

## STUDI EKSPERIMEN TERHADAP PANEL SURYA DAN INVERTER

Prian Gagani Chamdareno<sup>1</sup>, Budiyanto<sup>2</sup>, Fadlioni<sup>3</sup>, Haris Isyanto<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jalan Cempaka Putih Tengah 27, 10510

E-mail address : prian.gagani@ftumj.ac.id

### ABSTRAK

Energi surya telah menjadi objek populer penelitian dalam bidang energi terbarukan. Latar belakang dari penelitian ini adalah bahwa ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin sedikit mengakibatkan kebutuhan terhadap sumber energi baru meningkat. Salah satu sumber energi baru adalah sinar matahari yang ketersediaannya sangat melimpah terutama pada daerah yang terletak di garis khatulistiwa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik tegangan arus searah yang kemudian dikonversikan ke tegangan arus bolak balik. Sebuah eksperimen panel surya telah dilakukan. Metode yang dilakukan adalah dengan memaparkan panel surya terhadap sinar matahari lalu luaran dari panel surya dimasukkan ke converter. Ketika iradiasi meningkat dari 198 W/m<sup>2</sup> ke 990 W/m<sup>2</sup>, arus short circuit dan arus saat daya mencapai maksimum, masing-masing meningkat ke 0,7 A dan 0,6 A. Sementara itu, tegangan open circuit meningkat sangat sedikit sekali ke 20 V. Daya maksimum meningkat ke 11 W saat iradiasi naik ke 990 W/m<sup>2</sup>. Tegangan baterai meningkat, sementara itu arus berkurang selama pengisian. Tegangan bermula dari 12,6 V dan meningkat secara drastis ke 12,8 V dalam 30 menit sebelum menjadi hampir konstan selama 2 jam. Lalu, ia meningkat secara cepat ke nilai maksimum sekitar 13,6 V dalam 1,5 jam. Di sisi lain, arus bermula di sekitar 0,45 A dan berkurang secara perlahan ke 0,3 A dalam 3 jam sebelum ia jatuh secara drastis ke 0,1 A dalam waktu 1 jam. Kesimpulan yang didapat adalah bahwa energi sinar matahari berhasil dikonversikan ke energi listrik arus searah yang kemudian disimpan dalam baterai lalu diubah ke arus bolak balik dengan memakai converter.

**Kata kunci:** panel, surya, inverter, konversi

### ABSTRACT

*Recently, solar energy has become a popular object of research in renewable energy because of its advantages. An experiment of solar panel was carried out. When the irradiance increased from 198 W/m<sup>2</sup> to 990 W/m<sup>2</sup>, the short circuit current and the maximum power point current increased to 0.7 A and 0.6 A respectively. Meanwhile, the open circuit voltage increased very slightly to 20 V. The maximum power increased to around 11 W when the irradiance rose to 990 W/m<sup>2</sup>. The voltage of battery increased over the charging time while the current of battery decreased during the charging. With regards to the voltage, it began at around 12.6 V and rose rapidly to 12.8 V in 30 minutes before remaining almost constant for 2 hours. It then increased rapidly to the maximum around 13.6 V in 1.5 hours. On the other hand, the current started at about 0.45 A and fell slightly to 0.3 A in 3 hours before falling dramatically to about 0.1 A in 1 hour.*

**Keywords :** panel, solar, inverter, conversion

### PENDAHULUAN

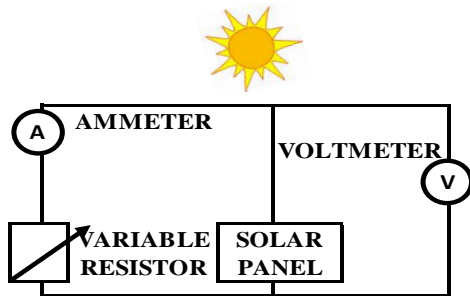
Saat ini, sekitar 80% dari energy kita datang dari bahan bakar fosil yang menghasilkan polutan dan gas rumah kaca ketika mereka dikonversikan ke dalam energy listrik (Tobnaghi et al, 2013). Sumber energy terbarukan seperti surya air dan biomassa isa menjadi solusi karena kelebihannya seperti ketersediaannya yang melimpah, gratis dan ramah lingkungan dan ketersediaannya sepanjang tahun (Bilal et al. 2016). Dibandingkan dengan sumber energy terbarukan lainnya, energy surya memiliki banyak kelebihan seperti kebersihannya,

ketenangannya, keamanannya dan tidak menghasilkan polusi (Chinnammai, 2013). Iradiasi surya sekitar 1000 W/m<sup>2</sup> harus dikonversikan ke dalam bentuk energy listrik sebelum digunakan (Ugwuoke et al, 2012). Divais elektronik yang mengonversikan energy cahaya menjadi energy listrik disebut sel surya yang pada umumnya diklasifikasikan menjadi 3 jenis yakni sel surya mono crystalline (mono-Si), sel surya polycrystalline (poly-Si) dan sel surya film (Sharma et al, 2015). Silikon merupakan material semikonduktor utama untuk memproduksi sel surya mono crystalline dan sel surya polycrystalline yang sensitive terhadap perubahan suhu dan bisa mencapai

efisiensi sekitar 30 %, sementara itu CdTe dan CiGs digunakan untuk memfabrikasi sel surya film tipis yang lebih kuat terhadap suhu tinggi tetapi memiliki efisiensi yang lebih rendah yakni sebesar 20 % (Fathi et al. 2015). Efisiensi sel surya sangat dipengaruhi oleh banyak factor seperti rugi resistif, rugi pembawa minoritas, rugi foton, rugi panas joule dan rugi optic (Blakers et al. 2013). Sementara itu, kinerja sel surya akan turun ketika suhu naik (Biodun et al. 2017).

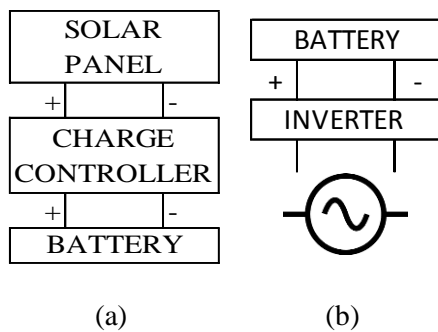
**BAHAN DAN METODE**

Iradiasi surya biasanya diukur dengan solarimeter yang ditempatkan pada permukaan datar. Pengukuran karakteristik listrik ditunjukkan pada Gambar 1 dengan memakai sebuah ammeter, voltmeter, potensiometer dan box resistor (Iqbal et al. 2016). Loading sangat tidak baik pada saat pengukuran sehingga diperlukan voltmeter dengan impedansi yang tinggi dan ammeter dengan impedansi yang kecil (Tyler et al. 2017).



Gambar 1 Skematik pengukuran.

Gambar 2 menunjukkan cara untuk mengisi baterai dari panel surya dan cara untuk menginversikan arus DC ke arus AC.



Gambar 2 Skematik dari (a) pengisian baterai dan (b) pengonversian DC dan AC.

Persamaan 1 memberikan fill factor yang didefinisikan sebagai hasil bagi dari  $V_{MP}I_{MP}$  terhadap  $V_{OC}I_{SC}$  (Saffar et al. 2014). Sementara persamaan 2 adalah arus keluaran dari sel surya dimana  $I_{ph}$  adalah arus foto dan  $I_d$  adalah arus jenuh balik sel. Lalu,  $q$  adalah muatan electron,  $V$  adalah tegangan,  $k$  adalah tetapan Boltzman,  $T$  adalah suhu dan  $A$  adalah factor keidealan (Aldihani et al. 2014). Hasil kali dari  $V$  dan  $I$  yang merupakan daya keluaran diberikan pada persamaan 3. Persamaan 4 adalah efisiensi dari sel surya dengan  $V_{oc}$  dan  $I_{sc}$  masing-masing adalah tegangan sirkuit terbuka dan arus sirkuit tertutup.  $P_{INPUT}$  adalah daya cahaya masuk.

$$FF = \frac{V_{MP} \times I_{MP}}{V_{OC} \times I_{SC}} \tag{1}$$

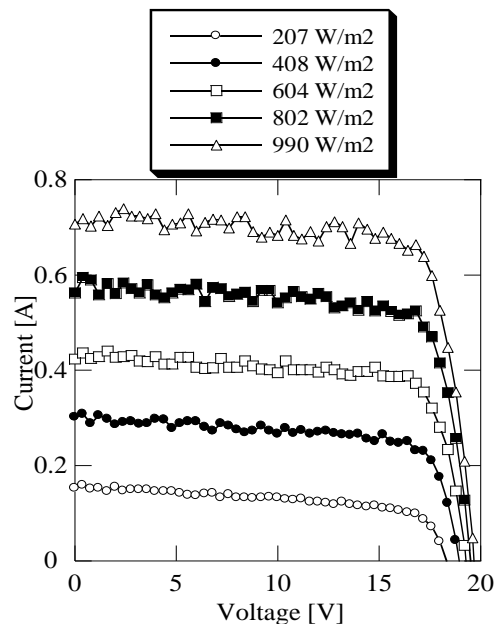
$$I = I_{ph} - I_d \left[ \exp\left(\frac{qV}{kTA}\right) - 1 \right] \tag{2}$$

$$P = V \times I \tag{3}$$

$$\eta = \frac{P_{MAX}}{P_{INPUT}} = \frac{FF \times V_{OC} \times I_{SC}}{P_{INPUT}} \tag{4}$$

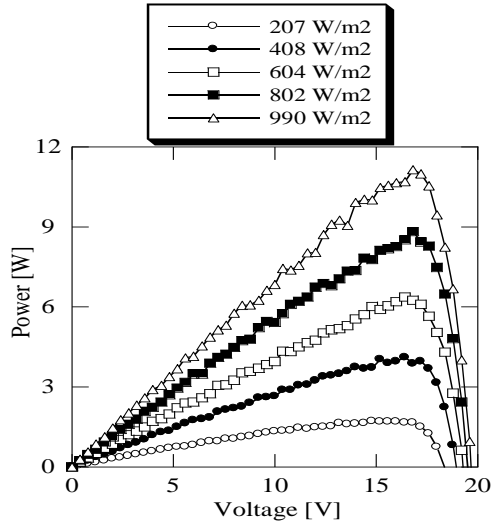
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Ketergantungan kurva arus tegangan terhadap iradiasi ditunjukkan pada Gambar 3. Hasilnya menunjukkan bahwa ketika iradiasi naik dari 198 W/m<sup>2</sup> ke 990 W/m<sup>2</sup>,  $I_{SC}$  dan  $I_{MP}$  masing-masing naik ke 0,7 A and 0,6 A. Sementara itu,  $V_{OC}$  naik sedikit ke 20 V.



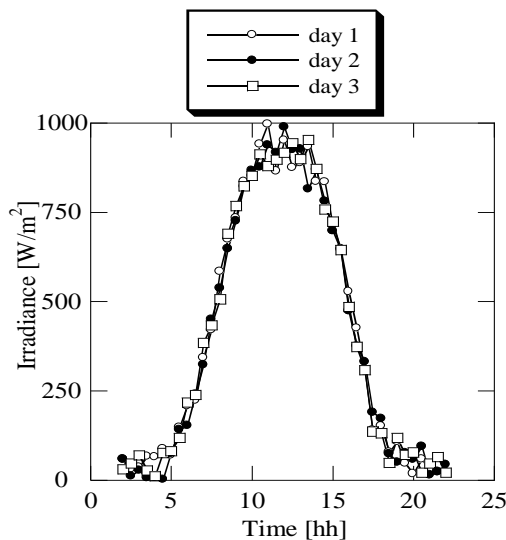
Gambar 3 Kurva arus terhadap tegangan.

Ketergantungan kurva daya tegangan terhadap iradiasi ditampilkan pada Gambar 4. Daya maksimum naik ke 11 W ketika iradiasi naik ke 990 W/m<sup>2</sup>.



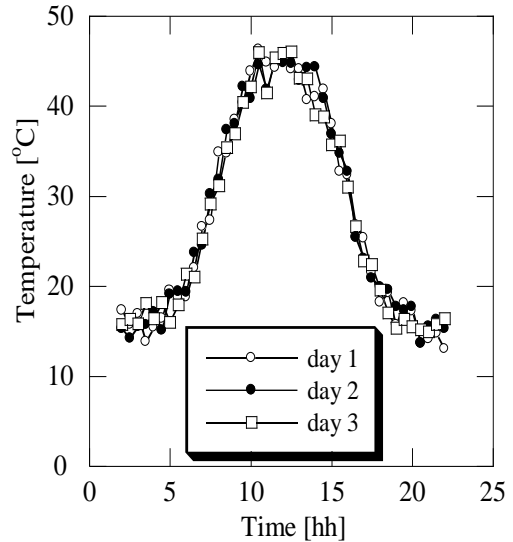
Gambar 4 Kurva daya terhadap tegangan.

Gambar 5 mengilustrasikan bagaimana iradiasi surya berubah dalam 1 hari dari jam 2 sampai jam 22. Satuannya diukur dalam W/m<sup>2</sup>. Secara keseluruhan, iradiasi pada hari ke-1, 2 dan 3 memiliki pola yang sama. Iradiasi dimulai dibawah 125 W/m<sup>2</sup> pada jam 2 lalu mencapai puncak di 950 W/m<sup>2</sup> pada jam 12 sebelum turun secara drastic ke bawah 100 W/m<sup>2</sup> pada jam-jam terakhir.



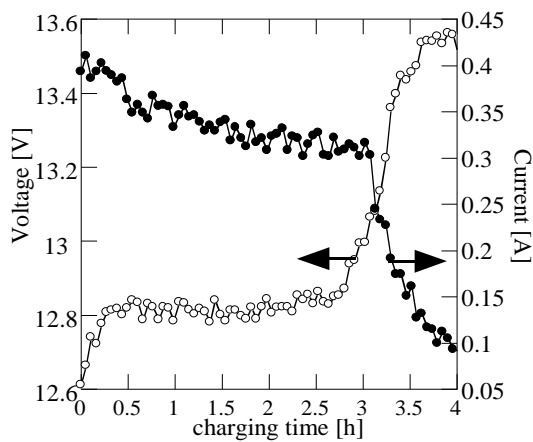
Gambar 5 Iradiasi surya harian.

Gambar 6 menunjukkan bagaimana suhu permukaan panel berubah selama 20 jam diantara jam 2 dan jam 22. Satuan diukur dalam derajat celsius. Secara keseluruhan, suhu hari ke-1, 2 dan 3 mengikuti pola yang sama. Pada jam 2, suhu mulai dari sekitar 15°C dan memuncak di 45°C pada jam 12 sebelum jatuh secara dramatis 15°C di jam-jam terakhir.



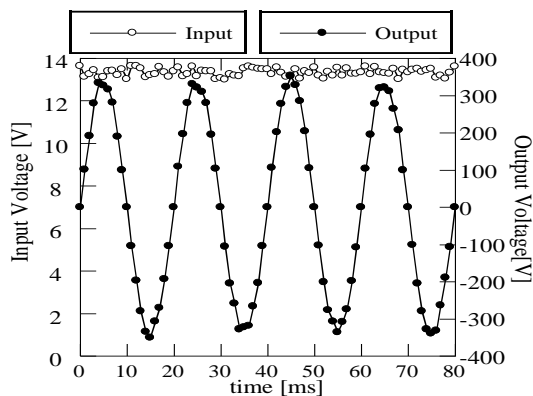
Gambar 6 Suhu permukaan panel harian.

Gambar 7 menunjukkan perubahan tegangan dan arus selama pengisian sel selama 4 jam pengisian. Secara keseluruhan, tegangan meningkat sementara arus turun selama pengisian. Untuk tegangan, ia mulai dari 12,6 V dan meningkat secara cepat ke 12,8 V dalam 30 menit sebelum menjadi konstan selama 2 jam. Lalu, tegangan naik secara cepat lagi ke 13,6 V dalam 1,5 jam. Di sisi lain, arus mulai dari sekitar 0,45 A dan jatuh sedikit ke 0,3 A dalam 3 jam sebelum jatuh secara signifikan ke 0,1 A dalam waktu 1 jam.



Gambar 7 Karakteristik pengisian baterai.

Gambar 8 menunjukkan bagaimana tegangan masuk dan tegangan keluar pada inverter berubah selama 80 ms. Secara keseluruhan, tegangan masuk hampir constant dan tegangan keluar berosilasi secara periodis.



Gambar 8 Keluaran AC dan masukan DC pada inverter.

## KESIMPULAN

Sebuah eksperimen dari panel surya telah dilakukan. Ketika iradiasi naik dari 198 W/m<sup>2</sup> ke 990 W/m<sup>2</sup>, arus sirkuit pendek dan arus pada titik daya maksimal masing-masing naik ke 0,7 A dan 0,6 A. Sementara itu, tegangan siruit terbuka naik sedikit sekali ke 20 V. Daya maksimum naik ke sekitar 11 W ketika iradiasi naik ke 990 W/m<sup>2</sup>. Tegangan baterai naik selama pengisian dan arus baterai turun selama pengisian.

## TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan untuk Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta karena telah mandanai tulisan ini

melalui skema Hibah Penelitian Internal PAKARTI dengan nomor kontrak 77k/FT-UMJ/V/2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldihani, A., A. Aldossary, S. Mahmoud, R.K.AL-Dadah. 2014. The Effect of Cooling on the Performance of Photovoltaic Cells under Dusty Environmental Conditions. *Energy Procedia*, 61, 2383-2386.
- Bilal, M., Muhammad Naeem Arbab, Muhammad Zain Ul Abideen Afridi, Alishpa Khattak. 2016. Increasing the Output Power and Efficiency of Solar Panel by Using Concentrator Photovoltaics (CPV). *International Journal of Engineering Works*, 3 (12), 98-102.
- Blakers, A., Ngwe Zin, Keith R. McIntosh, Kean Fong. 2012. High Efficiency Silicon Solar Cells. *Energy Procedia*, 33, 1-10.
- Fathi, M., Mahfoud Abderrezek, Farid Djahli, Mohammed Ayad. 2015. Study of thin film solar cells in high temperature condition. *Energy Procedia*, 74, 1410 – 1417.
- Iqbal, S., Samia Afzal, Atta Ullah Mazhar, Hazeema Anjum, Anab Diyyan. 2016. Effect of Water Cooling on the Energy Conversion Efficiency of PV Cell. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 20(1), 122-128.
- Saffar, A. P., Bahman Deldadeh Barani. 2014. Thermal Effects Investigation on Electrical Properties of Silicon Solar Cells Treated by Laser Irradiation. *International Journal of Renewable Energy Development*, 3 (3), 184-187.
- Sharma, S. Kamlesh Kumar Jain, Ashutosh Sharma. 2015. Solar Cells: In Research and Applications—A Review. *Materials Sciences and Applications*, 6(12), 1145-1155.
- Tobnaghi, D. M., Rahim Madatov, Daryush Naderi. 2013. The Effect of Temperature on Electrical Parameters of Solar Cells. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 2 (12), 6404-6407.

- Tyler, K.J., Jeffrey A. Ivie, Jason Jaruvang, and Oliver L. A. Monti. 2017. Fast sensitive amplifier for two-probe conductance measurements in single molecule break junctions. *Review of Scientific Instruments*, 88(3).
- Ugwuoke, P.E., Okeke, C.E.. 2012. Performance Assessment of Three Different PV Modules as a Function of Solar Insolation in South Eastern Nigeria. *International Journal of applied Science and Technology*, 2(3), 319-327.