

Rancang Bangun Hidroponik dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya

Design of Hydroponic Assisted with A Solar-powered Pump

Fikri Dinegoro^{1✉}, Rusnam¹, Eri Gas Ekaputra¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas

✉Penulis Korespondensi, Email: fikri.dine@gmail.com

DOI:http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v10i3.367-379

Naskah ini diterima pada 28 Agustus 2020; revisi pada 26 April 2021;
disetujui untuk dipublikasikan pada 4 Agustus 2021

ABSTRACT

Agriculture traditionally still uses large areas of land with relatively large amounts of water. The application of solar energy is one of the uses of new and renewable energy. This research uses a 50 Wp photovoltaic cell, battery, solar charge controller, DC stepdown, DC pump and hydroponic frame. The stages of the research are the design of the tools, the calculation of the power required by the tools, the manufacture of the tools, the collection of data and the analysis of the data. The data collected is temperature, sunlight intensity, electric power, electrical energy, water discharge, and photovoltaic efficiency. The data were processed and analyzed in an exploratory manner. Based on the results of the research conducted, the lowest average temperature was 25.33 C and the highest was 33.70 C with the highest average light intensity of 920.26 w/m² at 12.00 WIB. The relationship between temperature and light intensity with a value of R² of 0.7594. The highest average electrical energy obtained by polycrystalline is 30.44Wh. The water lost from the hydroponic system is 0.03%. The efficiency of photovoltaic cells is 10.09 - 15.72%.

Keywords: DC pump, hydroponics, light intensity, photovoltaic

ABSTRAK

Pertanian secara tradisional masih menggunakan lahan yang luas dengan penggunaan air yang relatif banyak. Sistem pertanian secara hidroponik merupakan pengembangan teknologi pertanian 4.0. Penerapan energi surya merupakan salah satu pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Penelitian ini menggunakan sel fotovoltaik 50 Wp 300 Watt yang merupakan total daya yang dihasilkan selama sehari, akumulator/aki, solar charge controller, DC stepdown, pompa DC dan rangka hidroponik. Adapun tahapan dari penelitian yaitu merancang alat, menghitung daya yang dibutuhkan alat, merakit alat, mengambil data, dan menganalisis data. Data yang diambil diantaranya yaitu suhu, intensitas cahaya matahari, daya listrik, energi listrik, debit air, dan efisiensi fotovoltaik. Data tersebut kemudian diolah dan dianalisis secara eksploratif. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh suhu rata-rata terendah 25,33°C dan tertinggi 33,70°C dengan intensitas cahaya rata-rata tertinggi 920,26 W/m² pada pukul 12.00 WIB. Hubungan antara suhu dan intensitas cahaya memiliki nilai R² sebesar 0,7594. Rata-rata energi listrik tertinggi yang diperoleh polycrystalline ialah 30,44 Wh. Air yang hilang dari sistem hidroponik ialah 0,03%. Efisiensi kerja sel fotovoltaik yaitu 10,09% – 15,72%.

Kata Kunci: fotovoltaik, hidroponik, intensitas cahaya, pompa DC

I. PENDAHULUAN

Pertanian tradisional masih menggunakan lahan yang luas dengan penggunaan air yang relatif banyak. Kemajuan teknologi di era milenial ini mendorong petani untuk mengembangkan sistem pertanian yang ramah lingkungan serta memiliki nilai efisiensi, kebersihan, dan efektivitas tinggi. Kebutuhan pangan disetiap negara terus mengalami

peningkatan karena laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat (Park dan Kenji, 2009). Cara bercocok tanam perlu ditingkatkan dengan pengembangan teknologi pertanian 4.0 untuk meningkatkan hasil pangan. Sistem Pertanian secara hidroponik adalah salah satu teknologi pertanian tepat guna dengan menggunakan teknik bercocok tanam tanpa menggunakan tanah. Pemanfaatan hidroponik sangat tepat

diterapkan pada wilayah perkotaan dengan lahan yang terbatas dan pola konsumtif air yang tinggi. Sistem hidroponik saat ini masih menggunakan pompa air yang bersumber dari listrik PLN (Mardiyono et al., 2018).

Produksi pembangkit tenaga listrik Indonesia pada tahun 2018 menurut Suharyati et al. (2019) mencapai 283,8 TWh dengan 56,4% berasal dari batubara, gas 20,2% dan BBM 6,3%, sedangkan untuk energi baru dan terbarukan (EBT) masih 17,1%. Listrik yang berasal dari PLN maupun non-PLN telah tersambung pada jaringan PLN (on grid) untuk disalurkan pada masyarakat. Dominasi penggunaan energi listrik tak terbarukan seperti, batubara, gas, minyak bumi akan terus mengalami penurunan. Penggunaan energi listrik tak terbarukan juga berdampak terhadap meningkatnya pemanasan global. Pembakaran dari bahan bakar fosil akan berdampak langsung terhadap efek rumah kaca sehingga menyebabkan terjadinya pemanasan global yang lebih cepat. Perlu dilakukan langkah pencegahan untuk mengembangkan energi listrik yang ramah lingkungan dan terbarukan (Mohamad et al., 2013).

Energi tenaga surya merupakan salah satu bentuk penerapan energi baru dan terbarukan. Tenaga surya merupakan energi matahari yang diubah melalui fotovoltai menjadi energi listrik (Honora, 2018). Menurut Suharyati et al. (2019), Indonesia merupakan negara tropis dengan lama penyinaran matahari yang cukup lama dan memiliki potensi pengembangan energi listrik tenaga surya mencapai 207,8 GWp. Tenaga surya dimanfaatkan sebagai salah satu sumber tenaga dari pompa air. Penggunaan pompa air DC (Direct Current) merupakan pilihan yang baik karena mampu menaikkan air sampai 3,2 meter dengan debit 38% lebih besar dibandingkan pompa air AC (*Alternating Current*) dengan penggunaan daya yang sama (Ariawan et al., 2013).

Kelangkaan akan air, pangan, dan energi terus menjadi permasalahan global ataupun regional, permasalahan ini dapat diselesaikan dengan pengembangan teknologi berkelanjutan khususnya di sektor pertanian. Rancang bangun hidroponik dengan bantuan pompa

bertenaga surya dapat menjadi solusi untuk menangani masalah tersebut karena memenuhi standar 4K (kualitas, kuantitas, kontinuitas dan kompetitif). Pengembangan teknologi pertanian ini diharapkan dapat mendorong produk pertanian yang berkualitas sepanjang tahun sehingga mampu mengurangi dampak negatif pertanian dan menjadi energi tak terbarukan terhadap lingkungan.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan bulan Desember 2019 hingga Januari 2020. Penelitian menggunakan kawasan Kelurahan Limau Manis, Kota Padang yang terletak pada 0°55'27,5312" Lintang Selatan dan 100°26'56,2465" Bujur Timur dengan ketinggian 185 mdpl. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin bor, gergaji besi, solder, gelas ukur, thermometer, panel surya 50 Wp jenis polycrystalline, pompa air DC 12V, DC stepdown, solar charge controller, akumulator/aki Vrla 65 Ah, lux meter, multimeter, dan alat kerja (pensil, buku, kalkulator, stopwatch dan komputer). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pipa paralon 3 inci, tandon air, elbow 3 inci, dop 3 inci, baut, seng plastik, baja ringan, dan selang plastik.

2.1. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari perancangan alat, perhitungan kebutuhan daya alat, pembuatan alat, pengambilan data, dan analisis data.

2.2. Data Perancangan Alat

Perancangan alat bertujuan untuk menghindari penggunaan alat dan bahan yang tidak sesuai kebutuhan, sehingga hasil alat yang dihasilkan dapat bekerja dengan optimal. Perancangan dilakukan menggunakan aplikasi sketchup pro 2017. Hasil desain rancangan dapat dilihat pada Gambar 1. komponen-komponen yang digunakan pada perancangan ini ialah:

1. Solar cell (panel surya)

Panel surya atau biasa disebut sel fotovoltai yang berfungsi sebagai pengubah sinar

matahari menjadi energi listrik yang beraruskan DC.

2. Aki (Accu)

Accu digunakan sebagai tempat menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik. Penyimpanan ini dapat digunakan sebagai penyedia listrik di malam hari.

3. Solar charge controller (SCC)

Solar charge controller digunakan sebagai regulator dari sel fotovoltaik ke aki (penyimpanan) dan tersambung ke pompa.

3. DC stepdown

DC stepdown berfungsi sebagai penurun tegangan dari SSC sehingga tetap stabil di tegangan 12V, apabila tegangan tidak stabil atau melebihi akan berdampak pada kerusakan terhadap pompa.

4. Pompa DC

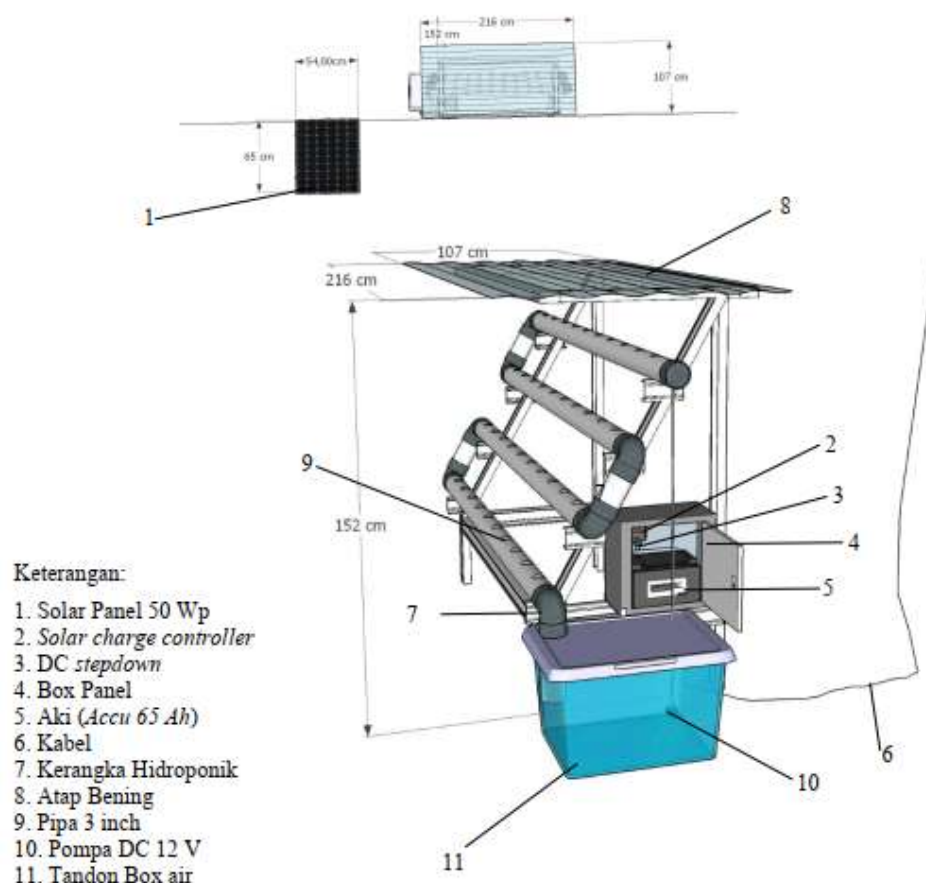
Pompa DC berfungsi sebagai alat yang mengalirkan air melalui pipa menuju pipa paralon hidroponik, sehingga akan mengalami sirkulasi air setiap saat.

5. Rangka

Rangka hidroponik dibuat dari paralon 3 inci dan elbow 3 inci, yang ditopang oleh rangka yang terbuat dari susunan baja ringan tebal 0,75 mm yang berfungsi sebagai penyangga paralon dan atap (fiberglass).

2.3. Perhitungan Daya Alat

Perhitungan alat digunakan untuk mengetahui jenis atau jumlah dari panel surya dan aki yang digunakan untuk menggerakkan pompa air DC.



Gambar 1. Desain Rancang Bangun Hidroponik dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya

1. Menetapkan arus total (I_{DC}) beban pompa air DC 4,2 W yang akan digunakan selama 24 jam, dihitung dari persamaan (1) yakni:

$$I_{DC} = \frac{W}{V} \times JPS \quad (1)$$

dimana W adalah pemakaian daya (watt), V adalah operasi, dan JPS adalah jam pakai sehari. Dengan pemakaian daya 4,2 W dan voltase 12 dan waktu pemakaian 24 jam, dapat dihitung arus total beban DC adalah 8,4 Ah.

2. Mengetahui faktor keamanan dari rangkaian sistem yang dibuat, berdasarkan persamaan. Sistem PLTS dengan kapasitas 1000 W perlu ditambahkan faktor 20% sebagai pengganti rugi sistem dan untuk faktor keamanan sistem. Total daya yang dibutuhkan menjadi $(1000 \times 20\%) = 1.200$ W. Dengan faktor keamanan 20%, maka I_{total} beban menjadi 10,8 Ah.
3. Mengetahui ESH (*Equivalent Sun Hours*), berdasarkan data dari NASA pada lima tahun terakhir (2014-2018) untuk daerah dengan koordinat $0^{\circ}55'27,5312''$ Lintang Selatan dan $100^{\circ}26'56,2465''$ Bujur Timur menunjukkan rata-rata jam matahari ekivalen ialah 5,5 jam, grafik dapat dilihat pada Gambar 2.

4. Mengetahui arus total dari sel fotovoltaik dengan persamaan (2).

$$I_{Panel} = (I_{DC} \times 1,20)/ESH \quad (2)$$

Dengan ESH 5,5 jam, maka I_{total} panel menjadi 1,832 A.

5. Jumlah atau kapasitas sel fotovoltaik (PV) dapat dihitung berdasarkan persamaan (3), (4), dan (5). Sel fotovoltaik yang digunakan memiliki arus operasi (I_{modul}) 2,86 A dengan tegangan 12 V.

$$\Sigma PV_p = \frac{I_{Panel}}{I_{Modul}} = 0,64 \approx 1 \quad (3)$$

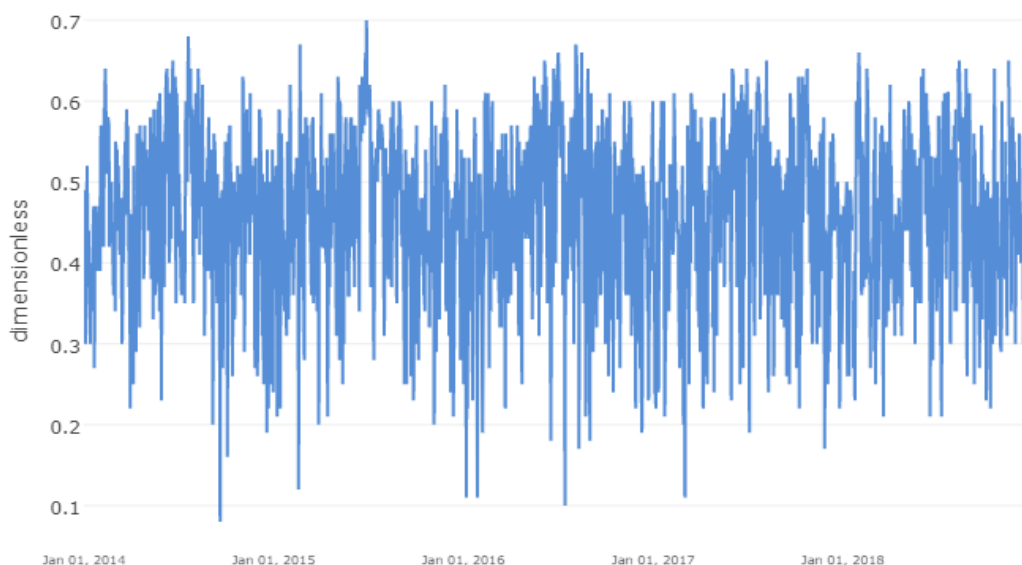
$$\Sigma PV_s = \frac{V_{Sistem}}{V_{PV}} = \frac{12}{12} = 1 \quad (4)$$

$$\Sigma Total PV = PV_p \times PV_s = 1 \quad (5)$$

dimana subskrip p untuk parallel dan s untuk seri. Kapasitas optimum panel surya adalah 1 (satu) panel surya 50 Wp.

6. Mengetahui kapasitas aki (Bat_{cap}) minimum dihitung dengan persamaan (6). Waktu cadangan (T_{rec}) untuk wilayah Kota Padang dapat dilihat pada Tabel 1.

$$Bat_{cap} = I_{DC} \times 1,20 \times T_{rec} \quad (6)$$



Gambar 2. Grafik ESH Lima Tahun Terakhir (2014—2018) (Sumber: NASA, 2019)

Tabel 1. Hubungan Antara Lokasi Pemasangan dan Waktu Cadangan Buatan Solarex

No	Garis Lintang Lokasi Pemasangan	Waktu Cadangan (T_{rec})
1	0°–30° (utara atau selatan)	5 – 6 hari
2	30°–50° (utara atau selatan)	10 – 12 hari
3	50°–60° (utara atau selatan)	15 hari

Sumber: Solarex, 1996

2.4. Pembuatan Alat

Tahapan pembuatan alat pada penelitian ini terdiri dari:

1. Menyiapkan bahan-bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk membuat konstruksi hidroponik;
2. Membuat konstruksi hidroponik sesuai gambar teknik yang sudah dirancang;
3. Menyusun empat pipa paralon 3 inci dengan jarak setiap lubang tanam 15 cm (Vidianto et al., 2013);
4. Menggabungkan pipa paralon dengan elbow;
5. Menghubungkan antara pompa air dengan selang ke pipa paralon. Serta menyusun tandon box air sebagai wadah penampung air;
6. Memasang atap di konstruksi hidroponik yang dibuat;
7. Memasang sel fotovoltaik 50 Wp di atap rumah, Sudut tilt (fixed panel Photovoltaic) menurut Asy'ari et al. (2012), ialah 0° yakni diletakan mendatar. Hal ini berdasarkan lokasi penelitian terletak di 0°55'27,5312" Lintang Selatan dengan equator (latitude 0°);
8. Kemudian dilakukan penyambungan antara kabel panel surya dengan SSC, dari SSC ke Aki, dan SSC ke pompa DC yang sudah dilengkapi DC stepdown.

2.5. Pengambilan dan Pengolahan Data

Pengambilan data dimulai dari pukul 07.00 – 18.00 WIB setiap hari untuk semua jenis data (Suprayitno et al., 2018). Data-data yang akan diambil dalam penelitian ini ialah:

1. Suhu

Data suhu diukur dengan menggunakan thermometer yang dilakukan setiap jam selama penelitian dilakukan.

2. Intensitas cahaya matahari

Intensitas cahaya diukur menggunakan lux meter, pengambilan data dilakukan setiap jam.

3. Daya listrik

Data daya listrik yang diambil terdiri dari daya listrik dari hasil perkalian luas sel fotovoltaik dengan intensitas cahaya dan daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya. Pengambilan data dilakukan setiap jam dengan prosedur pengambilan data; 10 menit sebelum, waktu pengukuran, dan 10 menit setelah pengukuran, pengolahan data dilakukan dengan persamaan (7) dan (8).

$$P_{in} = F \times A_c \quad (7)$$

$$P_{out} = V \times I \quad (8)$$

dimana P_{in} adalah daya masukan atau daya yang diterima (W), F adalah intensitas cahaya matahari (W/m^2), A_c adalah luas modul (m^2), P_{out} adalah daya keluaran (W), V adalah tegangan (V), dan I adalah kuat arus (A)

4. Energi listrik

Data dari energi listrik yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik dihitung dengan persamaan (9).

$$E = P \times t \quad (9)$$

dimana E adalah energi yang dihasilkan (Wh), P adalah daya (W), dan t adalah durasi (h)

5. Debit air

Data debit air yang diambil selama siklus pompa DC mengalirkan air dari tandon box menuju pipa paralon di hidroponik dihitung berdasarkan persamaan (10).

$$Q = Vol/t \quad (10)$$

$$Q_{in} = (Vol_{in})/(t_{in}) \quad (11)$$

$$Q_{out} = (Vol_{out})/(t_{out}) \quad (12)$$

$$\text{Efisiensi} = (Q_{out})/(Q_{in}) \quad (13)$$

dimana Q adalah debit (m^3/detik), Vol adalah volume fluida (m^3), dan t adalah waktu fluida mengalir (detik)

6. Efisiensi fotovoltaiik

Efisiensi fotovoltaiik (η_{pv}) didapatkan dari perbandingan P_{in} dengan P_{out} yang dihasilkan oleh sel fotovoltaiik. Hal ini dapat dihitung melalui persamaan (14).

$$\eta_{pv} = (P_{out}/P_{in}) \times 100\% \quad (14)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum

Pembuatan rancang bangun hidroponik dengan sumber penggerak siklus air menggunakan pompa air bertenaga surya merupakan hasil permasalahan yang ada disertai studi literatur. Panjang hidroponik yang dibuat yaitu 195 cm dengan media hidroponik pipa paralon 3 inci disusun empat tingkat. Pipa paralon hidroponik dari tingkat bawah sampai tingkat atas terhubung secara keseluruhan. Pompa air DC 12V digunakan untuk mensirkulasi air di sistem hidroponik. Air tersirkulasi selama 24 jam setiap hari, dengan bantuan sel fotovoltaiik 50 Wp dan aki VRLA 65Ah. Rancang bangun hidroponik dapat dilihat pada Gambar 3. Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Limau Manis, Kota Padang pada

ketinggian 185 meter dari permukaan laut, lokasi tepatnya dapat dilihat pada Gambar 4.

3.2. Suhu yang Diperoleh dari Pengamatan

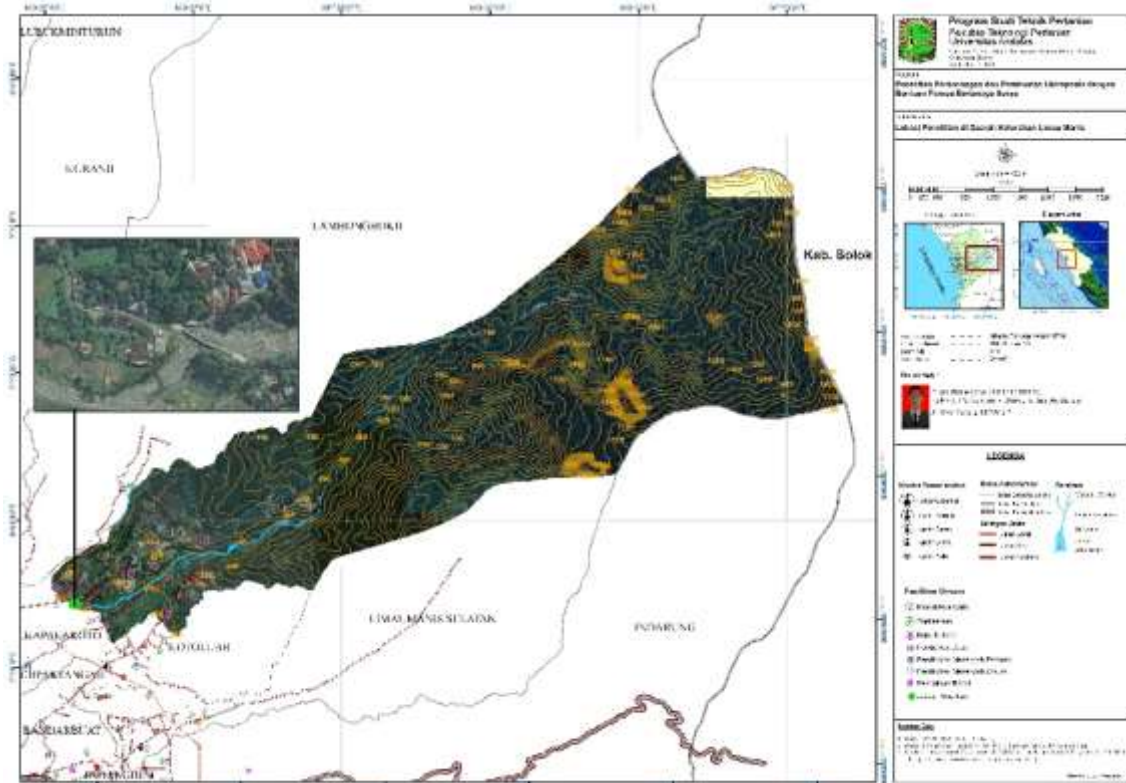
Suhu rata-rata dilakukan selama pengamatan dua minggu, dimulai pada pukul 7.00 – 18.00 WIB ialah 25,33 – 33,70°C. Tinggi rendahnya suhu salah satu faktornya dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Temperatur udara merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja sel fotovoltaiik. sel fotovoltaiik optimalnya bekerja pada suhu 25°C. Suhu rata-rata di Indonesia umumnya berada dikisaran 25 – 35°C (Honora, 2018). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan suhu rata-rata tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB dengan 33,70 °C, suhu rata-rata terendah terjadi pada pukul 7.00 WIB dengan 25,33°C. Grafik dari data suhu rata-rata dapat dilihat pada Gambar 5.

3.3. Intensitas Cahaya Matahari

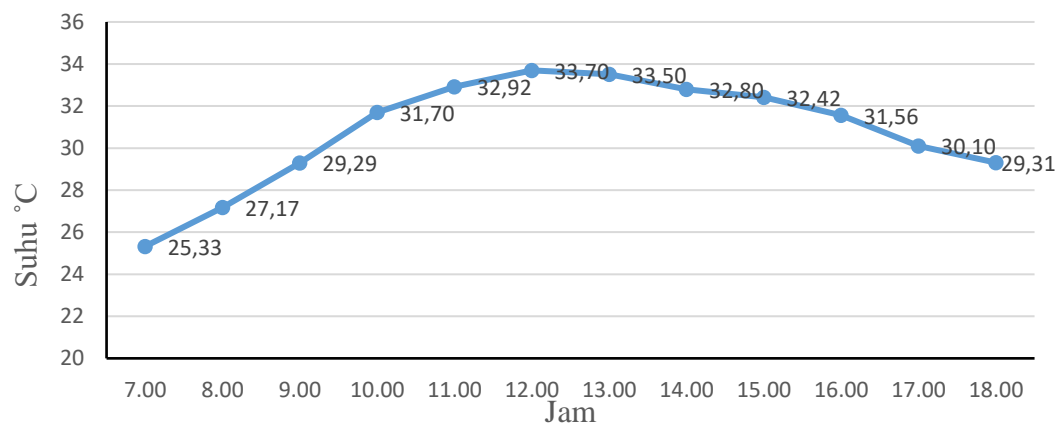
Intensitas cahaya matahari tertinggi yang diperoleh dari penelitian terjadi pada pukul 12.00 WIB dengan nilai 920,26W/m² pada suhu 33,7°C, sedangkan rata-rata intensitas cahaya matahari terendah 32,68 W/m² pada suhu 29,31°C terjadi pada pukul 18.00WIB. Grafik intensitas cahaya setiap jam dapat dilihat pada Gambar 6. Suhu akan mengalami kenaikan sesuai dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari, hal ini sesuai dengan pernyataan Honora (2018), suhu akan mengalami kenaikan apabila intensitas cahaya matahari juga mengalami kenaikan. Hubungan



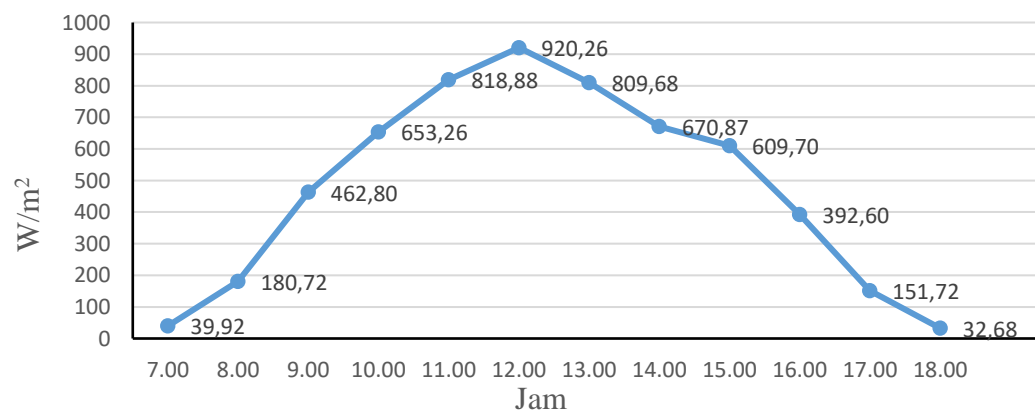
Gambar 3. Rancang Bangun Hidroponik dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya: Tampak Depan (Kiri) dan Tampak Atas (Kanan)



Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 5. Grafik Suhu Rata-Rata Setiap Jam



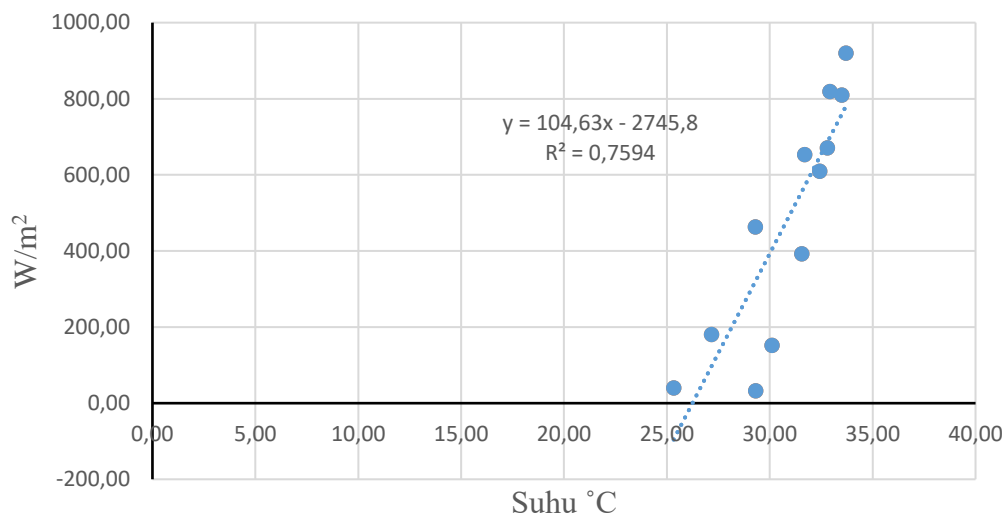
Gambar 6. Grafik Intensitas Cahaya Setiap Jam

antara suhu rata-rata dengan intensitas cahaya matahari dilakukan selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai R square dari hubungan antara suhu dengan intensitas cahaya matahari yaitu 0,7594. Menurut Suwarno (2006), jika nilai R square > 0,75-0,99 korelasi antara keduanya sangat kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu dan intensitas cahaya matahari memiliki hubungan searah.

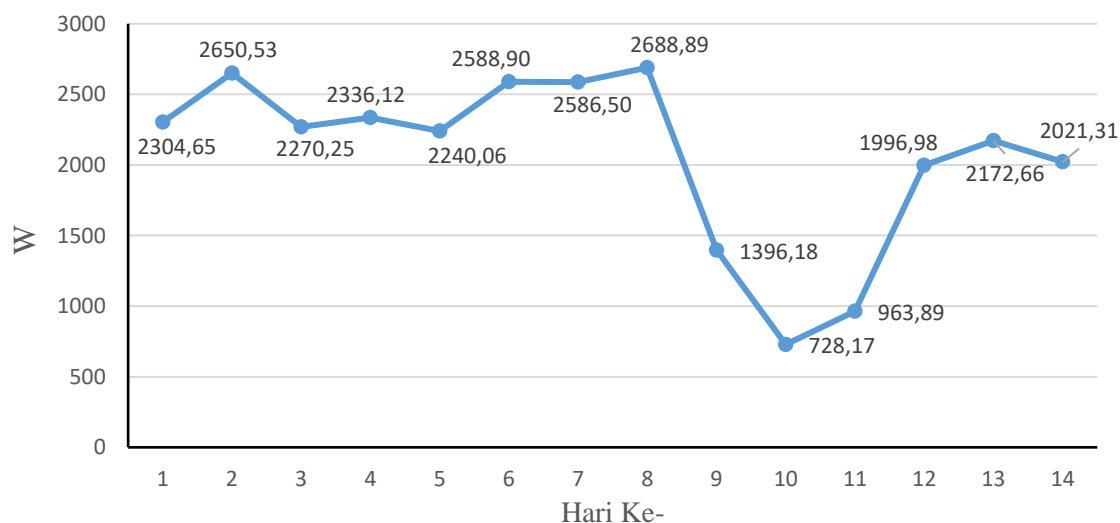
3.4. Daya Listrik Rancangan

Total daya masukan (P_{in}) tertinggi pada penelitian terjadi pada hari ke-8 pengamatan

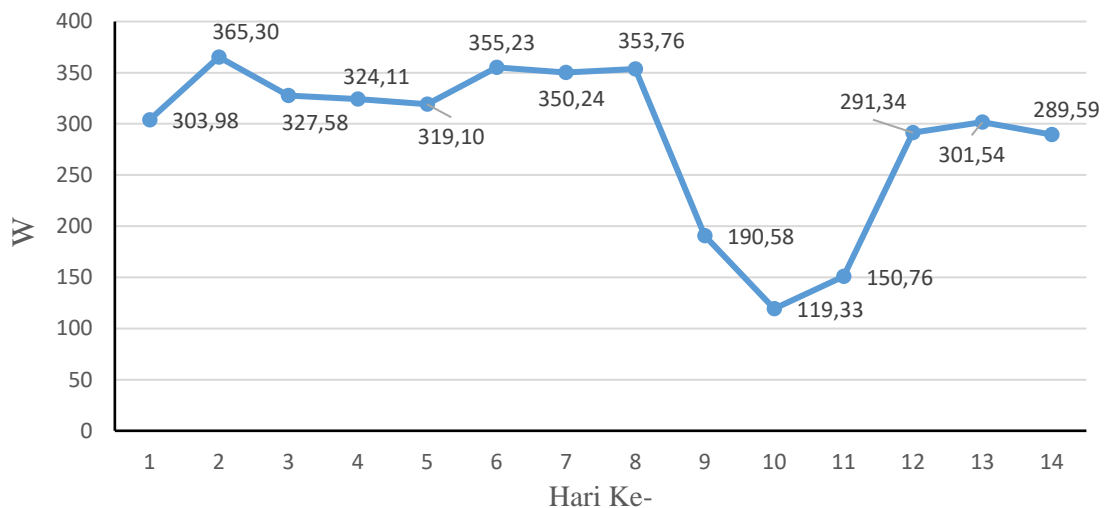
dengan nilai 2688,89 W. Total daya listrik keluar (P_{out}) dari sel fotovoltaik tertinggi terjadi pada hari ke-2 dengan nilai 365,30 W. Total daya listrik masukan (P_{in}) terendah terjadi di hari ke-10 dengan nilai 728,1 W, sedangkan total daya listrik keluar (P_{out}) yaitu 119,33 W. Penyebab rendahnya total daya listrik masuk (P_{in}) dan keluar (P_{out}) pada hari tersebut karena terjadinya hujan dan mendung pada saat pengamatan. Intensitas cahaya sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh fotovoltaik. Grafik total daya listrik masuk (P_{in}) dapat dilihat pada Gambar 8. Grafik daya keluar (P_{out}) dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 7. Hubungan Suhu dengan Intensitas Cahaya Matahari.



Gambar 8. Total Daya Listrik Masukan (P_{in})



Gambar 9. Total Daya Listrik Keluar (P_{out})

Total daya listrik masuk (P_{in}) yang diperoleh dari pengamatan ialah 2.240,06 W – 2688,89 W dengan daya listrik keluar 303,98 W -365,30 W. Berdasarkan grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 8 dan 9, terjadi penurunan daya baik P_{in} dan P_{out} dihari ke-9, kemudian mengalami kenaikan pada hari ke-11. Rendahnya nilai total daya yang dihasilkan pada hari ke-9, ke-10, dan ke-11 dipengaruhi oleh cuaca yang mendung dan hujan, hal ini sesuai dengan pernyataan Suryana dan Marhaendra (2016), daya listrik yang dihasilkan oleh fotovoltaik akan mengalami penurunan di musim hujan. Nilai daya yang dihasilkan dari pengamatan hari ke-12, ke-13, dan ke-14 tidak sebesar daya pada minggu pertama pengamatan. Hal ini didasarkan oleh minggu pertama di bulan Januari berdasarkan rilis berita dari Republika yang ditulis oleh Murdaningsih (2020), bumi berada di jarak terdekat dengan matahari (titik perihelion) dengan jarak 147.091.144 Km dari matahari. Jarak matahari rata-rata berada pada kisaran 149.597.870 Km, berdasarkan pernyataan ilmuwan NASA Walter Petersen, matahari merupakan pengontrol terbesar terhadap radiasi yang diterima oleh bumi.

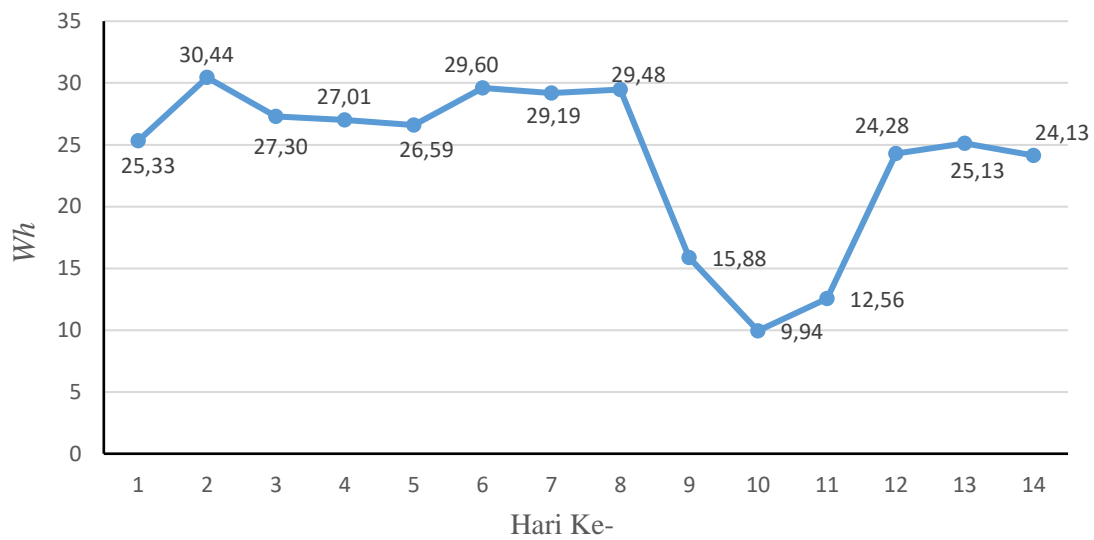
3.5. Energi Listrik Rancangan

Nilai rata-rata tertinggi energi listrik yang dihasilkan sel fotovoltaik terjadi di hari ke-2 penelitian yakni 30,44Wh. Daya listrik sangat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik. Menurut Honora (2018),

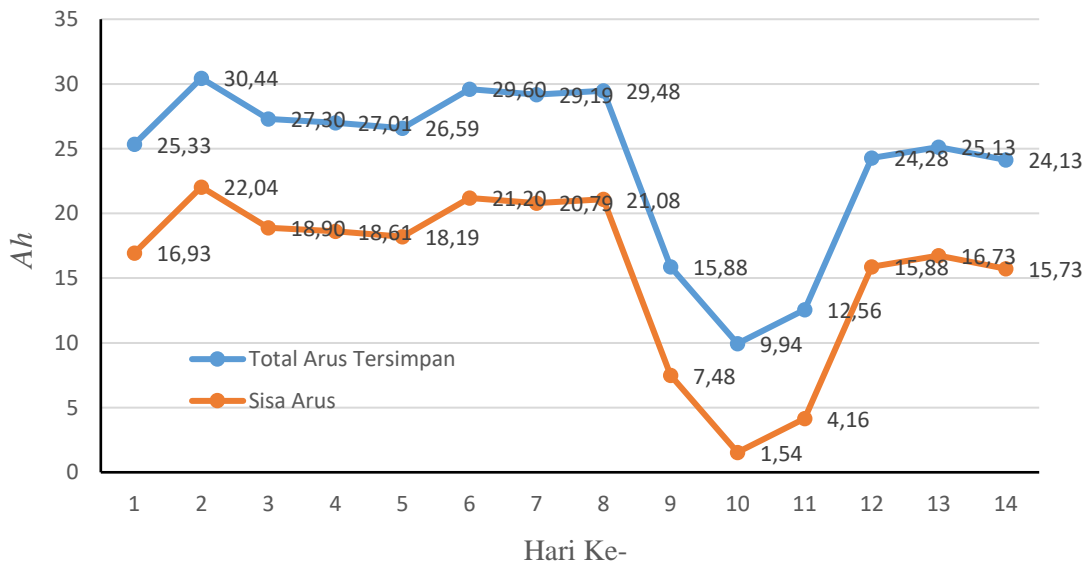
energi listrik yang dihasilkan fotovoltaik yang menjadi faktor utama yaitu intensitas cahaya matahari, semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang diperoleh maka energi listrik yang dihasilkan fotovoltaik akan semakin tinggi. Nilai rata-rata energi listrik terendah yang didapatkan ketika penelitian terjadi di hari ke-10 yakni 9,94Wh, rendahnya nilai tersebut disebabkan oleh kondisi saat pengamatan yang sedang hujan dan mendung. Grafik dari rata-rata energi listrik yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 10.

3.6. Proses Charge Pada Baterai (Accu)

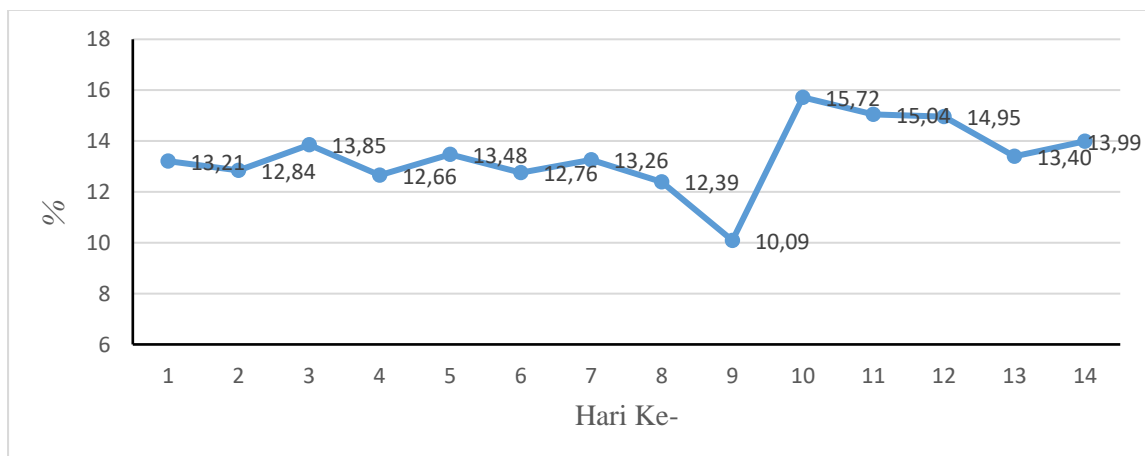
Proses pengecasan pada accu dilakukan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik. Baterai yang digunakan untuk menyimpan energi listrik beraruskan DC ini adalah jenis VRLA (Valve Regulated Lead Acid) dengan arus 65 Ah. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan (1) diperoleh beban dari beban dari pompa air DC hidup selama 24 jam setiap hari yaitu 8,4Ah. Grafik arus yang tersimpan dan tersisa setiap harinya dapat dilihat pada Gambar 11. Arus tersisa adalah pengurangan arus yang tersimpan di baterai setiap hari dengan beban arus dari pompa DC setiap harinya. Lama pengisian baterai tergantung dari Wattage Solar Panel dan besar penggunaan daya, pengisian baterai yang terjadi selama pengamatan ialah 07.00 WIB – 18.00 WIB.



Gambar 10. Rata-Rata Energi Listrik



Gambar 11. Grafik Charge pada Baterai



Gambar 12. Rata-Rata Efisiensi Fotovoltaik

Tabel 2. Debit Air dari Sistem

Minggu ke-	Debit awal rata-rata (m ³ /detik)	Debit akhir rata-rata (m ³ /detik)	Rata-rata (m ³ /detik)	Head rata-rata (m)
1	2,1148 x 10 ⁻⁵	2,1142 x 10 ⁻⁵	2,1145 x 10 ⁻⁵	1,32
2	2,1147 x 10 ⁻⁵	2,1142 x 10 ⁻⁵	2,1145 x 10 ⁻⁵	1,32

Sumber: data hasil penelitian

3.7. Debit Air yang Dihasilkan

Sistem hidroponik yang dibuat dalam penelitian ini menghasilkan debit air rata-rata di minggu ke-1 dengan nilai 2,1148 x 10⁻⁵ m³/detik pada saluran masuk (inlet) dan untuk saluran keluar (outlet) 2,1142 x 10⁻⁵ m³/detik. Minggu ke-2 penelitian diperoleh nilai debit rata-rata masuk pada saluran masuk (inlet) sebesar 2,1147 x 10⁻⁵ m³/detik, sedangkan untuk saluran keluar (outlet) sebesar 2,1142 x 10⁻⁵ m³/detik. Berdasarkan data yang diperoleh kehilangan debit air pada sistem hidroponik sebesar 0,03% dan air teralirkan kembali 99,97% . Hasil dari pengamatan debit dapat dilihat pada Tabel 2.

Dilihat dari Tabel 2. nilai debit rata-rata pada saluran masuk (inlet) sistem hidroponik mengalami penurunan pada minggu ke-2 penelitian, hal ini disebabkan oleh tumbuhnya organisme lain (lumut) di selang air, sehingga menyebabkan menurunnya daya serap pompa air. Menurunnya debit dari saluran inlet dan outlet menurut Yuliardi (2017), terjadi karena head losses disetiap tikungan hidroponik dan adanya pertumbuhan organisme lain seperti lumut pada saluran sehingga mengurangi air keluar. Menurut Qalyubi (2015), debit air pada sistem hidroponik tidak berpengaruh nyata terhadap tanaman, sehingga seluruh tanaman muda (hortikultura) dapat ditanam dengan debit kecil maupun debit besar asalkan pemberian nutrisi terpenuhi.

3.8. Efisiensi Fotovoltaik

Rata-rata efisiensi tertinggi dari sel fotovoltaik dari rancangan ini terjadi di hari ke-10 penelitian yakni 15,72%, tingginya nilai efisiensi pada pengamatan ini disebabkan oleh suhu lingkungan rata-rata sebesar 26,67°C dengan kondisi cuaca mendung dan hujan,

rentang suhu pada pengamatan tersebut 23,97°C - 28,30°C. Sel fotovoltaik menurut Yuliananda et al. (2015), beroperasi maksimal pada suhu 25°C, kenaikan suhu menyebabkan penurunan terhadap tegangan yang dihasilkan, kenaikan suhu 10°C dari 25°C akan mengurangi 0,4% total daya yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik. Efisiensi rata-rata selama pengamatan yakni 13,40%. Menurut Pratama dan Indra (2018), nilai efisiensi dari sel surya jenis polycrystalline ialah 8,47% - 12,86%. Efisiensi rata-rata fotovoltaik selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 12.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu, pada saat pembuatan alat menghasilkan suhu pada saat sekitar 25,33-33,70°C dengan rentang intensitas cahaya matahari 32,68 W/m²-920,26 W/m². Daya listrik total dihasilkan oleh fotovoltaik dari pengamatan dengan rentang 119,33 W - 365,30 W. Energi listrik rata-rata tertinggi terjadi pada hari ke-2 pengamatan dengan nilai 30,44 W. Rata-rata debit diperoleh dengan nilai 2,1145 m³/detik, dengan kehilangan air pada sistem sebesar 0,03% maka pompa bertenaga surya ini layak untuk digunakan sebagai salah satu alternatif penggunaan energi terbarukan. Rentang efisiensi sel fotovoltaik di kawasan Kelurahan Limau Manis Kota Padang ialah 10,09% - 15,72%, dengan rentang ini hidroponik dengan bantuan pompa bertenaga surya layak untuk digunakan.

4.2. Saran

Rancang bangun hidroponik dengan menggunakan pompa tenaga surya ini dapat

digunakan pada skala besar (industri). Perlu adanya penelitian lanjutan dengan pemanfaatan energi terbarukan seperti air dan angin, dengan kombinasi (hybrid) dengan sel fotovoltaik untuk menjalankan sistem hidroponik. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengatur suhu fotovoltaik tetap stabil di 25°C, sehingga efisiensi fotovoltaik stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- NASA (National Aeronautics and Space Administration). 2019. *Prediction of Worldwide Energy Resource. Power Data Access Viewer*. Washington, D.C.
- Ariawan, A., Trisna, I. dan Wijaya. 2013. Perbandingan Penggunaan Motor DC Dengan AC Sebagai Penggerak Pompa Air yang Disuplai oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Prosiding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems (CSGTEIS)*. Bali, 14-15 November 2013: 19-24.
- Asy'ari, H., Jatmiko, dan Angga. 2012. Intesitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya. *Simposium Nasional RAPI XI*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta: E53-E57.
- Firman, M., Herlina, F., dan Sidiq, A. 2017. Analisa Radiasi Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan untuk Penerangan Bagian Luar Masjid Miftahul Jannah Didesa Benua Tengah Kecamatan Taksiung. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2: 98-102.
- Hasan, H. 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi. *Journal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK)*, 10 (2): 169-180.
- Honora, P. 2018. Pemanfaatan Tenaga Surya Sebagai Penggerak Pompa Air DC Pada Tanaman Hidroponik. *Skripsi*. Departemen Teknik Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan: 91 halaman.
- Mardiyono, M., Ariyono, S., Wasito, E., dan Handoko, S. 2018. Pemanfaatan Teknologi Konversi Energi Surya untuk Hidroponik Pada SMP Alam Ar Ridho. *Jurnal DIANMAS*, 7 (1): 19-26
- Mohamad, N.R., Soh, A.S.A.M., Saleh, A., Hashim, N.M.Z., Abd Aziz, M.Z.A., Sarimin, N., Othman, A., dan Ghani, Z.A. 2013. Development of Aquaponic System Using Solar Powered Control Pump. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 8 (6) : 01-06.
- Murdaningsih, D. 2020. Pekan ini, Jarak Bumi Terdekat dengan Matahari. *Republika*, Senin, 27 September 2021. Diakses dari <https://trendtek.republika.co.id/berita/q3o89y368/pekan-ini-jarak-bumi-terdekat-dengan-matahari> (17 Februari 2020).
- Park, J-S. dan Kurata, K. 2009. Application of Microbubbles to Hydroponics Solution Promotes Lettuce Growth. *HortTechnology*, 19 (1): 212-215.
- Pratama, D.A. dan Indra, H.I. 2018. Uji Kinerja Penel Surya Polycrystalline 100WP. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin UNESA (JPTM)*. 6 (3) : 79-85.
- Prima, G.R. 2015. Penggunaan Panel Surya (Solar Cell) Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif untuk Pompa Akuarium dan Pemberi Makan Otomatis. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta: 53 halaman.
- Qalyubi, I. 2015. Pengaruh Air dan Pemberian Jenis Nutrisi Terhadap pertumbuhan Tanaman Kangkung Pada Sistem Irigasi Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). *Skripsi*. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember: 55 halaman.
- Solarex. 1996. *Discover The Newest World Power*. Frederick Court. Maryland.
- Suharyati, Pambudi, S.H., Wibowo, J.L., dan Pratiwi, N.I. 2019. *Indonesia Energy Outlook 2019*. Dewan Energi Nasional. Jakarta.
- Suprayitno, E.A., Dijaya, R., dan Atho'illah, M. 2018. Otomasi Sistem Hidroponik DFT (DEEP Flow Technique) Berbasis Arduino Android dengan Memanfaatkan Panel Surya Sebagai Energi Alternatif. *ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 3 (2): 30-37.

- Suryana, D. dan Ali, M.M. 2016. Pengaruh Temperatur/Suhu Terhadap Tegangan yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya). *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(1): 49-52.
- Suwarno, J. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Vidianto, D.Z., Fatimah, S., dan Wasonowati, C. 2013. Penerapan Panjang Talang dan Jarak Tanam dengan Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Pada Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae* var. Alboglabra). *Jurnal Agrovigor*, 6(2): 128-135.
- Yuliananda, S., Sarya, G., dan Hastijanti, R.R. 2015. Pengaruh Perubahan Intesitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya*, 01(02): 193 - 202.
- Yuliardi, Y. 2017. Modifikasi Akuaponik Model Piramida dalam Pemanfaatan Lahan Pekarangan. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas.