

ANALISIS KARAKTERISTIK FISIS HIDROPONIK BERBASIS PHOTOVOLTAIC

Pande Putu Agus Santoso^{1a} dan Rifky Lana Rahardian²

¹Program Studi Teknik Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas

²Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,
Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas
email: pande.santoso@gmail.com

ABSTRAK

Dewasa ini berkembang sistem hidroponik berbasis *photovoltaic*. Namun kurangnya referensi tentang analisis hidroponik berbasis *photovoltaic* menimbulkan berbagai permasalahan seperti tidak singkongnya kapasitas aki, panel, dan pompa air yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik fisik dari sistem hidroponik berbasis *photovoltaic*. Karakteristik fisis yang dimaksud adalah kapasitas panel surya dan baterai yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pompa air selama satu hari. Metode penelitian melibatkan analisis teoritis melalui perhitungan komponen dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), pembuatan alat sistem hidroponik berbasis *photovoltaic*, dan perbandingan hasil perhitungan teoritis dengan eksperimen lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mengoperasikan pompa air DC 12V 20W selama 24 jam (1440 menit), diperlukan satu buah panel surya dengan daya 100 Wp, satu buah baterai 12V 65 Ah, dan SCC 30 A. Dengan melakukan 10 kali percobaan, diperoleh data rata-rata waktu hidup pompa air adalah 1441,8 menit. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan antara hasil analisis teoritis dan eksperimen lapangan. Hal ini membuktikan bahwa bahwa analisis karakteristik fisis sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* secara teoritis dapat diandalkan sebagai dasar untuk perencanaan dan implementasi praktis di lapangan.

Kata kunci: analisis teoritis, baterai, eksperimen lapangan, karakteristik fisis, panel surya, pompa air.

ABSTRACT

Hydroponic system based on photovoltaic have been developed nowadays. However, the lack of references to hydroponic system based on photovoltaic analysis causes problems such as the insignificant capacity of batteries, panels, and water pumps used. This study aims to analyze the physical characteristics of hydroponic systems based on photovoltaic. The physical characteristic was the capacity of solar panels and batteries needed to operate the water pump for one day. The research method involves theoretical analysis through the calculation of components of Solar Power Plants (PLTS), the manufacture of hydroponic systems based on photovoltaic tools, and the comparison of theoretical calculation results with field experiments. The results of the research show that to operate a 12V 20W DC water pump for 24 hours (1440 minutes), one solar panel with a power of 100 Wp, one 12V 65Ah battery, and SCC 30 A was required. By carrying out 10 experiments, average data was obtained. The average life time of the water pump was 1441.8 minutes. The statistical test

results show that there was no difference between the results of theoretical analysis and field experiments. This proves that the physical characteristics analysis of hydroponic systems based on photovoltaic is theoretically reliable as a basis for practical planning and implementation in the field.

Keywords: batteries, field experiments, physical characteristics, solar panels, theoretical analysis, water pumps.

1. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan teknik bercocoktanam menggunakan media air sebagai pengganti media tanah. Hidroponik merupakan sebuah istilah dari bahasa Yunani, *Hydroponic* yang mana hydro bermakna air dan ponous bermakna kerja [1]. Berdasarkan hal tersebut maka dapat disimpulkan bahwa, bertanam secara hidroponik merupakan teknologi bercocok tanam yang menggunakan air, nutrisi, dan oksigen. Ditinjau dari segi teknik irigasinya, hidroponik dapat diklasifikasikan menjadi tiga yakni, *deep flowing system*, *aeroponik* dan *Nutrient Film Technique (NFT)*. *Deep flowing system* adalah sistem hidroponik yang dimana tanaman mengapung di atas kolam unsur hara, serta adanya aerator di dalam kolam untuk sirkulasi oksigen. *Aeroponik* adalah sistem hidroponik yang dimana akar tanaman tergantung di dalam ruangan gelap dan secara berkala disemprot dengan larutan unsur hara dari bawah. *Nutrient Film Technique* adalah sistem hidroponik yang dimana tanaman dibudidayakan pada wadah yang berbentuk pipa berlubang, yang secara konsisten dilewati air yang mengandung unsur hara. Ketinggian aliran air pada sistem ini sangatlah tipis, sehingga disebut dengan istilah "nutrient film"). Semua metoda irigasi tersebut membutuhkan energi listrik untuk menggerakkan larutan unsur hara [2]. Pada hidroponik konvensional energi listrik yang digunakan bersumber dari listrik PLN.

Dewasa ini berkembang teknologi baru di dalam sistem hidroponik dengan menggunakan *photovoltaic* sebagai sumber energi listriknya. Cara kerja *photovoltaic* atau PV atau modul surya adalah ketika photon dari sinar matahari mengenai permukaan PV, maka elektron dari semikonduktor penyusun PV akan bergerak. Pergerakan elektron ini menghasilkan arus listrik. Satu buah PV disusun dari beberapa sel surya yang dirangkai secara seri. Keunggulan PV yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi yang ramah lingkungan atau tidak menghasilkan CO₂, sejalan dengan konsep fotosintesis dari tanaman. Keselarasan ini membuat pemanfaatan *photovoltaic* sebagai sumber energi listrik dalam menghidupkan pompa air pada hidroponik adalah sebuah kolaborasi yang ideal. Sinar matahari tidak saja dimanfaatkan untuk proses fotosintesis oleh tumbuhan, tetapi juga merupakan sumber energi listrik untuk mengalirkan air pada akar-akar tanaman [3]. Tegangan dan arus listrik yang mampu diproduksi oleh sebuah PV dipengaruhi oleh kuat atau lemahnya intensitas sinar matahari yang mengenai permukaan modul surya [4]. Guna menggerakkan larutan nutrisi pada sistem hidroponik digunakan sebuah pompa air. Daya pompa air disesuaikan dengan ketinggian pipa hidroponik yang akan dialiri. Semakin tinggi posisi talang, diperlukan pompa air dengan daya yang semakin besar [5]. Hidroponik berbasis *photovoltaic* relatif lebih simpel, praktis dan menarik jika dibandingkan dengan hidroponik konvensional, sehingga bisa dengan mudah dan murah digunakan oleh masyarakat luas.

Pengaplikasian sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* di lapangan tidak terlepas dari beberapa permasalahan yang perlu diatasi. Salah satu permasalahan yang sering muncul terkait dengan sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* adalah ketika pompa air sering mati ditengah jalan, terutama jika cadangan energi dalam aki sudah habis dalam waktu kurang dari satu hari, bahkan saat hari masih siang. Dampak dari masalah ini adalah tanaman menjadi layu karena tidak ada aliran air pada talang, yang sangat penting untuk pertumbuhan mereka. Selain itu, biaya pembuatan sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* dapat menjadi relatif mahal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman petani tentang sistem perhitungan hidroponik berbasis *photovoltaic*, sehingga mereka mungkin membeli bahan-bahan yang tidak efektif atau tidak sesuai dengan kebutuhan proyek mereka. Durasi waktu hidupnya pompa air yang dipengaruhi oleh daya panel dan baterai [6] merupakan karakteristik fisis dari sistem hidroponik berbasis *photovoltaic*.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis karakteristik fisik dari tiga komponen utama sistem ini, yaitu panel surya, baterai, dan daya pompa air. Penelitian ini akan membahas bagaimana karakteristik fisis yakni daya panel surya dan aki, dapat memengaruhi kinerja atau durasi hidup pompa air dari sebuah sistem hidroponik berbasis *photovoltaic*. Panel surya adalah komponen utama dalam sistem ini. Karakteristik fisik panel surya termasuk luas permukaan, efisiensi konversi cahaya matahari menjadi listrik, dan arah penempatan panel [7]. Analisis akan mencakup perhitungan potensi energi surya yang dapat dihasilkan oleh panel. Baterai digunakan untuk menyimpan energi surya yang dihasilkan oleh panel. Karakteristik fisik baterai termasuk kapasitas, tipe baterai dan tingkat kehilangan energi saat pengisian dan pengosongan [8]. Penelitian akan membandingkan kapasitas baterai dengan kebutuhan energi sistem hidroponik. Daya pompa air merupakan kebutuhan energi dalam sistem hidroponik tenaga surya. Pompa air diperlukan

untuk mengalirkan nutrisi ke tanaman dalam sistem hidroponik. Karakteristik fisik daya pompa air termasuk daya listrik yang dikonsumsi, laju aliran air, dan tingkat efisiensi [9]. Analisis akan mempertimbangkan bagaimana daya pompa air dapat dipenuhi oleh panel dan baterai secara efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik fisik dari hidroponik berbasis *photovoltaic*. Karakteristik fisis yang dimaksud adalah kapasitas panel surya dan baterai yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pompa air selama satu hari. Dengan pemahaman dan perencanaan yang baik, pengaplikasian sistem hidroponik tenaga surya dapat menjadi solusi dalam pertanian modern.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri atas metode analisis secara teoritis, metode pembuatan alat dan perbandingan antara analisis teoritis dan hasil eksperimen lapangan [10].

2.1 Analisis Teoritis

Analisis teoritis sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* terdiri atas perhitungan kebutuhan daya, kapasitas panel surya, kapasitas baterai, dan karakteristik SCC [11].

2.1.1 Menentukan Kebutuhan Daya Listrik

Kebutuhan daya listrik adalah total daya listrik yang dipergunakan pada hidroponik berbasis *photovoltaic* selama satu hari. Perhitungan dilakukan dengan mendata jenis, jumlah dan daya dari masing-masing komponen yang memerlukan energi listrik. Secara matematis perhitungan kebutuhan daya listrik disajikan oleh persamaan 1 berikut [12].

$$\text{Kebutuhan daya} = \text{jenis komponen} \times \text{jumlah itemn} \times \text{daya} \times \text{waktu pemakaian} \quad (1)$$

2.1.2 Menentukan Kapasitas Panel Surya (PV)

Kapasitas panel surya ditentukan melalui pembagian total kebutuhan daya dengan waktu optimum penyinaran. Sebagai negara yang dilalui oleh garis katulistiwa, rata-rata waktu penyinaran optimum di Indonesia berlangsung selama 5 jam. Waktu penyinaran optimum terjadi dari pukul 10.00 sampai 15.00. Secara matematis perhitungan kapasitas panel surya tersaji pada persamaan 2 berikut [11].

$$\text{Kapasitas Panel Surya (Wp)} = \text{Kebutuhan Daya} : 5 \quad (2)$$

2.1.3 Menentukan Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai ditentukan dengan cara mengalikan fakto efisiensi baterai dengan total kebutuhan daya. Munculnya angka faktor efisiensi baterai (1,5) karena pada dasarnya baterai tidak boleh digunakan sampai habis 100%. Hal ini agar umur pemakaian baterai lebih lama, maka baterai tidak boleh dikosongkan sepenuhnya. Secara matematis perhitungan kapasitas baterai tersaji pada persamaan 3 berikut [11].

$$\text{Kapasitas Baterai (Ah)} = 1,5 \times \text{Kebutuhan Daya} \quad (3)$$

2.1.3 Menentukan Karakteristik SCC

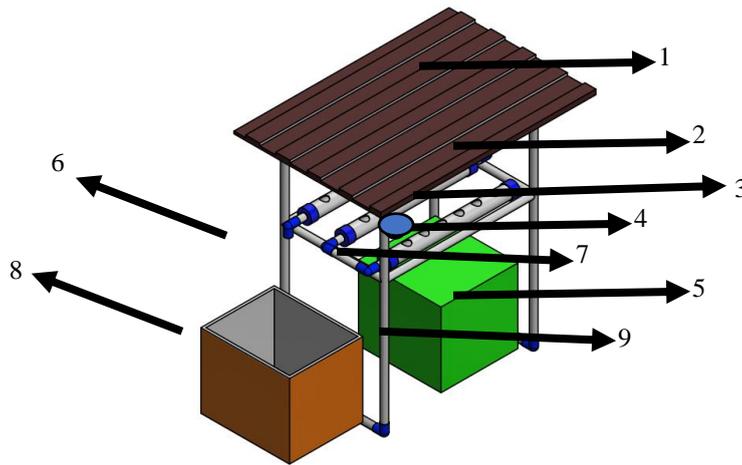
Sollar Charge Controler (SCC) berfungsi untuk mengatur proses *charging* (pengisian) dan *discharging* (pemakaian daya) dari baterai. Adanya SCC dapat membuat proses pengisian dan pengosongan baterai berjalan sesuai dengan karakteristik baterai, sehingga usia pakainya panjang. Setiap SCC juga memiliki karakteristik tersendiri. Biasanya SCC dibedakan berdasarkan batas maksimum arus dari PV yang dapat diterimanya. Berdasarkan hal tersebut maka penentuan karakteristik SCC didasarkan pada nilai “ I_{mp} dan V_{oc} ”

yang tertulis dibelakang setiap panel surya [12]. Jika kita hanya menggunakan satu buah PV (tunggal), maka kapasitas SCC dapat dihitung dengan persamaan 4 berikut.

$$I_{sc} \geq I_{sc} \text{ panel.} \quad (4)$$

2.2 Pembuatan Alat

Pembuatan alat diawali dengan tahap desain. Desain alat menunjukkan bentuk, jenis, dan dimensi komponen yang digunakan. Berdasarkan desain alat dapat ditentukan jenis dan jumlah alat serta bahan yang dibutuhkan. Desain yang ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Disaen alat sistem hidroponik berbasis photovoltaic

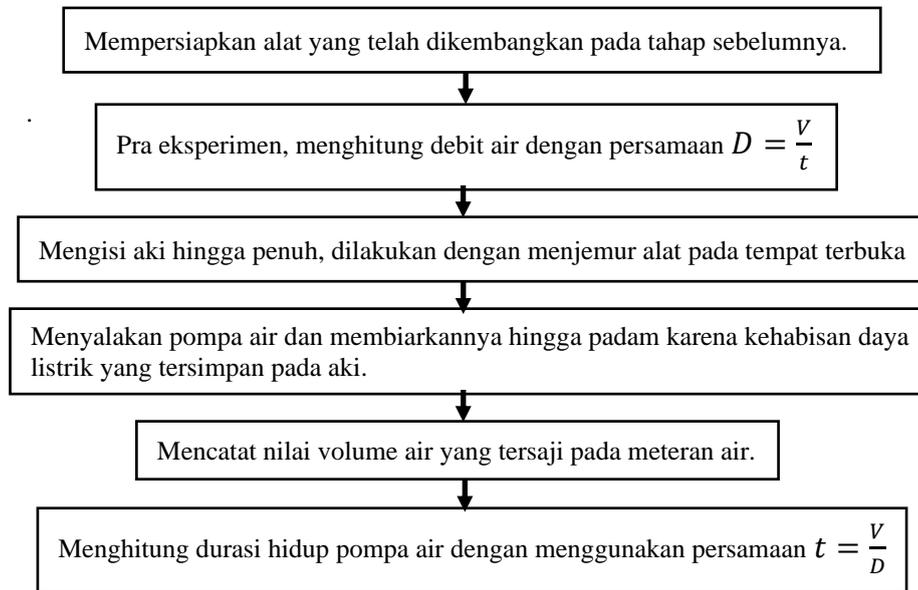
Berdasarkan gambar 1, adapun penjelasan dari bagian-bagian sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* adalah sebagai berikut.

- (1) Kerangka atap sebagai dudukan untuk panel surya, memiliki dimensi (100 x 50) cm.
- (2) Tiang penyangga yang terbuat dari besi holo dengan tinggi 100 cm.
- (3) Paralon berlubang sebagai tempat tanaman. Adapun dimensi dari pipa paralon ini adalah (d = 1 dim, p = 100 cm, d lubang = 5 cm, jarak antar lubang 10 cm).
- (4) Meteran air adalah alat yang digunakan untuk mengukur volume air melalui alat tersebut.
- (5) Penyangga sistem hidroponik, berbahan besi holo dengan tinggi 100 cm.
- (6) Sisi samping sistem hidroponik, terbuat dari besi holo dengan lebar 50 cm.
- (7) Sisi panjang sistem hidroponik, terbuat dari besi holo (3x3), panjang 100 cm.
- (8) Bak nutrisi, memiliki dimensi (p = 50 cm, l = 50 cm, dan tinggi 50 cm).
- (9) Box panel adalah tempat untuk aki, *sollar charge controller*, dan kotak kontak, memiliki dimensi (p = 50 cm, l = 50 cm, dan tinggi 50 cm).

Setelah desain alat selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah pengumpulan bahan, pembuatan kerangka, pengecatan, pemasangan talang-talang hidroponik dan instalasi komponen kelistrikan. Setelah alat selesai dibuat maka dilakukan uji fungsional alat. Tahap ini bertujuan untuk menguji kemampuan panel surya dalam menghasilkan listrik, SCC dalam mengisi dan mengosongkan aki, aki dalam menyimpan muatan listrik, pompa air dalam mengalirkan larutan nutrisi pada talang-talang hidroponik dan meteran air dalam mengukur total volume air yang melewatinya. Jika salah satu saja, dari semua komponen yang disebutkan di atas tidak mampu bekerja sesuai apa yang diharapkan, maka peneliti akan melakukan perbaikan alat. Apabila alat mampu bekerja sesuai yang diharapkan, maka kegiatan dilanjutkan ke tahap uji kinerja.

2.3 Perbandingan

Proses perbandingan antara hasil analisis secara teoritis dan eksperimen lapangan diawali dengan melakukan uji kinerja terhadap sistem hidroponik tenaga surya yang telah dibuat. Proses uji kinerja dilakukan dengan tahapan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Uji kinerja alat sistem hidroponik berbasis *photovoltaic*

Berdasarkan persamaan 2, t = durasi waktu hidupnya pompa air (s). V adalah volume air yang dipindahkan selama pompa menyala (m^3). Nilai ini dapat dilihat dari alat ukur meteran air. D adalah debit aliran air, pada sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* ini, yang diperoleh dengan perhitungan pada tahap pra eksperimen. Proses uji kinerja diulangi sebanyak 10 kali dan mengumpulkan data durasi hidup pompa air pada tabel hasil penelitian. Melakukan komparasi hasil analisis secara teoritis dan eksperimen dengan menggunakan uji *one sample t-test*.

2.4 Analisis Data

Penelitian yang akan menganalisis karakteristik fisis sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* dengan membandingkan durasi waktu hidupnya pompa air secara teoritis dan eksperimen. Secara teoritis ditetapkan bahwa pompa air pada sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* harus mampu menyala selama 24 jam (1440 menit). Secara eksperimen, data durasi hidup pompa air dikumpulkan sebanyak sepuluh kali, yang dilakukan dengan proses uji kinerja alat sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* yang telah dibuat, secara berulang. Karena proses uji kinerja (pengumpulan data durasi waktu hidupnya pompa air secara eksperimen) dilakukan secara berulang, maka perhitungan nilai rerata tersaji pada persamaan 5 berikut [14].

$$\bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \mu_i}{10} \quad (5)$$

Untuk meyakinkan bahwa ada atau tidaknya perbedaan antara hasil analisis secara teoritis dan eksperimen, maka dilakukan uji statistik menggunakan uji t (*one sample t-test*). Uji *one sample t-test* dipilih karena pada penelitian ini membandingkan membandingkan nilai rata-rata sampel pada satu variabel (analisis eksperimen) dengan nilai yang sudah ditentukan (analisis teoritis). Adapun bentuk rumus uji- t tersaji pada persamaan 6 berikut [14].

$$t_o = \frac{\bar{y} - \mu}{S/\sqrt{n}} \quad (6)$$

dimana \bar{y} adalah nilai rerata (*mean*) durasi waktu hidup pompa air dari sepuluh kali percobaan. n adalah jumlah data, yakni 10. μ adalah nilai durasi hidup pompa air yang sudah ditetapkan secara teoritis (24 jam). S adalah standar deviasi dari sepuluh data tersebut.

Bentuk hipotesis statisti dari proses pengujian ini adalah sebagai berikut. $H_0: \mu = 24$ (durasi hidup pompa air adalah 24 jam atau 1.440 menit), tidak terdapat perbedaan rerata durasi waktu hidup pompa air, antara analisis teori dan eksperimen. $H_a: \mu \neq 24$ (durasi hidup pompa air tidak sama dengan 24 jam atau 1.440 menit), terdapat perbedaan rerata durasi waktu hidup pompa air, antara analisis teori dan eksperimen. Adapun kriteria penolakan hipotesisnya adalah: tolak H_0 apabila $|t_o| > t_{\alpha, v}$. Nilai $t_{\alpha, v}$ diperoleh dari tabel statistik dimana α yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,05 dan $v = n - 1$ [14].

Berdasarkan hasil analisis ini dapat diketahui apakah nilai rata-rata durasi waktu hidup pompa air yang dihasilkan secara eksperimen (yang dibuat berdsarkan data alanisis teoritis) terlihat berbeda, atau tidak. Hal ini dapat dijadikan sebagai dasar dalam menjustifikasi bahwa analisis karakteristik fisis sistem hidroponik berbasis panel surya (yang terdiri daya PV, aki dan durasi hidup pompa) berhasil digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) yang efektif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Teoritis

Hasil analisis teoritis yang terdiri atas kebutuhan daya, kapasitas panel surya, kapasitas baterai, dan karakteristik SCC tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis teoritis

No.	Besaran	Rumus	Variabel	Hasil
1	Kebutuhan daya	daya pompa x waktu pemakaian	20 W x 24 h	480 Wh per hari
2	Kapasitas panel	Kebutuhan Daya : 5	480 Wh : 5 h	96 W. Dipilih panel surya kapasitas 100 Wp
3	Kapasitas baterai	1,5 x Kebutuhan Daya	1,5 x 480 W	720 W Dipilihlah aki dengan kapasitas 12V 65Ah.
4	Karakteristik SCC	$I_{sc} \geq I_{sc}$ panel.	Nilai I_{sc} pada panel adalah 5,96 A, jadi digunakan SCC yang memiliki $I > 5,96$ A.	Pada penelitian ini digunakan SCC dengan nilai kuat arus 30A.

Berdasarkan hasil analisis teoritis ini dapat disimpulkan bahwa untuk mengoperasikan sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* dengan pompa air DC 20W dibutuhkan satu buah PV 100 Wp, satu buah baterai (aki *deep cycle*) 12V 65Ah dan satu buah SCC 30A.

3.2 Hasil Pembuatan Sistem Hidroponik berbasis Photovoltaic

Berdasarkan desaen alat yang tersaji pada gambar 1, proses pembuatan dan uji fungsional sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* tersaji pada gambar 3.



Gambar 3. Proses pembuatan dan uji fungsional sistem hidroponik berbasis photovoltaic

Berdasarkan data volume air (V) dan waktu (t) dari hasil uji fungsional, maka debit (D) aliran air yang dihasilkan oleh pompa DC 12V 20W dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$D = \frac{V}{t}$$

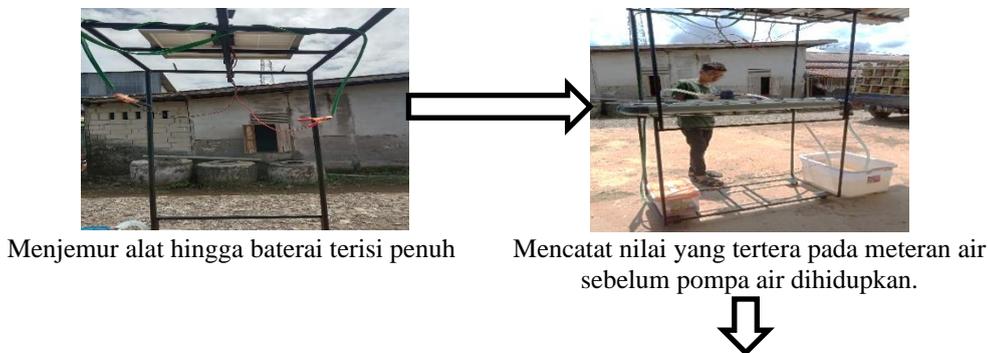
$$D = \frac{6,48 \text{ l}}{1 \text{ menit}}$$

$$D = 6,48 \text{ l/menit}$$

Nilai debit ini adalah konstan untuk seluruh proses aliran air pada sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* yang menggunakan pompa air DC 12V 20W ini.

3.3 Hasil Perbandingan antara Analisis Teoritis dan Eksperimen

Guna melakukan perbandingan antara hasil analisis teoritis dan eksperimen, didahului dengan melakukan uji kinerja alat sebanyak sepuluh kali. Proses uji kinerja tersaji pada gambar 4.





Mencatat nilai yang tertera pada meteran air, setelah pompa air mati.



Menghidupkan pompa air.

Gambar 4. Proses uji kinerja alat sistem hidroponik berbasis *photovoltaic*

Berdasarkan uji kinerja dan proses pengambilan data yang telah dilakukan, hasil penelitian tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil penelitian

No	$V_{awal} (m^3)$	$V_{akhir} (m^3)$	$\Delta V (m^3)$	$V (l)$	$Q (l/min)$	$t (min)$
1	2,3841	11,75418	9,37008	9370,08	6,48	1446
2	11,7542	21,0854	9,33120	9331,20	6,48	1440
3	21,0854	30,45548	9,37008	9370,08	6,48	1446
4	30,4555	39,86446	9,40896	9408,96	6,48	1452
5	39,8645	49,15682	9,29232	9292,32	6,48	1434
6	49,1568	58,52688	9,37008	9370,08	6,48	1446
7	58,5269	67,78034	9,25344	9253,44	6,48	1428
8	67,7803	77,18926	9,40896	9408,96	6,48	1452
9	77,1893	86,48162	9,29232	9292,32	6,48	1434
10	86,4816	95,8128	9,33120	9331,20	6,48	1440
\bar{y} (rata-rata)						1441,8
S (standar deviasi)						7,6

Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa nilai rata-rata durasi waktu hidup pompa air adalah 1441,8 menit dengan nilai standar deviasi 7,6. Dengan menggunakan persamaan (6) uji *one sample t-test*, kita bandingkan dengan nilai durasi waktu hidup pompa air yang standar secara teoritis, yakni 1440 menit.

$$t_o = \frac{\bar{y} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

$$t_o = \frac{1441,8 - 1440}{7,6/\sqrt{10}}$$

$$t_o = 0,00075$$

Dengan menggunakan $\alpha = 0,05$ dan $v = n - 1 = 9$, maka nilai $t_\alpha = 1,833$. Karena nilai $|t_o| < t_\alpha$, sehingga kita terima H_o . Jadi dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rerata durasi waktu hidup pompa air, antara analisis teori dan eksperimen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara analisis karakteristik fisis hidroponik berbasis *photovoltaic* secara teoritis dan eksperimen. Secara teoritis, untuk mengoperasikan pompa air DC 12V 20W selama 24 jam (1.440 menit), dibutuhkan satu buah panel surya 100 Wp dan Aki 12V 65Ah. Hasil pengujian eksperimental, dari alat sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* yang dibuat dengan menggunakan panel surya 100 Wp

dan Aki 12V 65Ah, menunjukkan bahwa sistem mampu menghidupkan pompa air dengan durasi waktu rata-rata 1441,8 menit. Terdapat perbedaan sebesar 1,8. Perbedaan ini disebabkan oleh faktor alam seperti intensitas cahaya matahari yang menyinari sistem lebih dari 5 jam sehari. Secara teoritis waktu optimum penyinaran panel surya adalah 5 jam, mulai pukul 10.00 hingga 15.00, namun faktanya asalkan panel surya terpapar sinar matahari, ia telah mampu menghasilkan arus listrik. Setiawan dan Gunoto (2019) telah membuktikan bahwa panel surya mampu menghasilkan listrik dari pukul 08.00 hingga 18.00, sepanjang masih ada sinar matahari [15]. Selain itu, Budianto (2016) juga telah membuktikan bahwa panel surya mampu menghasilkan listrik dari pukul 07.00 sampai 17.00 sepanjang terpapar cahaya matahari [16].

Selain faktor alam, faktor alat juga berpengaruh terhadap perbedaan kecil antara analisis teori dan eksperimen. Secara teori sebenarnya dibutuhkan panel surya 96 Wp dan baterai 12V 60 Ah. Namun, karena menyesuaikan dengan ketersediaan produk di pasar, maka spek yang kita beli untuk pembuatan alat adalah diatas kebutuhan hasil perhitungan secara teoritis (panel surya 100 Wp dan baterai 12V 65Ah). Hal ini menyebabkan meningkatnya kapasitas hidroponik panel surya.

4. KESIMPULAN

Karakteristik fisis sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* yang menggunakan pompa air DC 12V 20W adalah satu buah panel surya dengan daya 100 Wp, satu buah baterai 12V 65 Ah dan SCC 30 A. Rata-rata waktu hidup pompa air adalah 1441,8 menit. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai $t_o = 0,00075$, jauh lebih kecil dibandingkan $t_a = 1,833$, sehingga H_o diterima, jadi tidak terdapat perbedaan antara hasil analisis teoritis dan eksperimen lapangan. Hal ini membuktikan bahwa bahwa analisis karakteristik fisis sistem hidroponik berbasis *photovoltaic* secara teoritis dapat diandalkan sebagai dasar untuk perencanaan dan implementasi praktis di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Romadloni, P. L. 2015. "System Design Automation Hidroponics NFT (Nutrient Film Technique Telkom University)". *e-Proceeding of applied science* 1. 1, 75-84.
- [2] Susila, A. D. (2013). *Sistem Hidroponik Bahan Ajar Mata Kuliah Dasar-Dasar Holtikultura*. Bogor: Departemen Agronomi dan Holtikultura, Fakultas Pertanian, Institut pertanian Bogor.
- [3] Tambunan, H. B. (2020). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Yogyakarta: Deepublish.
- [4] M. Vasugi., & R. Jayaraman. 2014. "Sholar Charged Stand Alone Inverter". *Int. Journal of engineering research and applications*. 4. 1, 84-87.
- [5] Lingga, P. (2012). *Hidroponik: Bertanam Tanpa Tanah modifikasi DFT*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [6] Djauhani, M.B., Haroanto, N. dan Saodah, S. 2015. "Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai untuk Beban Pompa Air 125Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya". *Jurnal Reka Elkomika*. 3. 3, 75 – 86.
- [7] Suratno dan Cahyono, B. 2023. "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Catu Daya Pompa Air Submersible". *JTE UNIBA*. 7. 2, 309 – 319.
- [8] Noer, Z. dan Dayana, I. (2021). *Dasar-Dasar Baterai*. Bogor: Guepedia.
- [9] Yani, A. 2022. "Analisis Karakteristik Pompa Air Type Sentrifugal Kapasitas 34 Liter/Menit dengan Daya Pompa 125 Watt". *Jurnal Sains Terapan*. 5. 1, 1 – 7.
- [10] Febriana, W., et al. (2022). *Metodologi Penelitian di Bidang Teknik*. Yogyakarta: Deepublish.
- [11] Gunoto, P. dan Sofyan, S. 2020. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp untuk Penerangan Lampu di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan". *Sigma Teknika*. 3. 2, 96-106.
- [12] Artiyasa, M. (2022). *PLTS di Indonesia*. Bandung: Jejak Publisher.
- [13] Gusnastuti, D.A. 2018. "Pengukuran debit air pelanggan air berbasis IoT menggunakan raspberry Pi". *Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control (EPIC)*. 1. 1, 1 - 9.
- [14] Montgomery, D. C. (2013). *Design and analysis of experiments eighth edition*. John Wiley & Sons, Inc: Arizona.

-
- [15] Sistiawan, Y.A.T. dan Gunoto, P. 2019. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Hybride (Tenaga Surya dan Tenaga Angin) dengan Kapasitas 20W". *Sigma Teknika*. 2. 1, 49 - 56.
- [16] Budianto, T. 2016. "Sistem Pwembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk Charger Laptop dan HP di IST AKPRIND Yogyakarta". *Jurnal Elektrikal*. 3. 1, 45 - 59.