

PEMANFAATAN SOLAR CELL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK HYDROPONIC DRIP SYSTEM

**Nabila Huwaida K¹, M. Yapto Prapanca², Qotrun Nadandi³,
Fadli Kurniawan⁴, Jimmy Reynaldi⁵, Naufal Fathurrahman⁶**

*Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta,
Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok, 16424, Indonesia*

E-mail: nabilaaa0414@gmail.com

ABSTRACT

Hydroponic drip system development is not yet in accordance with the desired quality. Factors affecting hydroponic plants are changes in water pH, parts per million (ppm), water temperature and electricity that are not controlled so that it worsens the quality and quantity of hydroponic plants. Therefore, the use of solar cells in the drip system hydroponic supply system is very effective as a substitute for the use of electricity from this system, because it can reduce the cost of electricity usage by using battery media as storage of the power generated. In addition to using solar cells as a source of electricity, this system is also equipped with a power supply as a backup source of electricity when the battery capacity is depleted or less than the minimum working voltage of the battery at 11.5 V. Solar cell testing is conducted facing north, due to the position of the test site located south of the equator. When the test is carried out at 10.00 WIB - 14.50 WIB with the slope angle tested is 0 °, 10 °, 20 °, 30 ° and 40 °. The data shows the acquisition of the optimal solar cell tilt angle of 30 °, this is because the solar cell position at this angle is more optimal in absorbing light intensity.

Keywords: Battery, Hydroponic Drip System, Solar Cell

ABSTRAK

Pembangunan *hydroponic drip system* belum sepenuhnya sesuai dengan kualitas yang diinginkan. Faktor yang mempengaruhi pada tanaman hidroponik yaitu perubahan pH air, part per million (ppm), suhu air serta listrik yang tidak terkontrol sehingga memperburuk kualitas dan kuantitas pada tanaman hidroponik. Oleh karena itu, pemanfaatan *solar cell* sebagai sumber utama *hydroponic drip system* sangat efektif sebagai pengganti penggunaan listrik dari sistem ini, karena dapat mengurangi biaya penggunaan listrik dengan menggunakan media baterai sebagai penyimpanan daya yang dihasilkan. Selain menggunakan *solar cell* sebagai sumber listrik, sistem ini juga dilengkapi dengan *power supply* dari jala-jala sebagai cadangan sumber energi listrik apabila kapasitas baterai akan habis maupun kurang dari tegangan minimal kerja baterai sebesar 11,5 V. Pengujian *solar cell* dilakukan menghadap arah utara, dikarenakan posisi tempat pengujian berada di selatan garis khatulistiwa. Waktu pengujian dilaksanakan pada pukul 10.00 WIB – 14.50 WIB dengan sudut kemiringan yang diuji sebesar 0°, 10°, 20°, 30° dan 40°. Data menunjukkan perolehan sudut kemiringan *solar cell* yang optimal sebesar 30°, hal ini disebabkan karena posisi *solar cell* pada sudut kemiringan ini lebih maksimal dalam menyerap intensitas cahaya.

Kata Kunci: Baterai, Hydroponic Drip System, Solar Cell

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini permasalahan energi bagi kelangsungan hidup manusia merupakan

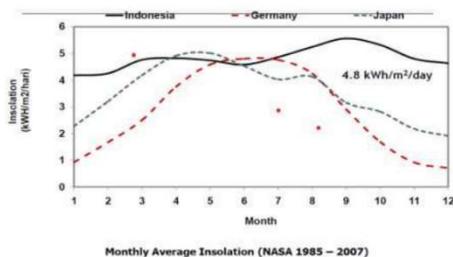
masalah besar yang dihadapi oleh seluruh negara di dunia. Pesatnya pertumbuhan ekonomi mengakibatkan kebutuhan manusia akan sumber energi pun meningkat. Sumber energi baru dan

Pemanfaatan Solar Cell sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic

yang terbarukan di masa mendatang akan semakin mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkit – pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang cadangannya semakin lama semakin menipis [4]. Salah satu jenis energi alternatif yang mempunyai potensi sumber energi yang sangat besar namun sering kali terabaikan adalah sinar matahari.

Energi Surya adalah sumber energi yang tidak akan pernah habis ketersediaannya dan pemanfaatan dari energi ini tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Pakar *solar cell* dari Jurusan Fisika ITB Wilson Wenas menyatakan bahwa posisi Indonesia yang terletak di garis katulistiwa menyebabkan pancaran sinar matahari yang diterima sangatlah besar. Dalam satu hari, Indonesia dapat disinari oleh cahaya matahari selama 10 - 12 jam perharinya dengan intensitas sebesar 4.8 kWh/m²/hari atau setara dengan 112.00 GWp yang didistribusikan [2].

Di Indonesia yang terletak di daerah tropis ini sebenarnya memiliki suatu keuntungan cukup besar yaitu menerima sinar matahari yang berkesinambungan sepanjang tahun. Sayangnya energi tersebut kelihatannya dibiarkan terbuang percuma untuk keperluan alamiah saja. Indonesia mempunyai potensi energi surya yang sangat besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, dimana penyinaran pada kawasan barat Indonesia sekitar 4,5 kWh/m²/hari dan kawasan timur Indonesia sekitar 5,1 kWh/m²/hari diperoleh grafik distribusi penyinaran di Indonesia seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Distribusi Penyinaran di Indonesia

Demikian, potensi penyinaran matahari rata – rata di Indonesia sekitar 4,8kWh/m²/hari. Intensitas radiasi surya dipengaruhi oleh waktu siklus perputaran bumi, kondisi cuaca, meliputi kualitas dan kauntitas awan, pergantian musim dan posisi garis lintang. Intensitas radiasi sinar

matahari di Indonesia berlangsung 4 – 5 jam perharinya. Energi surya adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya kepermukaan bumi. Pada keadaan cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000W/m² [1]. Kurang dari 30% energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23% digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat diatas permukaan bumi, sebagian kecil 0,25% ditampung angin, gelombang dan lainnya. Energi surya bersifat tidak polutif, tidak dapat habis dan tidak membeli untuk menggunakan energi ini, akan tetapi kelemahan dari energi surya adalah sangat halus dan tidak konstan.

Tidak diragukan lagi bahwa energi surya adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam [5].

Pembangunan *hydroponic drip system* belum sepenuhnya sesuai yang diinginkan. Faktor yang mempengaruhi pada tanaman yaitu perubahan pH air, part per million (ppm), suhu air serta listrik yang tidak terkontrol sehingga memperburuk kualitas dan kuantitas pada tanaman hidroponik. Pemanfaatan *solar cell* sangat efektif sebagai pengganti penggunaan listrik dari sistem ini, karena dapat mengurangi biaya penggunaan listrik. *Solar cell* yang digunakan berjenis *polycrystalline* sebagai sumber energi listrik utama pada sistem *hydroponic drip system* dan juga penggunaan *power supply* sebagai cadangan daya apabila kapasitas pada baterai akan habis maupun kurang tegangan minimal kerja baterai. Digunakan *solar cell* dan *power supply* sebagai sumber listrik pada tanaman *hydroponic drip system* untuk mensuplai pompa yang harus mengalir selama 24 jam dan membutuhkan biaya yang cukup besar. Selain itu, menggunakan *solar cell* juga akan menghemat biaya operasional maupun dalam merawatnya. Hal inilah yang melatar belakangi penulis melakukan penelitian dan diharapkan dapat memudahkan masyarakat dalam menanam tanaman *hydroponic drip system* dengan mudah dan efisien.

Hydroponic Drip System menggunakan sistem irigasi tetes (*Drip Irrigation System*) dimana merupakan sistem irigasi tetes dengan cara meneteskan secara perlahan – lahan menuju akar tanaman dengan tujuan untuk menghemat air sehingga kebutuhan air menjadi lebih efektif melalui permukaan tanah atau langsung menuju akar tanaman dengan melalui permukaan tanah atau langsung menuju akar tanaman dengan melalui jaringan katup, pipa dan emitter [3].

Pemanfaatan Solar Cell sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic

Media tanam sistem ini yaitu batu apung, sekam bakar, zeolit, atau cocopeat (sabut kelapa), yang berfungsi sebagai tempat akar berkembang dan memperkokoh kedudukan tanaman. Nutrisi hidroponik disimpan di wadah. Pompa yang disiapkan di dalam wadah akan memompa nutrisi melalui selang irigasi sesuai jadwal yang telah diatur. Cairan nutrisi yang tidak terserap dialirkan kembali melalui drainase yang diletakkan di bagian bawah depan dari setiap pot tanaman. Cairan ini akan kembali ke wadah penampung pupuk sehingga akan menjadi sistem sirkulasi yang tertutup.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *true experimental* dengan hasil daya keluaran modul surya. Penelitian dan pengujian dilakukan pada bulan Juni 2020 bertempat di lokasi rumah jalan Kabel no.96 Kecamatan Beji, Kota Depok. Pengumpulan data menggunakan peralatan ukur yaitu multimeter, luxmeter serta alat ukur manual untuk mengukur pH dan TDS.

Langkah awal sebelum dilakukannya pengukuran pada penelitian dan pengujian, dilakukan perhitungan dan perencanaan untuk menentukan komponen – komponen didalam Sumber Utama pada tanaman hidroponik drip system. Kemudian setelah komponen – komponen sesuai dengan kebutuhan, maka dilakukan pengujian dan pengukuran parameter yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Pengukuran variabel arus dengan satuan ampere (A), tegangan dengan satuan volt (V) pada keluaran modul surya dan tegangan pada baterai. Pengukuran variabel ampere hours dan daya dengan Watt meter.
2. Pengukuran intensitas cahaya sinar matahari dalam satuan lux (lx) dengan menggunakan lux meter digital dengan cara meletakkan alat ukur di sekitar area modul surya.
3. Pengukuran sudut kemiringan permukaan modul surya dengan sudut bervariasi sesuai kebutuhan data dalam satuan derajat dengan penggunaan busur dan aplikasi busur pada smartphone.
4. Pengambilan data dilakukan dengan modul surya berhadapan arah utara, karena posisi Depok berada diselatan garis khatulistiwa di Indonesia.
5. Setelah pengambilan data dilakukan, nilai – nilai yang didapatkan akan di catat berbentuk tabel.

Dalam pembuatan rancang bangun alat, dibutuhkan design alat untuk sistem hidroponik drip system. Alat ini mempunyai tinggi 1,8 meter, panjang 1,5 meter dan lebar 1,2 meter.

Alat ini di desain menggunakan solar cell yang dapat diatur sudut putarnya untuk menemukan sudut yang terbaik dengan daya maksimal. Pada alat ini juga merupakan portable atau alat yang mudah untuk dipindahkan dari suatu tempat ketempat lain. Berikut struktur rangka dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2. *Design Alat Hydroponic Drip System*

Prosedur pengujian yang dilakukan dengan cara menginstalasi sistem solar sel dengan komponen-komponen pada sistem solar cell hingga pemasangan beban. Kelengkapan instalasi diutamakan pada pengujian ini agar data yang dihasilkan akurat. Adapun beberapa prosedur yang dilakukan pada pengujian ini sebagai berikut:

1. Mempersiapkan rangkaian pengujian modul surya.
2. Pengujian modul surya menghadap arah utara, karena posisi pengujian berada di arah selatan garis khatulistiwa sehingga intensitas cahaya yang diperoleh akan lebih maksimal dibanding arah lain.
3. Mengatur sudut kemiringan panel surya sebesar 0°, 10°, 20°, 30° dan 40°. dengan menggunakan busur dan aplikasi busur pada smartphone.
4. Pengukuran dilakukan mulai pukul 10.00 WIB s/d 14.50 WIB.
5. Mengukur tegangan dan arus dengan menghubungkan probe multimeter pada keluaran dari modul surya pada tiap sudut kemiringan yang dibutuhkan.
6. Mengukur intensitas cahaya matahari menggunakan lux meter digital yang digunakan disekitar area pengujian.

Pemanfaatan Solar Cell sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic

7. Setelah data – data didapatkan, dicatat secara langsung sehingga data yang diperoleh riil sesuai dengan kondisi lapangan.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui data - data yang dibutuhkan seperti tegangan operasi (V_o) modul surya, arus operasi (I_o) modul surya, tegangan kerja baterai (V_{bat}), intensitas cahaya (Lux), dan suhu ($^{\circ}C$). Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dapat dilihat dari kinerja modul surya apakah dapat menyalurkan sumber energi listrik sesuai dengan kebutuhan beban yang diperlukan. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur secara konvensional menggunakan alat ukur, agar mendapatkan nilai data yang aktual sesuai dengan data yang ada dilapangan. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil arah modul surya menghadap arah utara, karena letak pengujian modul surya dikota Depok yang berada di selatan garis khatulistiwa sehingga intensitas cahaya yang diperoleh akan lebih besar dibandingkan dengan arah lain.

Pengujian dilakukan dengan kondisi seluruh sistem telah terpasang dengan beban. Pengujian ini dilakukan mulai pukul 10.00 – 14.50 WIB dengan pengambilan data tiap 10 menit. Pengukuran dilakukan dengan cara mengumpulkan data parameter – parameter yang diperlukan berupa nilai tegangan operasi modul surya, arus operasi modul surya, tegangan pada baterai, suhu dan intensitas cahaya. Pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur seperti multimeter analog, lux meter dan lainnya yang dapat dilihat juga melalui smartphone. Setelah mendapatkan nilai dari tegangan operasi modul surya dan arus operasi modul surya maka daya operasi pada modul surya akan dapat dihitung. Realisasi pengujian alat dapat dilihat seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian Alat Hydroponic Drip System

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan solar cell jenis polycrystalline sebesar 100 Wp selama 5 hari pada pukul 10.00 WIB – 14.50 WIB dilakukan pencatatan daya dari solar cell menuju baterai dengan mengukur daya yang diterima oleh modul surya dengan mengukur tegangan dan arus yang diterima oleh modal surya. Selain itu, intensitas cahaya tak luput juga dalam pengukuran pada pengujian ini.

Hasil data yang telah didapatkan dapat dianalisa seberapa besar daya yang dihasilkan oleh modul surya dengan sudut kemiringan modul surya yang telah ditentukan. Pada pengujian ini dapat dianalisa sudut kemiringan modul surya yang paling optimal, dapat dilihat dengan daya rata – rata yang dihasilkan oleh solar cell dibagi dengan jumlah data yang dikumpulkan selama pengujian dilakukan, yaitu:

1. Sudut 40° dengan rata-rata daya sebesar 26,71 Watt
2. Sudut 30° dengan rata-rata daya sebesar 32,15 Watt
3. Sudut 20° dengan rata-rata daya sebesar 30,37 Watt
4. Sudut 10° dengan rata-rata daya sebesar 26,30 Watt
5. Sudut 0° dengan rata-rata daya sebesar 22 Watt

Berdasarkan dari nilai daya rata – rata tersebut, dapat dianalisa bahwa sudut kemiringan modul surya yang paling optimal pada sudut kemiringan sebesar 30° . Hal ini disebabkan karena pada posisi sudut kemiringan ini intensitas cahaya yang diterima oleh modul surya lebih maksimal dalam mengubahnya menjadi energi listrik. Selain itu, posisi sudut kemiringan 0° memiliki nilai yang paling rendah dibanding dengan sudut kemiringan yang lain. Dengan data – data yang telah didapatkan, terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kinerja dari modul surya, antara lain:

1. Sudut datang cahaya, modul surya perlu diatur kedudukannya agar mendapat cahaya yang cukup agar bisa bekerja dengan optimal. Hal ini dimaksudkan agar modul surya dapat menghindari bayangan yang bisa menghalangi sinar matahari yang datang.
2. Intensitas matahari semakin besar intensitas matahari yang diterima maka akan semakin besar pula daya yang akan dihasilkan oleh modul surya. 46 Politeknik Negeri Jakarta
3. Suhu temperatur modul surya, tingkat suhu juga akan mempengaruhi kinerja dari modul surya. Idealnya modul surya bekerja pada temperatur standar $25^{\circ}C$.

Pemanfaatan Solar Cell sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic

4. Debu, apabila modul surya terdapat debu maupun kotoran lainnya akan mengurangi efisiensi kinerja dari modul surya.
5. Bayangan, lokasi terbaik adalah lokasi yang tidak memiliki objek penghalang yang dapat menghasilkan bayangan pada modul surya.

Pada pengujian yang telah dilakukan dengan mengumpulkan data tegangan operasi dan arus operasi yang dibutuhkan untuk mencari daya yang dihasilkan oleh modul surya. Setelah daya didapatkan pada setiap sudut kemiringan yang berbeda – beda, dibuatlah grafik daya terhadap waktu selama pengujian. Grafik daya terhadap waktu pada setiap sudut yang dapat diamati pada Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.



Gambar 4. Daya Terhadap Waktu Sudut 40°



Gambar 5. Daya Terhadap Waktu Sudut 30°



Gambar 6. Daya Terhadap Waktu Sudut 20°



Gambar 7. Daya Terhadap Waktu Sudut 10°



Gambar 8. Daya Terhadap Waktu Sudut 0°

Dapat diketahui bahwa daya yang dihasilkan oleh modul surya menunjukkan kondisi yang fluktuatif. Dari data tersebut, dapat dilihat bahwa daya yang dihasilkan pada setiap waktunya mengalami kenaikan dan penurunan nilai daya yang disebabkan oleh berbagai faktor. Tiap sudut memiliki daya maksimal yang berbeda – beda waktunya, antara lain:

1. Pada sudut 40° daya maksimal didapat pada pukul 10.20 WIB memiliki daya sebesar 45.402 W.

Pemanfaatan Solar Cell sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic

2. Pada sudut 30° daya maksimal didapat pada pukul 11.30 WIB dengan daya sebesar 60.522 W.
3. Pada sudut 20° daya maksimal didapat pada pukul 10.40 WIB dengan daya sebesar 49.128 W.
4. Pada sudut 10° daya maksimal didapat pada pukul 10.00 WIB dengan daya sebesar 43.86 W.
5. Pada sudut 0° daya maksimal didapat pada pukul 12.00 WIB dengan daya sebesar 55.752 W.

Dari keterangan diatas, dapat dianalisa bahwa tingkat maksimal daya yang dihasilkan oleh modul surya pada rentang waktu pukul 10.00 WIB hingga 12.00 WIB. Hal ini terjadi, dikarenakan posisi matahari yang hampir mencapai puncak sehingga modul surya akan menyerap energi matahari lebih maksimal pada waktu ini. Selain itu, dapat dianalisa juga bahwa tiap sudut pada pukul 14.00 WIB hingga 14.50 WIB mengalami penurunan nilai daya yang dihasilkan oleh modul surya. Hal ini disebabkan karena posisi matahari yang mulai menjauh dari puncaknya sehingga penyerapan energi matahari oleh modul surya menjadi tidak maksimal.

Pada pengujian yang telah dilakukan dengan mengumpulkan data intensitas cahaya dengan menggunakan alat ukur lux meter untuk mengetahui seberapa besar intensitas yang diterima oleh modul surya. Setelah daya didapatkan pada setiap sudut kemiringan yang berbeda – beda, dibuatlah grafik intensitas cahaya terhadap waktu selama pengujian. Dibawah ini terdapat grafik dari intensitas cahaya terhadap waktu yang dapat dilihat pada Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 10. Intensitas Cahaya Waktu Sudut 30°



Gambar 11. Intensitas Cahaya Waktu Sudut 20°



Gambar 12. Intensitas Cahaya Waktu Sudut 10°



Gambar 9. Intensitas Cahaya Waktu Sudut 40°

Pemanfaatan Solar Cell sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic



Gambar 13. Intensitas Cahaya Waktu Sudut 0°

Intensitas cahaya yang diterima oleh modul memiliki nilai yang berubah - ubah. Jika dibandingkan grafik dari intensitas cahaya dengan daya memiliki kesamaan bentuk gelombang. Hal ini, membenarkan bahwa semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh modul surya, maka daya yang dihasilkan akan lebih besar juga. Dari grafik yang telah dibuat dapat dilihat bahwa umumnya intensitas cahaya yang dihasilkan pada setiap waktunya mengalami kenaikan dan penurunan nilai intensitas cahaya yang disebabkan oleh berbagai faktor. Tiap sudut memiliki intensitas cahaya maksimal yang berbeda - beda waktunya, antara lain:

1. Pada sudut 40° intensitas cahaya maksimal didapat pada pukul 13.00 WIB sebesar 243000 lux.
2. Pada sudut 30° intensitas cahaya maksimal didapat pada pukul 12.30 WIB sebesar 252000 lux.
3. Pada sudut 20° intensitas cahaya maksimal didapat pada pukul 11.00 WIB sebesar 244400 lux.
4. Pada sudut 10° intensitas cahaya maksimal didapat pada pukul 11.30 WIB sebesar 264200 lux.
5. Pada sudut 0° intensitas cahaya maksimal didapat pada pukul 11.20 WIB sebesar 250100 lux.

Dari data diatas, dapat dianalisa bahwa rentang waktu intensitas cahaya maksimal yang diterima oleh modul surya mulai pukul 11.00 WIB hingga pukul 13.00 WIB. Hal ini terjadi, karena pada waktu ini posisi matahari tepat berada dipuncak sehingga intensitas matahari yang diterima modul surya akan maksimal. Dapat dilihat pada grafik juga, bahwa intensitas cahaya mengalami penurunan ketika pukul 14.00 WIB. Hal ini terjadi karena posisi matahari yang mulai menjauh dari puncaknya. Intensitas cahaya dan daya merupakan dua parameter yang saling

berkaitan, biasanya kenaikan intensitas diikuti dengan oleh kenaikan daya. Dari grafik daya dan grafik intensitas cahaya yang telah dipaparkan bahwa bentuk grafik antara keduanya memiliki kesamaan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa pengujian yang sudah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Intensitas cahaya matahari dengan daya berbanding lurus, semakin besar intensitas cahaya maka akan semakin besar daya yang dihasilkan oleh modul surya.
- 2) Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh modul surya yaitu suhu, debu, kondisi cuaca, bayangan benda dan jarak antara matahari dengan posisi modul surya.
- 3) Modul surya tetap menghasikan daya listrik dalam kondisi cuaca yang mendung. Hal ini membuktikan bahwa solar cell jenis polycrystalline akan tetap menghasilkan daya listrik dalam kondisi tersebut.
- 4) Dalam pemilihan sudut kemiringan modul surya, hasil yang paling optimal adalah sudut 30° dengan daya maksimal dihasilkan sebesar 60.552 W dan daya rata - rata sebesar 32.15 W.
- 5) Efisiensi pada solar cell jenis polycrystalline memiliki efisiensi yang kecil dari data yang didapatkan selama pengujian. Daya maksimal yang didapatkan selama pengujian mendapatkan daya sebesar 60.522 W dari spesifikasi solar cell sebesar 100 Wp.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amaral, G., Bushee, J., Cordani, U. G., Kawashita, K., Reynolds, J. H., Almeida, F. F. M. D. E., ... Junho, M. do C. B. 2013. Pemanfaatan Energi Surya. *Journal of Petrology*, 369(1), 1689–1699.
- [2] Ima Rochimawati. 2019. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Strategy: Jurnal Teknik Industri*, 1(1), 169–180.
- [3] Marginingsih, R. S., Nugroho, A. S., & Dzakiy, M. A.. 2018. Pengaruh Substitusi Pupuk Organik Cair Pada Nutrisi AB mix terhadap Pertumbuhan Caisim (*Brassica juncea* L) pada Hidroponik Drip Irrigation System. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 5(1), 44–51.
- [4] Anggara, I.W.G.A, Kumara, I.N.S., Giriantari, I.A.D. 2014. Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga

Pemanfaatan Solar Cell sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic

Surya 1,9 Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran, Spektrum, 1(1): 118- 122.

- [5] Rahayuningtyas, A., Kuala, S.I., dan Apriyanto, F. 2014. Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan, Prosiding SnaPP 2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan, pp. 223-230
- [6] Isdawimah, Isdawimah, et al. 2010. Analisis Kinerja Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Pada Model Jaringan Listrik Mikro Arus Searah. Poli-Teknologi, vol. 9, no. 2, 2010, doi:10.32722/pt.v9i2.124.