

Studi Eksperimental pada Emulator Surya Berdasarkan Intensitas Matahari Terhadap Unjuk Kerja Sel Surya 10 Wp Tipe *Polycrystalline*

*Hendry Sakke Tira, Abdul Natsir, Muhamad Saiful Anwar

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jl. Majapahit No. 62 Mataram Nusa Tenggara Barat Kode Pos:83125

*E-mail: hendrytira@unram.ac.id

Abstrak

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat merupakan indikator peningkatan kemakmuran, namun bersamaan dengan itu juga menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya, karena manusia hanya mengandalkan energi fosil yang tentunya persediaannya masih sangat terbatas dan semakin menipis. Indonesia terletak di daerah khatulistiwa sehingga memiliki intensitas penyinaran matahari yang baik sepanjang tahun. Kondisi penyinaran ini potensial untuk digunakan dalam pembangkitan listrik tenaga surya (PLTS). PLTS merupakan teknologi ramah lingkungan yang memanfaatkan energi sel surya fotovoltaik dengan cara mengkonversi energi cahaya yang dipancarkan oleh matahari menjadi energi listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh intensitas cahaya lampu terhadap arus titik daya maksimum (I_{mpp}), tegangan titik daya maksimum (V_{mpp}), daya maksimum power point (P_{mpp}), dan efisiensi dari panel surya 10 WP tipe *polycrystalline* pada alat *solar emulator*. Penelitian ini dilakukan dengan merubah intensitas cahaya lampu pada alat *solar emulator* berdasarkan intensitas cahaya matahari tanggal 17-25 Maret 2016. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa intensitas cahaya lampu mempunyai pengaruh terhadap I_{mpp} , V_{mpp} , P_{mpp} , dan Efisiensi dari panel surya 10 WP tipe *polycrystalline*. Semakin tinggi intensitas cahaya lampu maka semakin tinggi pula nilai I_{mpp} , V_{mpp} , P_{mpp} , dan efisiensi yang diperoleh. Efisiensi panel surya tertinggi diperoleh pukul 12:00-12:40 WITA pada tanggal 22 Maret 2016 sebesar 4,14 %.

Kata kunci: Emulator Surya, energi terbarukan, intensitas matahari, intensitas lampu

1. Pendahuluan

Peningkatan kebutuhan energi dapat merupakan indikator peningkatan kemakmuran, namun bersamaan dengan itu juga menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya, karena manusia hanya mengandalkan energi fosil yang tentunya persediaannya masih sangat terbatas dan semakin menipis. Karena tergolong tak terbarukan, maka akibat dieksploitasi terus-menerus, persediaan energi tersebut semakin berkurang dan tidak bisa diupayakan kembali keberadaannya. Oleh karena itu, bukan suatu hal yang mustahil jika di masa yang akan datang akan timbul masalah yang berkaitan dengan krisis energi [1].

Salah satu upaya untuk mengatasi krisis energi listrik adalah mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Oleh karena itu, para peneliti gencar untuk menemukan energi alternatif guna memenuhi kebutuhan energi listrik. Indonesia terletak di daerah khatulistiwa sehingga memiliki intensitas penyinaran matahari yang baik sepanjang tahun. Kondisi penyinaran ini potensial untuk digunakan dalam pembangkitan listrik tenaga surya (PLTS). PLTS merupakan teknologi ramah lingkungan yang memanfaatkan energi sel surya fotovoltaik dengan cara mengkonversi energi cahaya yang dipancarkan oleh matahari menjadi energi listrik. Potensi pengembangan PLTS di Indonesia sangat menjanjikan dilihat dari letak geografis Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa. Posisi ini menyebabkan ketersediaan sinar matahari hampir sepanjang tahun di seluruh wilayah Indonesia kecuali pada musim hujan dan saat awan tebal menghalangi sinar matahari [2].

Sel surya adalah salah satu alternatif pengganti yang dapat digunakan karena selain perawatan yang lebih mudah juga ramah terhadap lingkungan. Sel surya ini memanfaatkan cahaya matahari yang dirubah menjadi listrik. Intensitas cahaya yang dipancarkan dari matahari sangat berpengaruh terhadap efisiensi sel surya. Selain itu, banyak faktor-faktor lain yang mempengaruhi unjuk kerja sel surya seperti: kecepatan angin, suhu lingkungan, temperatur sel surya, sudut panel surya, serta karakteristik dari bahan sel surya tersebut [3].

Menurut Tanesab dkk., yang meneliti tentang pengaruh peningkatan intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran panel fotovoltaik menunjukkan bahwa peningkatan intensitas matahari mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap daya keluaran panel fotovoltaik [4]. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa dengan meningkatnya suhu permukaan panel surya yang diakibatkan oleh meningkatnya daya lampu halogen mengakibatkan terjadinya penurunan efisiensi panel surya. Penelitian dilakukan dengan mensimulasi sinar matahari dengan menggunakan lampu [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya lampu dan variasi sudut elevasi sumber cahaya terhadap output daya panel surya sebuah *solar emulator* yang didasarkan intensitas cahaya matahari tanggal 17-25 Maret 2016.

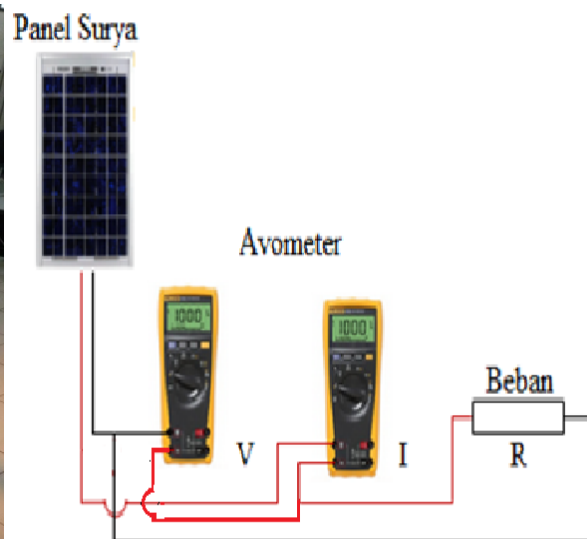
2. Material dan metodologi

Dalam melakukan penelitian sebuah solar emulator SX-310J tipe *Polycrystalline* digunakan dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Dimensi panel = 42,49 x 27,28 x 5 cm
- b. Sel per modul = 36 sel
- c. Daya output = 10 WP
- d. *Max power voltage* (V_{mpp}) = 16,8 Volts
- e. *Max Power Current* (I_{mpp}) = 0,59 Amps
- f. *Open Circuit Voltage* (V_{oc}) = 21 Volts
- g. *Short Circuit Current* (I_{sc}) = 0,65 Amps
- h. *Max System Voltage* = 50 Volts



Gambar 1. Alat pengujian



Gambar 2. Skema pengujian

Adapun alat-alat penelitian lain yang digunakan adalah multimeter, Lux meter, beban (*variable resistor*), pyranometer dan perangkat lunak (*software*) *Hobo Weather station*. Adapun perbandingan antara intensitas matahari dan intensitas lampu pada alat *solar emulator* dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Perbandingan antara intensitas matahari dan intensitas lampu pada alat Solar Emulator.

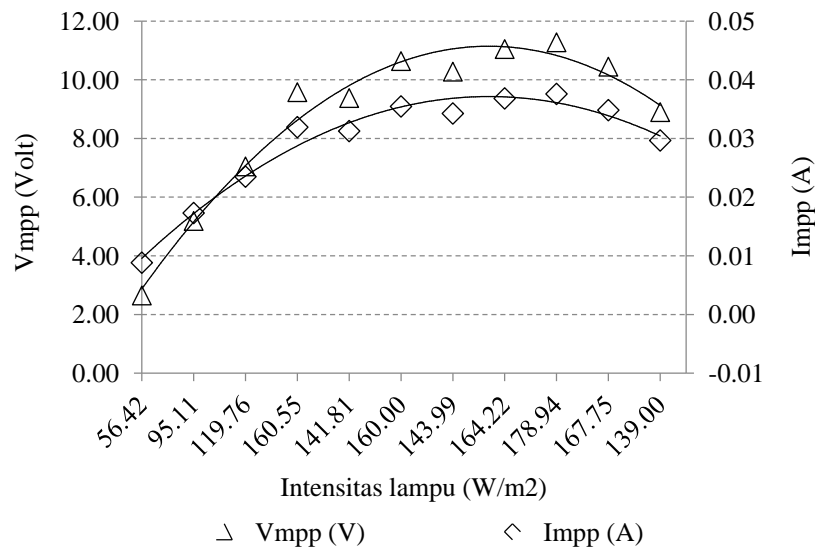
No	Radiasi Matahari (W/m^2)	Intensitas lampu (W/m^2)	Lux meter (Lux)
1	100	25.15	1311.87
2	200	50.29	2623.74
3	300	75.44	3935.61
4	400	100.58	5247.48
5	500	125.73	6559.35
6	600	150.88	7871.22
7	700	176.02	9183.09
8	800	201.17	10494.96
9	900	226.31	11806.83
10	1000	251.46	13126.00

Penelitian diawali dengan mengukur intensitas cahaya matahari bulan maret tahun 2016. Setelah itu mengukur nilai intensitas maksimal lampu pada emulator surya dengan menggunakan pyranometer dan Lux meter. Nilai intensitas maksimal lampu yang diperoleh pada pyranometer dan Lux meter selanjutnya dibagi 10 untuk mendapatkan nilai minimal intensitas lampu. Nilai intensitas maksimal pada pyranometer dibagi dengan nilai intensitas maksimal pada Lux meter untuk memperoleh nilai pengkonversi satuan Lux menjadi W/m^2 . Dengan demikian nilai intensitas cahaya lampu diperoleh dengan menginterpolasi nilai intensitas matahari yang telah diperoleh sebelumnya.

3. Hasil dan pembahasan

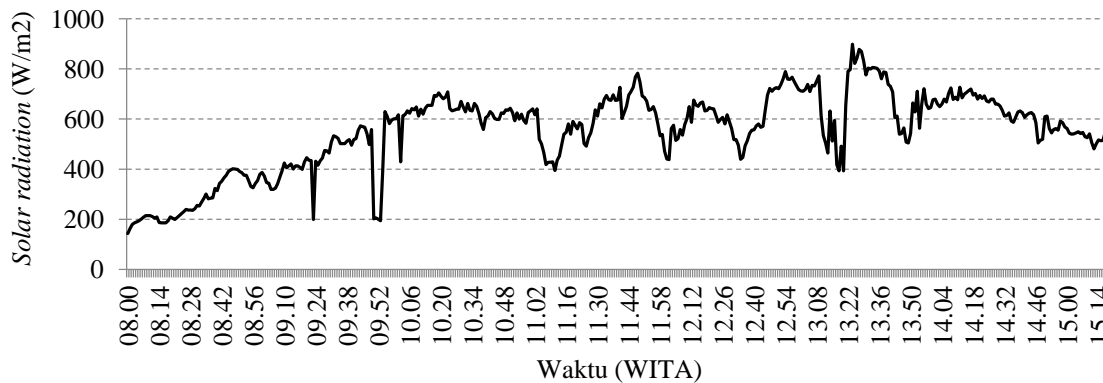
Gambar 3 menunjukkan bahwa intensitas cahaya lampu mempunyai pengaruh terhadap I_{mpp} dan V_{mpp} yang dihasilkan oleh panel surya. Semakin besar intensitas cahaya yang mengenai panel surya, maka I_{mpp} dan V_{mpp} yang dihasilkan oleh panel surya akan semakin besar. Hal ini dikarenakan pada saat sel surya terkena cahaya, maka terjadilah

hubungan elektron dan *hole* melalui bahan semikonduktor sehingga timbul aliran elektron pada satu arah dan juga timbul aliran *hole* pada satu arah yang berlawanan dan timbul aliran arus yang bila dihubungkan pada suatu beban akan menimbulkan tenaga listrik [5].



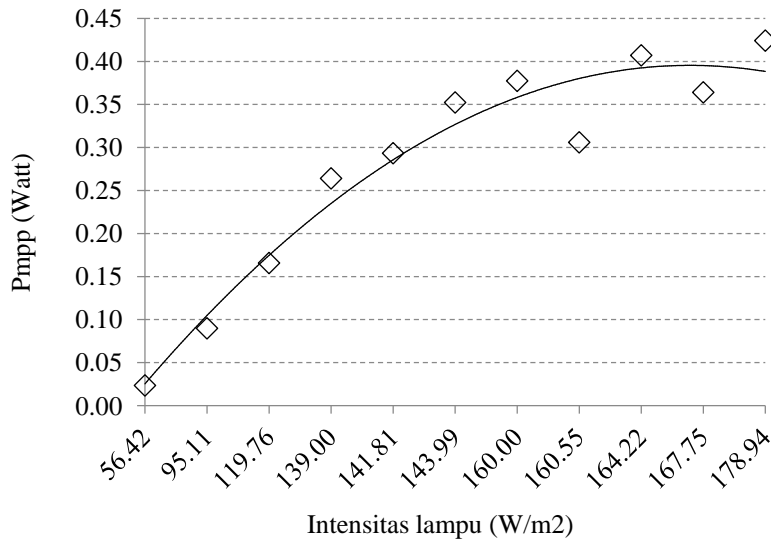
Gambar 1. Grafik hubungan intensitas lampu terhadap Impp dan Vmpp

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran intensitas matahari yang dilakukan pada tanggal 17 Maret 2016. Dari gambar terlihat bahwa besarnya intensitas akan semakin besar seiring dengan perubahan pergerakan matahari yang ditandai dengan waktu jam setempat. Intensitas akan mencapai maksimum pada sekitar pukul 13.30 WITA, namun intensitas berangsur-angsur akan menurun pada sore hari. Besarnya intensitas pada gambar selalu mengalami perubahan yang tidak konstan. Hal ini disebabkan adanya perubahan cuaca seperti adanya awan mendung dan hujan pada tanggal tersebut.



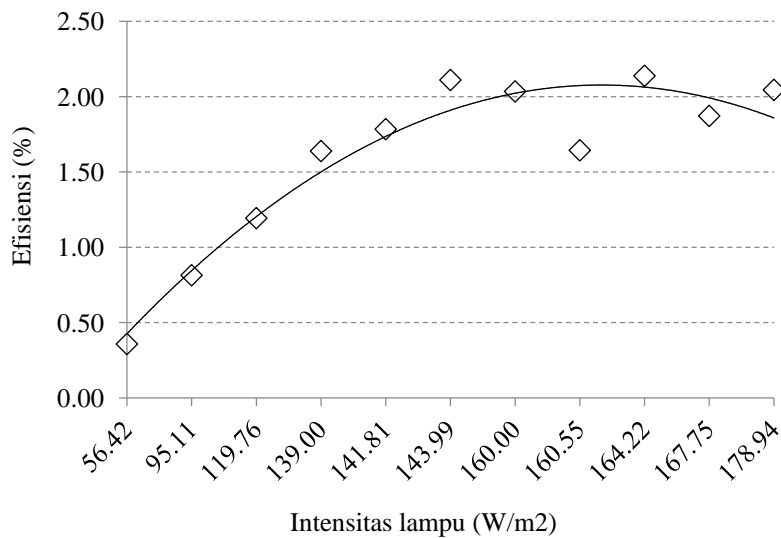
Gambar 4. Intensitas radiasi matahari pada tanggal 17 Maret 2016

Gambar 5 menunjukkan bahwa intensitas lampu mempunyai pengaruh terhadap daya maksimum *power point* (Pmpp). Dimana semakin besar nilai intensitas lampu yang mengenai permukaan panel surya, maka arus (Impp) dan tegangan (Vmpp) yang dihasilkan oleh panel surya pun akan meningkat. Pada penelitian ini hasil yang diperoleh sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Tanesab [4], yang hanya bergantung pada intensitas matahari saja dan tidak memperhitungkan pengaruh lingkungan yang juga mempengaruhi daya keluaran panel. Peningkatan intensitas matahari mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap daya keluaran panel fotovoltaik dimana semakin besar intensitas cahaya matahari maka daya keluaran panel fotovoltaik juga meningkat [6,7].



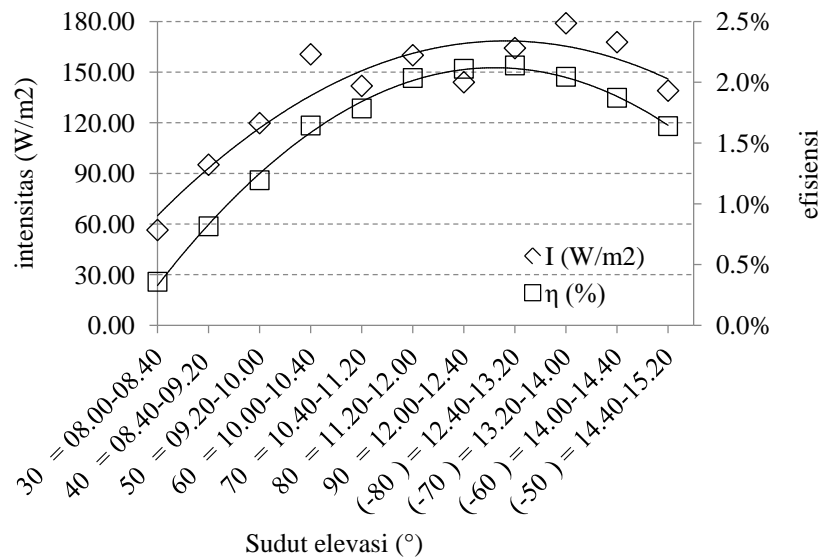
Gambar 5. Grafik hubungan intensitas lampu terhadap Pmpp

Gambar 6 juga menunjukkan bahwa intensitas mempunyai pengaruh terhadap efisiensi dari panel surya. Dimana semakin besar intensitas yang mengenai panel surya maka efisiensi yang akan dihasilkan oleh panel surya akan semakin besar. Daya listrik dipengaruhi oleh arus dan tegangan listrik, yang adalah hasil perkalian antara arus dengan tegangan listrik, sehingga semakin besar arus dan tegangan listrik, maka daya listrik yang dihasilkan semakin besar dan akan menghasilkan efisiensi yang semakin besar juga.



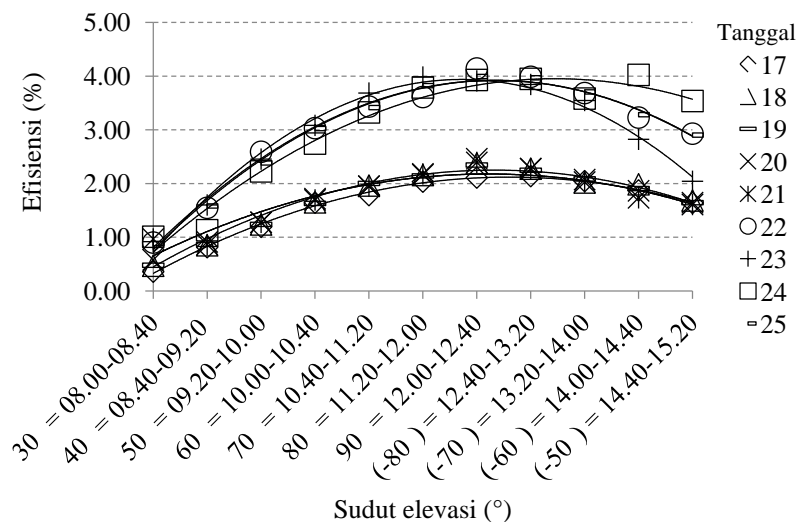
Gambar 6. Grafik hubungan intensitas lampu terhadap efisiensi

Gambar 7 memperlihatkan bahwa seiring dengan berjalannya waktu maka sudut elevasi matahari yang terbentuk akan semakin besar, yang puncaknya terjadi pada pukul 12.00, yang akan menyebabkan posisi matahari semakin tegak lurus dengan tempat pengambilan data. Hal ini menyebabkan intensitas yang mengenai tempat pengambilan data ini akan semakin besar atau dalam penelitian ini sudut elevasi lampu pada solar emulator akan semakin tegak lurus dengan panel surya yang menyebabkan intensitas yang mengenai permukaan dari panel surya akan meningkat juga.



Gambar 7. Grafik sudut elevasi terhadap intensitas dan efisiensi

Gambar 8 merupakan grafik hasil pengukuran sudut elevasi terhadap efisiensi per hari dari hasil pengambilan data setelah melakukan pengamatan di lapangan. Gambar tersebut menunjukkan bahwa seiring berjalannya waktu dari pukul 08:00 sampai 12:40 WITA terhadap pergerakan semu matahari maka efisiensi panel surya akan semakin tinggi. Namun demikian efisiensi panel surya kemudian menurun mulai pada pukul 12:40 sampai 15:20 WITA. Besarnya nilai intensitas pada masing masing waktu akan mempengaruhi I_{mp} dan V_{mp} yang juga akan mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya.



Gambar 8. Grafik hubungan sudut elevasi terhadap efisiensi perhari

Gambar 8 memperlihatkan sebuah perbedaan yang signifikan, dimana pada Gambar 8 yakni data per hari memiliki selisih nilai efisiensi yang beragam. Pada tanggal 17-21 Maret 2016 efisiensi yang tertinggi diperoleh sebesar 2,46 %, sedangkan pada tanggal 22-25 Maret 2016 efisiensi yang tertinggi diperoleh sebesar 4,14 %. Pada Gambar 8 tersebut yakni data per hari dapat dilihat jelas nilai efisiensi mulai dari yang terendah dengan nilai sebesar 0,36 % yaitu pada tanggal 17 Maret 2016 dan pada pukul 08:00-08:40 WITA, sedangkan nilai efisiensi yang tertinggi yaitu pada tanggal 22 Maret 2016 pada pukul 12:00-12:40 sebesar 4,14 %. Hal ini disebabkan karena kondisi cuaca tiap waktu bisa berubah-ubah yang dapat mempengaruhi intensitas radiasi matahari sepanjang hari.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, hasil perhitungan dan hasil pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Intensitas cahaya lampu mempunyai pengaruh terhadap I_{mp} dan V_{mp} pada panel surya. Semakin besar intensitas cahaya lampu yang mengenai panel surya, maka I_{mp} dan V_{mp} yang diperoleh pada panel surya juga semakin besar, (2) I_{mp} dan V_{mp} mempunyai pengaruh terhadap P_{mp} (Daya Maksimum *Power Point*) pada panel surya. Semakin

besar nilai I_{mpp} dan V_{mpp} , maka nilai P_{mpp} yang diperoleh juga semakin besar, (3) Sudut elevasi matahari mempunyai pengaruh terhadap intensitas cahaya matahari dan terhadap pengamat. Ketika sudut elevasi matahari tegak lurus dengan pengamat maka intensitas matahari terhadap pengamat akan semakin besar.

Referensi

- [1] Febtiwiyanti, A. E., & Sidopekso, S. (2010). *Studi Peningkatan Output Modul Surya dengan menggunakan Reflektor. Jurnal Fisika Dan Aplikasinya* .
- [2] Alfanz, R., Sumaedi, R., & Suhendar. (2015). *Analisis Sistem Fotovoltaik Menggunakan Respon Dinamika Induksi pada Lilitan Kawat Tembaga*. SETRUM – Volume 4, No. 1.
- [3] Asrul, Demak, R. K., & Hatib, R. (2016). *Komparasi Energi Surya Dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul Photovoltaic Tipe Multicrystalline*. Jurnal Mekanikal, Vol. 7 No. 1: Januari , 625-633.
- [4] Tanesab, J. A. (2007). *Analisis Pengaruh Peningkatan Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Modul Photovoltaic di Laoboratorium Sistem Protekti Politeknik Negeri Kupang*. Mitra. Tahun XIII, Nomor 3. , Hal 315-319.
- [5] Frydrychowicz, G., & Jastrzębska. (2009). *The Effect of Spatial Orientation of Solar Energy Receiver On The Energetic Gain*. Polandia: Poznań University of Technology.
- [6] Prihartomo, A. A. (2014). *Evaluasi Penggunaan Sel Surya Dan Intensitas Cahaya Matahari Pada Area Gedung K.H. Mas Mansyur Surakarta*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [7] Sunderan, & Prashanthini. (2011). *Optimum Tilt Angle and Orientation of Stand-Alone Photovoltaic Electricity Generation Systems for Rural Electrification*. Malaysia: Department of Fundamental and Applied Sciences, University Technology PETRONAS.