbandingan Suhu Solar Test Simulator panel surya terhadap jarak Cahaya yang terjadi pada Solar Tes Simulator panel surya pada sudut jarak cahaya 5% sampai 40% akan mangasilkan tegangan yang kecil sedangkan dari 40% sampai 70% tegangan mulai naik karena variasi Cahaya yang mulai mendekati panel surya mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan. Pada jarak Cahaya terdekat nilai tegangan mancapai nilai puncak yaitu 22V dengan jarak Cahaya yang 33 cm. Dapat dilihat bahwa besaran Suhu Peltier dan jarak Cahaya yang terjadi akan mempengaruhi tinggi rendahnya tegangan yang dihasilkan. Perubahan perbandingan suhu berbanding terbalik dengan tegangan yang dihasilkan.



Gambar 8. Perbandingan Variasi Cahaya Solar Test Simulator panel surya terhadap suhu

Dari gambar Gambar perbandingan variasi Cahaya Solar Test Simulator panel surya terhadap suhu yang terjadi pada Solar Tes Simulator panel surya pada sudut jarak cahaya 5% sampai 50% akan mangasilkan tegangan yang kecil sedangkan dari 40% sampai 70% tegangan mulai naik karena jarak Cahaya yang mulai mendekati panel surya mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan. Pada jarak Cahaya terdekat nilai tegangan mancapai nilai puncak yaitu 20V dengan jarak Cahaya yang 33 cm. Dapat dilihat bahwa besaran Suhu Peltier dan Variasi Cahaya yang terjadi akan mempengaruhi tinggi rendahnya tegangan yang dihasilkan. Nilai tegangan yang dihasilkan berbanding lurus dengan kenaikan suhu dan Variasi Cahaya lampu yang diterima panel surya seperti yang kita dapat lihat pada grafik diatas.



Gambar 9. Perbandingan Suhu dan jarak Cahaya Solar Test Simulator panel surya

Dari gambar Gambar perbandingan Suhu dan Cahaya yang terjadi pada Solar Tes Simulator panel surya pada cahaya 0% sampai 100%, pada jarak 31 cm suhu akan meningkat dan peltier akan bekerja extra untuk menurunkan tegangan sehingga tegangan yang dihasilkan akan tidak maksimal. Sedangkan pada jarak Cahaya posisi tertinggi atau terjauh suhu pertier akan terus bekerja sampai kondisi terdingin yang mengakibatkan panel surya mampu mengeluarkan tegangan 100% yaitu pada 20 V. jarak lampu berbanding lurus dengan suhu, sedangkan tegangan yang dihasilkan berbanding lurus seperti grafik diatas.



## KESIMPULAN

Hasil pengembangan pengumpulan data dilakukan dengan beberapa pertimbangan yang telah dirancang. Pengujian dengan menggunakan sebuah panel surya dan peltier dengan kapasitas energy yang dibangkitkan panel surya berdasarkan datasheet. Pengembangan yang dilakukan pada perancangan alat ini berupa pengaturan terhadap variasi suhu dengan variasi cahaya. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa peltier mampu menjaga suhu 32 derajat celcius pada kondisi Cahaya 30% , 60% dan 90% dari variasi Cahaya lampu yang diberikan. Rata-rata selisih perbandingan suhu dan Cahaya adalah 35%. Hal ini dapat dilihat pada data yang telah diumpulkan dengan kesimpulan bahwa semakin dingin suhu ruangan maka semakin besar tegangan yang dihasilkan. Berbanding lurus dengan suhu, nilai tegangan akan semakin besar jika intensitas Cahaya yang diterima panel surya semakin besar. Oleh sebab itu peltier sangat penting untuk menjaga suhu panel surya tetap normal pada saat menerima panas dari intensitas Cahaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. S. Sumbodo, M. R. Kirom, and P. Pangaribuan, "Efektivitas Pendingin Menggunakan Termoelektrik Pada Panel Surya," *eProceedings Eng.*, vol. 5, no. 3, 2018.
- [2] S. U. HASANAH, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS DAN TEGANGAN PADA PANEL SURYA".
- [3] S. Faza, I. Hajar, and A. Azis, "Analisis Pengaturan Jarak Cahaya Lampu Halogen Pada Rancang Bangun Solar Test Simulator," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 6, no. 2, pp. 301–307, 2023.
- [4] R. KARANGAN, "OPTIMASI JARINGAN TRANSMISI DENGAN PEMASANGAN KONDENSOR SINKRON".
- [5] T. Liu *et al.*, "Combined photothermal and photodynamic therapy delivered by PEGylated MoS<sub>2</sub> nanosheets," *Nanoscale*, vol. 6, no. 19, pp. 11219–11225, 2014.
- [6] E. López-Fraguas, J. M. Sánchez-Pena, and R. Vergaz, "A low-cost LED-based solar simulator," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 68, no. 12, pp. 4913–4923, 2019.
- [7] M. H. Elshorbagy, B. García-Cámara, E. López-Fraguas, and R. Vergaz, "Efficient light management in a monolithic tandem perovskite/silicon solar cell by using a hybrid metasurface," *Nanomaterials*, vol. 9, no. 5, p. 791, 2019.
- [8] J. Situmorang and A. L. Pasasa, "Pemanfaatan Karakteristik Sel Surya Sebagai Media Pembelajaran Fisika Listrik Dinamis," *Pros. Simp. Nas. Inov. Pembelajaran dan Sains (2011).(SNIPS 2011)*, pp. 22–23, 2011.
- [9] B. Søren Bækthøj Kjær, *Aalborg Ph.D, Thesis - Design and Control of an Inverter for Photovoltaic Applications*. 2005.