G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan
Volume 7, No. 3, Juli 2023, hal. 827-836
E-ISSN: 2623-064x | P-ISSN: 2580-8737

Pengaruh Jumlah Panel dan Aki terhadap Waktu Operasi Pompa Air pada Sistem Hidroponik Tenaga Surya

Pande Putu Agus Santoso[1]✉, Diah Mahmuda[2], Iklas Sanubary[3]

[1, 2, 3] Program Studi D-IV Teknik Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas, Kalimantan Barat, Indonesia.

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 23-04-2023
Direvisi : 02-05-2023
Diterima : 07-05-2023

ABSTRAK

Masalah utama sistem hidroponik tenaga surya adalah belum ditemukannya metoda untuk mengoptimalkan waktu operasi pompa air. Diduga bahwa, jumlah panel surya dan aki, berpengaruh terhadap waktu operasi pompa air. Tujuan penelitian adalah mendeskripsikan pengaruh variasi rangkaian jumlah panel surya dan aki terhadap waktu operasi pompa air. Penelitian eksperimen ini memiliki variable terikat berupa waktu operasi pompa air serta variable bebas berupa variasi jumlah panel dan aki. Langkah penelitian adalah (1) merangkai panel surya (P) dan aki (A) dengan variasi 1P1A, 2P1A, 3P1A, 4P1A, 1P2A, 2P2A, 3P2A, dan 4P2A. (2) Menjemur setiap jenis rangkaian selama satu jam. (3) Memindahkan rangkaian pada tempat teduh dan menghidupkan pompa air. (4) Mencatat data waktu operasi pompa air. (6) Melakukan analisis data menggunakan uji-t dengan taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) semakin banyak penel surya maka waktu operasi pompa air semakin lama. (2) Semakin banyak aki maka waktu operasi pompa air semakin lama.

Kata Kunci:

Aki, Panel Surya, Pompa Air, Waktu Operasi

Keywords **:**

Batteries, ,Solar Panel, Water Pump, Operation Time

ABSTRACT

The main problem of solar hydroponic systems was how to optimize the operating time of the water pump. It is suspected that, the number of solar panels and batteries, affects the operating time of the water pump. The purpose of this study was to describe the effect of solar panels and batteries numbers variations on the operation time of water pump. This experimental research has dependent variable was the operation time of water pump and independent variable was the variations circuits of solar panels numbers and batteries. The research steps were (1) assembling solar panels (P) and batteries (A) with variations of 1P1A, 2P1A, 3P1A, 4P1A, 1P2A, 2P2A, 3P2A, and 4P2A. (2) Drying each type of circuit in an open area for an hour. (3) Move the circuit in the shade and turn on the water pump. (4) Record the operation time data of the water pump. (6) Conduct data analysis using t-test with a significance level of 5%. The results showed that (1) if the solar panels numbers were increase, the operation time of water pump be longer. (2) If the numbers of batteries were increase, the operation time of water pump be longer too.

Corresponding Author **:**
Pande Putu Agus Santoso
Program Studi D-IV Teknik Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas.
Jl. Raya Sejangkung, Sambas, 79462, Kalimantan Barat (email: info@poltesa.a.id)
Email penulis: pande.santoso@gmail.com

This is an open access article under the CC BY license

PENDAHULUAN

Hidroponik berrasal dari Bahasa Yunani, yaitu *hydro* berarti air dan *ponous* berarti kerja (Romadloni, 2015). Jadi hidroponik adalah budidaya tanaman yang mamanfaatkan air dan tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Guna membantu tegaknya tanaman, maka pada sistem hidroponik akar diperkuat dengan dengan menggunakan media tanam dari bahan bahan porus, seprti kerikil, pecahan genting, pasir, pecahan batu ambang, dan lain sebagainya sebagai media tanamnya (Haryoyudanto, 2018). Sumber nutrisi bagi tanaman yang dibudidayakan dengan menggunakan sistem hidroponik berasal dari larutan nutrisi yang dicampur kedalam air. Secara umum terdapat tiga sistem hidroponik, yaitu sirkulasi, semi sirkulasi (tetes), dan non sirkulasi (hidroponik apung). Dari ketiga sistem hidroponik, yang paling banyak digunakan adalah sistem sirkulasi atau NFT (Nutrient Film Technique). Hidroponik sistem NFT adalah salah satu sistem pertanian hidroponik dinama tanaman ditumbuhkan sepanjang talang air berbentuk pipa yang secara terus menerus dialiri larutan unsur hara (Susila, 2013).

Sistem hidroponik dewasa ini masih menggunkan pompa air yang bersumber dari listrik PLN (Mardiyono dkk, 2018). Menurut Suharyati (dalam Dinegoro, 2021) produksi pembangkit listrik PLN 56,4% berasal dari batubara, 20,2% gas alam, 6,3% BBM, 17,7% energi terbaharukan. Lebih dari 70% listrik PLN masih berasal dari energi tak terbaharukan. Penggunaan listrik tak terbaharukan berdampak pada pemanasan global, karena emisi yang dihasilkan. Penggunaan listrik PLN sebagai sumber penggerak pompa air dalam sistem hidroponik juga rentan terdapap aktivitas pemadalam bergilir. Apabila kegiatan pemadaman berlangsung di siang hari dalam rentang waktu yang lama, maka akan menyebabkan tanaman kekurangan air dan nutrisi.

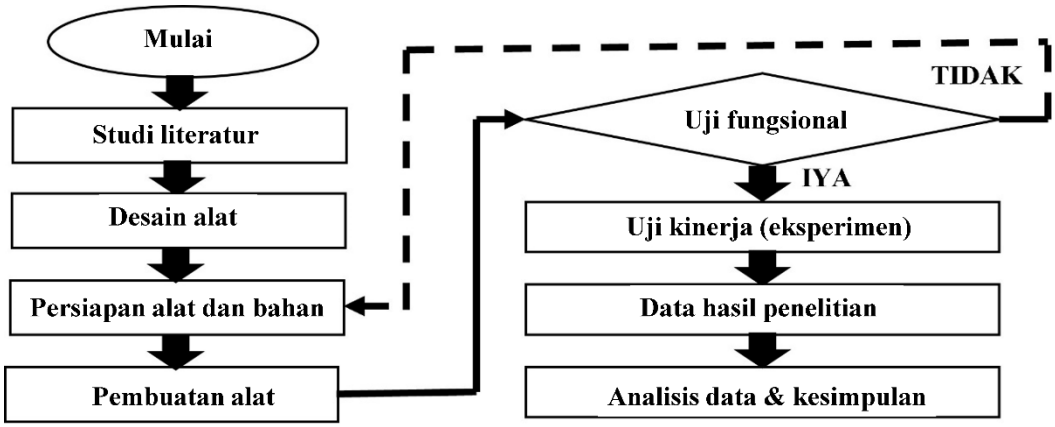
Energi surya merupakan salah satu bentuk eneri listrik terbaharukan. Tenaga surya merupakan energi matahari yang diubah melalui fotovoltaik menjadi energi listrik (Honora, 2018). Indonesia merupakan negara tropis dengan lama penyinaran yang ukup lama dan memiliki potensi pengembangan energi listrik tenaga surya mencapai 207,8 GWp (Suharyati dalam Dinegoro, 2021). Listrik yang dihasilkan panel surya dapat langsung dimanfaatkan untuk menggerakan pompa air DC. Penggunaan pompa air DC (Direct Current) merupakan pilihan yang tepat, karena mampu maikan iar hingga 3,2 m dengan debit 38% lebih besar dibanding pompa air AC (Alternating Current) dengan daya yang sama (Ariawan dkk, 2013).

Penggabungan antara teknologi hidroponik dan sistem pembangkit listrik yang ramah lingkungan (panel surya) telah melahirkan inovasi baru yakni hidroponik tenaga surya. Samsurizal (2021) telah berhasil memanfaatkan teknologi pembangkit listrik tenaga surya untuk menghidupkan pompa air pada sistem hidroponik tenaga surya. Beban yang digunakan adalah 20Watt dengan panel surya 50 Wp dan aki 12V 12 Ah, mampu menghidupkan pompa selama 5 – 6 jam. Santoso (2019) menerapkan teknologi panel surya pada kelompok petani hidroponik di Bali. Teknologi ini mampu mengurangi penggunaan listrik PLN yang selama ini dipakai oleh petani hidroponik untuk menghidupkan pompa air. Menggunakan panel surya 100 Wp dan baterai aki 12V 3 Ah, mampu menghidupkan pompa selama 4 jam. Mardiyono (2018) pemanfaatkan teknologi energi surya untuk hidroponik pada SMP Alam AR Ridho. Menggunakan solar panel 100 Wp dan baterai aki 55 AH, sistem ini dapat digunakan selama 44 jam.

Berdasarkan hal tersebut, dapat dilihat bahwa permasalahan utama dari sistem hidroponik tenaga surya adalah waktu operasi pompa air yang bervariasi. Diduga bahwa, jumlah panel surya (nilai Wp) dan jumah aki (daya), berpengaruh terhadap waktu operasi pompa air pada sistem hidroponik tenaga surya (saat sudah tidak disinari oleh matahari). Guna membuktikan dugaan ini, maka dipandang perlu untuk melakukan penelitian tentang pengaruh jumlah panel dan aki terhadap waktu operasi pompa air. Sistem ini akan dikembangkan dengan variasi satu aki satu panel, satu aki dua panel, satu aki tiga panel, satu aki empat panel, dua aki satu panel, dua aki dua panel, dua aki tiga panel, dan dua aki empat panel. Sistem ini akan dijemur selama 1 jam, kemudian akan diamati waktu operasinya (waktu operasi) pompa air. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mendeskripsikan pengaruh jumlah panel surya terhadap waktu operasi pompa air. (2) mendeskripsikan pengaruh jumlah aki terhadap waktu operasi pompa air.

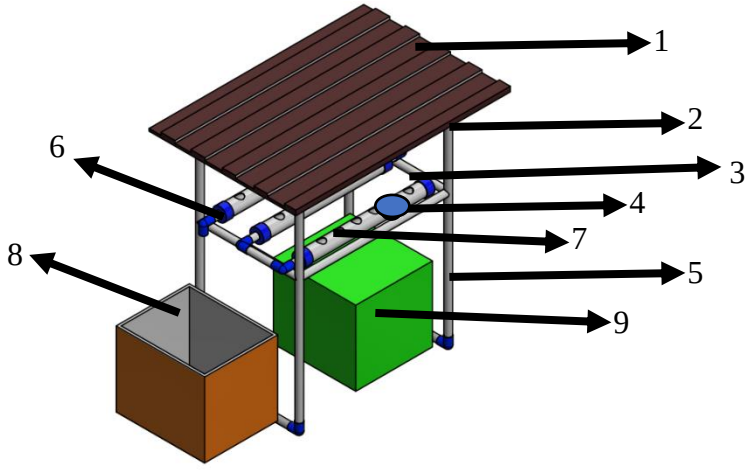
METODE PENELITIAN

Diagram alir proses penelitian tersaji pada gambar 1. Kegiatan penelitian dimulai dengan studi literarur. Pasca melakukan studi literatur didapat informasi bahwa telah dilakukan penelitian pengembangan sistem hidroponik tenaga surya dengan fokus pengamatan pada daya listrik yang mampu dihasilkan, efisiensi, suhu, intensitas cahaya matahari dan debit aliran air pompa (Sanubary, 2021; Dinegoro, 2021; Samsurizal, 2021). Belum ada penelitian yang menyelidiki pengaruh jumlah panel surya dan jumlah aki terhadap waktu operasi pompa air.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Setelah studi literatur selesai dilaksanan, maka tahap penelitian dilanjutkan dengan melakukan desain alat. Adapun bentuk desain alat tersaji pada gambar 2.



Gambar 2. Desain alat

Berdasarkan gambar 2, adapun keterangannya adalah sebagai berikut. (1) Atap sebagai tempat panel surya, dimensi (100 x 50) cm. (2)Tiang penyangga atap berbahan besi holo dengan tinggi 100 cm. (3) Pipa berlubang sebagai tempat tanaman, dimensi (d = 1 dim, p = 100 cm, d lubang = 5 cm, jarak antar lubang 10 cm). (4) Meteran air, untuk mengukur volume air yang lewat. (5) Kaki sistem hidroponik, berbahan besi holo dengan tinggi 100 cm. (6) Sisi lebar sistem hidroponik, berbahan besi holo dengan lebar 50 cm. (7) Sisi panjang sistem hidroponik, berbahan besi holo (3x3), panjang 100 cm. (8) Bak nutrisi, dengan dimensi (p = 50 cm, l = 50 cm, dan tinggi 50 cm). (9) Panel box, sebagai tempat aki, sollar charge controller, dan kotak kontak, memiliki dimensi (p = 50 cm, l = 50 cm, dan tinggi 50 cm).

Tahap ketiga adalah pengumpulan alat dan bahan penelitian. Tahap keempat adalah proses pembuatan alat. Secara umum, proses pembuatan mesin terdiri atas empat tahap, yaitu (1)

pembuatan kerangka, (2) cat bodi alat, (3) pemasangan pipa-pipa hidroponik, dan (4) intsalasi komponen kelistrikan. Tahap keenam adalah uji fungsional alat. Tahap ini bertujuan untuk menguji apakah alat yang telah dibuat mampu menghidupkan pompa air, apakah pompa air mampu mengalirkan air dan apakah meteran air mampu memberikan hasil pengukuran (volume air yang mengalir) dengan tepat. Jika tidak, maka kita kembali ke tahap pembuatan alat guna melakukan perbaikan. Apabila alat mampu bekerja sesuai yang diharapkan, maka kegiatan dilanjutkan ke tahap uji kinerja. Tahap kelima adalah uji kinerja melalui sebuah eksperimen. Tahap keenam adalah menganalisis semua data yang telah diperoleh. Analisi bertujuan untuk membuktikan hipotesis penelitian serta menemukan informasi fisis, bahwa nilai Wp panel surya dan daya aki berpengaruh terhadap waktu operasi pompa air.

Uji kinerja alat yang dikembangkan pada penelitian ini, dilakukan secara eksperimen. Adapun varibel-variabel penelitian dalam proses pengujian secara eksperimental ini adalah variable terikat dan variabel kontrol. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah waktu operasi pompa air. Variabel bebas adalah variasi jumlah panel surya (variasi nilai Wp) dan daya aki (jumlah aki).

Adapun teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut. (1) Mempersiapkan alat yang telah dirancang pada tahap pengembangan (memeriksa kinerja sistem hidroponik tenaga surya). (2) Melakukan kegiatan pra eksperimen dengan menghitung debit air yang mampu dialirkan oleh pompa dengan menggunakan persamaan 1.

$$D = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan (1), D adalah debit dengan satuan (m^3/s), V adalah volume zat cair yang dipindahkan dengan satuan (m^3) dan t adalah durasi waktu yang diperlukan untuk memindahkan satu satuan volume zat cair (s) (Gunastuti, 2018). (3) Merangkai satu panel surya dan satu aki pada sistem. (4) Mengecas sistem, dengan menjemurnya pada tempat terbuka selama 1 jam. (5) Memindahkan sistem pada tempat teduh dan mengentikan proses pengecasan. (6) Menghidupkan pompa air dan menunggunya hingga mati. (7) Mengamati total volume air yang melewati meteran air. (8) Mencatat data hasil penelitian. (9) Mengulangi langkah 2 sampai 7 untuk variasi percobaan, dua panel satu aki, tiga panel satu aki, empat panel satu aki, satu panel dua aki, dua panel dua aki, tiga panel dua aki, dan empat panel dua aki, pada hari-hari berikutnya.

Proses uji akan dilakukan dengan membandingkan rerata waktu operasi pompa air yang diperoleh pada masing-masing kelompok ekperimen dan kontrol. Adapun perhitungan nilai rerata tersaji pada persamaan 2 berikut.

$$\bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{2} \mu_i}{2} \text{ (Montgomery, 2013)} \quad (2)$$

Adapun nilai kesalahan relatifnya dihitung dengan menggunakan standar deviasi (Montgomery, 2013) seperti persamaan 3.

$$S_\mu = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{2}(\mu_i - \bar{\mu})^2}{2-1}} \text{ (Montgomery, 2013)} \quad (3)$$

Disamping analisis nilai rerata, data juga akan ditampilkan secara grafis dalam bentuk grafik, guna mempermudah pembaca dalam memahami hasil penelitian. Guna memastikan apakah varisi nilai Wp (jumlah panel) dan daya aki (jumlah aki) berpengaruh terhadap waktu operasi pompa air, maka perlu dilakukan uji statistik lanjut dengan menggunakan uji t.

Analisis statistik bertujuan untuk memastikan bahwa perbedaan nilai rerata waktu operasi pompa air yang dihasilkan, benar-benar disebabkan karena perbedaan nilai Wp (jumlah panel) dan daya aki (jumlah aki).

Nilai rerata waktu operasi pompa air yang telah diperoleh melalui analisis sebelumnya dijadikan sebagai data dalam analisis ini. Penelitian ini menggunakan 8 jenis perlakukan, jadi terdapat 8 kelompok data nilai μ yang akan dianalisis perbedaanya.

Uji-t digunakan untuk melakukan analisis statistik karena pada penelitian ini akan dibandingkan mean antara dua kelompok data yang variannya belum diketahui (Montgomery, 2013). Adapun bentuk uji-t tersaji pada persamaan 4.

$$t_o = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}}, \text{ (Montgomery, 2013)} \quad (4)$$

dimana $\bar{y}_1$ dan $\bar{y}_2$ adalah nilai rerata (mean) waktu operasi pompa air dari masing-masing sampel yang sedang diuji. n_1 dan n_1 adalah jumlah data pada setiap sampel yang diuji (3 buah), Sp adalah estimasi varian umum yang diformulasikan seperti persamaan 5.

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \text{ dan } S_p = \sqrt{S_p^2}. \text{ (Montgomery, 2013)} \quad (5)$$

Adapun bentuk hipotesis statisti proses pengujian ini adalah sebagai berikut.

Ho = H_1 : Tidak terdapat perbedaan rerata waktu operasi pompa air, antara kelompok sampel yang sedang diuji.

Ho ≠ H_1 : Terdapat perbedaan rerata waktu operasi pompa air, antara kelompok sampel yang sedang diuji.

Adapun kriteria penolakan hipotesisnya adalah: tolak H_o apabila $|t_o| > t_\alpha, v$. Nilai t_α, v diperoleh dari tabel statistik dimana α yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,05 dan $v = n_1 + n_2 - 2$ (Montgomery, 2013). Berdasarkan hasil analisis ini bisa diketahui apakah nilai rata-rata waktu operasi pompa air yang dihasilkan dari setiap jenis perlakuan terlihat berbeda, atau tidak. Hal ini dapat dijadikan sebagai indikator dalam menjustifikasi bahwa variasi jumlah panel dan jumlah aki berpengaruh terhadap waktu operasi pompa air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan proses pengambilan data yang telah dilakukan adapun hasil penelitian tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Data hasil penelitian

No	Jenis Perlakuan	V_{awal} (m^3)	V akhir (m^3)	ΔV (m_3)	V (*l*)	Q (*l*/min)	t (min)
1	1 panel 1 aki, percobaan I	2,3841	2,4812	0,0971	97,1000	6,4800	14,9846
2	1 panel 1 aki, percobaan II	2,4812	2,5749	0,0937	93,7000	6,4800	14,4599
3	2 panel 1 aki percobaan I	2,5749	2,8859	0,3110	311,8000	6,4800	47,9938
4	2 panel 1 aki percobaan II	2,8859	3,1365	0,2506	250,6000	6,4800	38,6728
5	3 panel 1 aki percobaan I	3,1365	3,5331	0,3966	396,6000	6,4800	61,2037
6	3 panel 1 aki percobaan II	3,5331	3,8950	0,3619	361,9000	6,4800	55,8488
7	4 panel 1 aki percobaan I	4,6816	5,1831	0,5015	501,5000	6,4800	77,3920
8	4 panel 1 aki percobaan II	5,8435	6,3248	0,4813	481,3000	6,4800	74,2747
9	1 panel 2 aki, percobaan I	7,7580	7,8588	0,1008	100,8000	6,4800	15,5556
10	1 panel 2 aki, percobaan II	7,8588	7,9399	0,0811	81,1000	6,4800	12,5154
11	2 panel 2 aki percobaan I	8,2708	8,5093	0,2385	238,5000	6,4800	36,8056
12	2 panel 2 aki percobaan II	9,1454	9,4223	0,2769	276,9000	6,4800	42,7315
13	3 panel 2 aki percobaan I	9,4223	9,8379	0,4156	415,6000	6,4800	64,1358
14	3 panel 2 aki percobaan II	10,4223	10,8379	0,4156	415,6000	6,4800	64,1358
15	4 panel 2 aki percobaan I	10,8379	11,5477	0,7098	709,8000	6,4800	109,5370
16	4 panel 2 aki percobaan II	11,5477	12,2883	0,7406	740,6000	6,4800	114,2901

Berdasarkan data hasil penelitian pada tabel 1, adapun nilai rata-rata ($\bar{y}$) dan standar deviasi (S) dari setiap jenis perlakuan, tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan nilai rata-rata dan standar devisi

No	Jenis Perlakuan	T (min)	Rata-rata	Standar deviasi
1	1 panel 1 aki, percobaan I	14,9846	14,7222	0,2623
2	1 panel 1 aki, percobaan II	14,4599		
3	2 panel 1 aki percobaan I	47,9938	43,3333	4,6605
4	2 panel 1 aki percobaan II	38,6728		
5	3 panel 1 aki percobaan I	61,2037	58,5262	2,6774
6	3 panel 1 aki percobaan II	55,8488		
7	4 panel 1 aki percobaan I	77,3920	75,8333	1,5586
8	4 panel 1 aki percobaan II	74,2747		
9	1 panel 2 aki, percobaan I	15,5556	14,0355	1,5201
10	1 panel 2 aki, percobaan II	12,5154		
11	2 panel 2 aki percobaan I	36,8056	39,7685	2,9630
12	2 panel 2 aki percobaan II	42,7315		
13	3 panel 2 aki percobaan I	64,1358	64,1358	0,000
14	3 panel 2 aki percobaan II	64,1358		
15	4 panel 2 aki percobaan I	109,5370	111,9136	2,3765
16	4 panel 2 aki percobaan II	114,2901		

Berdasarkan nilai rata-rata dan standat deviasi pada tabel 2, maka dilakukanlah analisis uji t. Hal ini bertujuan untuk melihat ada tidaknya perbedaan waktu hidup pompa air, yang dihasilkan dari setiap jenis variasi percobaan. Adapun hasil analisi uji t tersaji pada table 3.

Tabel 3. Hasil analisis uji t waktu hidup pompa air

No	Uji	$\bar{y}_1$	$\bar{y}_2$	S_1	S_2	S_p	t_o	t_{tabel}	Keputusan
1	t_{o1}	43,333	14,722	4,661	0,255	10,412	3,366	2,920	H_o ditolak
2	t_{o2}	58,526	14,722	2,677	0,255	1,902	28,210	2,920	H_o ditolak
3	t_{o3}	75,833	14,722	1,559	0,255	1,117	67,022	2,920	H_o ditolak
4	t_{o4}	14,035	14,722	1,520	0,255	1,090	0,771	2,920	H_o ditrima
5	t_{o5}	39,769	14,722	2,963	0,255	2,103	14,588	2,920	H_o ditolak
6	t_{o6}	64,136	14,722	0,000	0,255	0,180	336,124	2,920	H_o ditolak
7	t_{o7}	111,914	14,722	2,377	0,255	1,690	70,431	2,920	H_o ditolak
8	t_{o8}	58,526	43,333	2,677	4,661	3,801	4,896	2,920	H_o ditolak
9	t_{o9}	75,833	43,333	1,559	4,661	3,475	11,454	2,920	H_o ditolak
10	t_{o10}	14,035	43,333	1,520	4,661	3,467	10,351	2,920	H_o ditolak
11	t_{o11}	39,769	43,333	2,963	4,661	3,905	1,118	2,920	H_o ditrima
12	t_{o12}	64,136	43,333	0,000	4,661	3,296	7,730	2,920	H_o ditolak
13	t_{o13}	111,914	43,333	2,377	4,661	3,700	22,704	2,920	H_o ditolak
14	t_{o14}	75,833	58,526	1,559	2,677	2,191	9,676	2,920	H_o ditolak
15	t_{o15}	14,035	58,526	1,520	2,677	2,177	25,029	2,920	H_o ditolak
16	t_{o16}	39,769	58,526	2,963	2,677	2,824	8,136	2,920	H_o ditolak
17	t_{o17}	64,136	58,526	0,000	2,677	1,893	3,629	2,920	H_o ditolak
18	t_{o18}	111,914	58,526	2,377	2,677	2,531	25,829	2,920	H_o ditolak
19	t_{o19}	14,035	75,833	1,520	1,559	1,539	49,164	2,920	H_o ditolak
20	t_{o20}	39,769	75,833	2,963	1,559	2,367	18,658	2,920	H_o ditolak
21	t_{o21}	64,136	75,833	0,000	1,559	1,102	12,999	2,920	H_o ditolak
22	t_{o22}	111,914	75,833	2,377	1,559	2,010	21,989	2,920	H_o ditolak
23	t_{o23}	39,769	14,035	2,963	1,520	2,355	13,384	2,920	H_o ditolak
24	t_{o24}	64,136	14,035	0,000	1,520	1,075	57,087	2,920	H_o ditolak

No	Uji	$\bar{y}_1$	$\bar{y}_2$	S_1	S_2	S_p	t_o	t_{tabel}	Keputusan
25	t_{o25}	111,914	14,035	2,377	1,520	1,995	60,094	2,920	H_o ditolak
26	t_{o26}	64,136	39,769	0,000	2,963	2,095	14,244	2,920	H_o ditolak
27	t_{o27}	111,914	39,769	2,377	2,963	2,686	32,899	2,920	H_o ditolak
28	t_{o28}	111,914	64,136	2,377	0,000	1,680	34,821	2,920	H_o ditolak

Berdasarkan hasil uji t yang tersaji pada tabel 3, pada rangkaian yang menggunakan 1 aki, terlihat bahwa perbedaan jumlah panel berpengaruh terhadap waktu operasi pompa air. Hal ini bisa dilihat dari hasil uji t untuk t_{o1}, t_{o2}, t_{o3}, t_{o8}, t_{o9}, t_{o14}, nilai H_o ditolak. Hal ini bermakna bahwa, dengan menggunakan satu buah aki, terdapat perbedaan rata-rata waktu operasi pompa air, yang disebabkan oleh perbedaan jumlah panel.

Berdasarkan hasil uji t yang tersaji pada tabel 3, pada rangkaian yang menggunakan 2 aki, terlihat bahwa perbedaan jumlah panel juga berpengaruh terhadap waktu operasi pompa air. Hal ini bisa dilihat dari hasil uji t untuk t_{o23}, t_{o24}, t_{o25}, t_{o26}, t_{o27}, t_{o28}, nilai H_o ditolak. Hal ini bermakna bahwa, dengan menggunakan dua buah aki, terdapat perbedaan rata-rata waktu operasi pompa air, yang disebabkan oleh perbedaan jumlah panel.

Berdasarkan hasil uji t yang tersaji pada tabel 3, pada rangkaian yang menggunakan jumlah panel yang sama (1 panel), terlihat bahwa perbedaan jumlah aki (1 aki dan 2 aki) tidak berpengaruh terhadap perbedaan waktu operasi pompa air. Hal ini bisa dilihat dari hasil uji t untuk t_{o4}, nilai H_o diterima. Hal ini bermakna bahwa, dengan menggunakan masing-masing satu buah panel, tidak terdapat perbedaan rata-rata waktu operasi pompa air, yang disebabkan oleh perbedaan jumlah aki.

Berdasarkan hasil uji t yang tersaji pada tabel 3, pada rangkaian yang menggunakan jumlah panel yang sama (2 panel), terlihat bahwa perbedaan jumlah aki (1 aki dan 2 aki) tidak berpengaruh terhadap perbedaan waktu operasi pompa air. Hal ini bisa dilihat dari hasil uji t untuk t_{o11}, nilai H_o diterima. Hal ini bermakna bahwa, dengan menggunakan masing-masing dua buah panel, tidak terdapat perbedaan rata-rata waktu operasi pompa air, yang disebabkan oleh perbedaan jumlah aki.

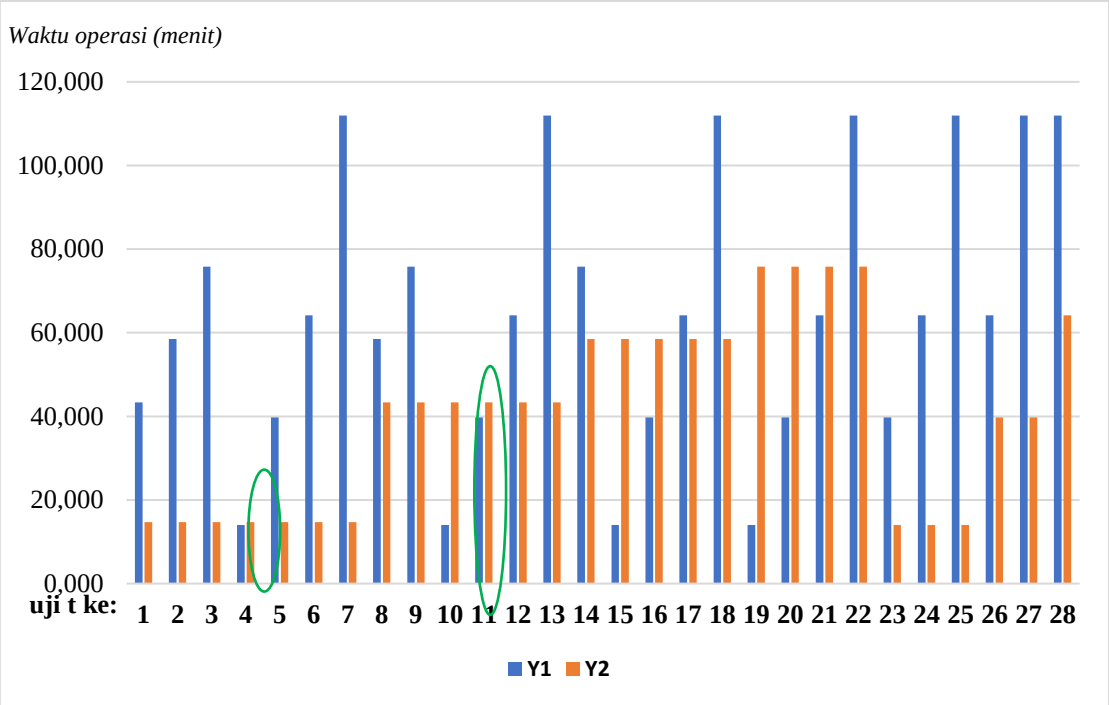
Berdasarkan hasil uji t yang tersaji pada tabel 3, pada rangkaian yang menggunakan jumlah panel yang sama (3 panel), terlihat bahwa perbedaan jumlah aki (1 aki dan 2 aki) baru menampakkan pengaruhnya terhadap perbedaan waktu operasi pompa air. Hal ini bisa dilihat dari hasil uji t untuk t_{o17}, nilai H_o ditolak. Hal ini bermakna bahwa, dengan menggunakan masing-masing tiga buah panel, terdapat perbedaan rata-rata waktu operasi pompa air, yang disebabkan oleh perbedaan jumlah aki.

Berdasarkan hasil uji t yang tersaji pada tabel 3, pada rangkaian yang menggunakan jumlah panel yang sama (4 panel), terlihat bahwa perbedaan jumlah aki (1 aki dan 2 aki) juga menampakkan pengaruhnya terhadap perbedaan waktu operasi pompa air. Hal ini bisa dilihat dari hasil uji t untuk t_{o22}, nilai H_o ditolak. Hal ini bermakna bahwa, dengan menggunakan masing-masing empat buah panel, terdapat perbedaan rata-rata waktu operasi pompa air, yang disebabkan oleh perbedaan jumlah aki.

Berdasarkan hasil uji t yang tersaji pada tabel 3, pada semua rangkaian yang menggunakan variasi jumlah panel (1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4) serta variasi jumlah aki (2 aki dan 1 aki), terlihat bahwa perbedaan jumlah panel dan jumlah aki secara bersama sama memberikan pengaruh terhadap waktu operasi pompa air. Semakin banyak jumlah panel yang digunakan berimplikasi pada meningkatnya jumlah elektron bergerak yang dihasilkan. Elektron yang bergerak ini disebut arus listrik. Tingginya kuantitas arus listrik yang dihasilkan, membutuhkan ruang penyimpanan yang lebih besar. Apabila jumlah aki yang digunakan juga ditambah, maka ruang penyimpanan arus listrik juga dapat ditingkatkan. Jadi, apabila jumlah panel dan aki ditambah dapat berimplikasi pada meningkatkan arus listrik yang dihasilkan serta yang mampu disimpan oleh sistem. Fenomena ini bermuara pada semakin lamanya durasi hidup (waktu operasi) pompa air.

Hal ini bisa dilihat dari hasil uji t untuk t_{o5}, t_{o6}, t_{o7}, t_{o10}, t_{o12}, t_{o13}, t_{o15}, t_{o16}, t_{o18}, t_{o19}, t_{o20}, dan t_{o21}, nilai H_o ditolak. Hal ini bermakna bahwa, terdapat perbedaan rata-rata waktu operasi pompa air, yang disebabkan oleh perbedaan jumlah panel dan perbedaan jumlah aki.

Perbedaan nilai rata-rata waktu operasi pompa air ($\bar{y}_1$ dan $\bar{y}_2$) dalam setiap jenis uji, juga dapat disajikan dalam grafik seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik perbandingan rata-rata waktu operasi pompa air untuk setiap uji t.

Berdasarkan gambar 4.1 tampak bawa, perbandingan nilai rata-rata waktu operasi pompa air untuk setiap jenis uji-t adalah berbeda, kecuali untuk uji t ke 4 dan uji k=t ke 11. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian yang tersaji pada tabel 4.5, dimana untuk t_{o4} dan t_{o11}, H_o diterima yang artinya bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan, waktu operasi pompa air yang disebabkan oleh perbedaan jumlah aki, apabila jumlah panelnya masih berkisar antara 1 dan 2. Namun saat jumlah panel sudah 3 atau 4 buah, perbedaan jumlah aki mulai memberikan pengaruh kepada waktu operasi pompa air.

Pembahasan

Waktu operasi pompa air dipengaruhi oleh jumlah panel dan jumlah aki. Secara umum, semakin banyak jumlah panel maka waktu operasi pompa air semakin lama. Hal yang sama juga terjadi, apabila jumlah aki semakin banyak, maka waktu operasi pompa air semakin lama.

Jumlah panel surya yang meningkat, menyebabkan kuat arus meningkat. Dalam penelitian ini menggunakan panel surya 10Wp; 17,82V; 0,57A yang dirangkai paralel. Apabila panel surya dirangkai paralel maka nilai kuat arus akan meningkat dan nilai tegangan tetap. Anibta dkk (2019) mengungkapkan bahwa pada rangkaian paralel arus total akan semakin besar, sedangkan tegangan total akan relatif konstan. Pada dasarnya kuat arus adalah jumlah elektron yang mengalir pada suatu rangkaian (Santoso dkk, 2022). Semakin banyak jumlah panel yang dirangkai paralel, maka nilai kuat arus (jumlah elektron) yang mengisi aki juga semakin banyak. Banyaknya jumlah elektron yang mengisi aki menyebabkan waktu operasi pompa air semakin lama.

Jumlah aki yang meningkat, menyebabkan kapasitas penyimpanan aki juga meningkat. Dalam penelitian ini menggunakan aki 12V; 3A yang dirangkai paralel. Apabila dirangkai paralel maka nilai kuat arus akan meningkat dan nilai tegangan tetap. Nilai tegangan pada aki dibuat

tetap (12V), karena tengan panel surya adalah 17,82V. Nilai tegangan pada aki, tidak boleh melebihi nilai tegangan sumber, agar proses pengisian dapat berjalan dengan lancar. Sebaliknya, dengan dirangkai paralel, nilai Ah (amper) aki akan meningkat. Meningkatnya nilai Ah berpengaruh terhadap meningkatnya kapasitas (daya simpan) aki. Apabila daya simpan aki bertambah, maka semakin banyak jumlah elektron yang mampu ditampung. Banyaknya jumlah elektron yang mengisi aki menyebabkan waktu operasi pompa air semakin lama.

Perbedaan jumlah aki, belum memberikan pengaruh ketika jumlah panel masih berkisar antara 1 atau 2 serta durasi penyinaran 1 jam. Hal ini karena, saat jumlah panel 1 atau 2, nilai kuat arus (jumlah elektron) yang dihasilkan tidak cukup banyak untuk mengisi 1 aki. Jadi, walaupun kita menyediakan 2 aki, yang masih diisi hanyalah baru 1 aki saja. Fakta inilah yang menyebabkan tidak terdapat perbedaan waktu operasi pompa air, pada rangkaian yang berbeda jumlah akinya, apabila jumlah panelnya masih 1 atau 2 buah saja.

Ketika jumlah panel ditingkatkan, menjadi 3 atau 4, maka nilai kuat arus yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini bermakna, jumlah elektron yang dihasilkan oleh rangkaian yang menggunakan 3 atau 4 panel sudah melebihi, kapsitas simpan sebuah aki, sehingga sisa elektron akan mengisi aki yang kedua, dalam durasi penyinaran satu jam. Banyaknya jumlah elektron yang tersimpan dalam dua buah aki ini, menyebabkan waktu operasi pompa air semakin lama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pemabahsan yang telah diuraikan, kesimpulan penelitian ini adalah sebegai berikut. (1) Terdapat pengaruh jumlah panel terhadap waktu operasi pompa air pada sistem hidroponik tenaga surya. Pada sistem dengan 1 aki, nilai rerata waktu operasi pompa air adalah 14,722 (1 panel); 43,333 (2 panel); 58,526 (3 panel); 75,833 (4 panel). Pada sistem dengan 2 aki, nilai rerata durasi hidup pompa air adalah 14,035 (1 panel); 39,769 (2 panel); 64,136 (3 panel); 111,912 (4 panel). Semakin banyak jumlah panel maka waktu operasi pompa air semakin lama. (2) Terdapat pengaruh jumlah aki terhadap waktu operasi pompa air pada sistem hidroponik tenaga surya, kecuali saat jumlah panel 1 atau 2. Adapun nilai t_o perbandingan 1 aki dan 2 aki, saat menggunakan 1 panel t_o (0,771) < t_{tabel} (2,920) dan saat menggunakan 2 panel t_o (1,118) < t_{tabel} (2,920). Karena $t_o < t_{tabel}$, maka Ho diterima, disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata waktu operasi pompa air, antara 1 aki dan 2 aki, apabila jumlah panel yang digunakan masih 1 atau 2 buah. Adapun nilai t_o untuk perbandingan 1 aki dan 2 aki, saat menggunakan 3 panel, t_o (3,629) > t_{tabel} (2,920) dan saat menggunakan 4 panel, t_o (21,989) > t_{tabel} (2,920). Karena $t_o > t_{tabel}$, maka Ho ditolak, jadi terdapat perbedaan rata-rata waktu operasi pompa air, antara 1 aki dan 2 aki, apabila jumlah panel yang digunakan 3 atau 4 buah.

Saran

Penelitian ini menggunakan rangkaian paralel pada sitem panel surya. Diduga bahwa bentuk rangkaian panel surya (sri, paralel, campuran) berpengaruh terhadap proses pengisian aki. Penelitian selanjutnya diharapkan untuk mengungkap hal tersebut. Selain itu penambahan alat ukur (volt dan ampermeter) di setiap titik, juga dapat memberikan data yang lebih lengkap. Perbandingan durasi hidup pompa air DC dan AC (dengan penambahan inverter) juga dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Winda Apriani, S.T., M.Eng, selaku keordinator program studi D4 Teknik Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas, yang telah memberikan saran dan masukan terkait penelitian ini serta memberikan ijin bhawasanya proses pembuatan alat dapat dilakukan oleh mahasiswa. Terimaksih juga penulis ucapkan kepada Saudara Taufiq, S.Tr.T selaku mahasiswa yang telah membantu dalam proses untuk mewujudkan desain kami menjadi sebuah alat sistem hidroponik tenaga surya.

REFERENSI

Anibta, E. D., Hasan, H. dan Syukriyadin, S. 2019. Perancangan Sistem Monitoring dan Switching Control Hubungan Seri-Paralel Panel Surya. *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro*. Banda Aceh, 66 – 71.

Ariawan, A., Trisnwa, I. dan Wijaya. 2013. Perbandingan Pengunaan Motor DC dengan AC Sebagai Penggerak Pompa Air yang Disuplai oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Prosising Conference on Smart-Green Techology in Electrical and Information System (CSGTEIS)*. Bali, 14-15 November 2013, 19-24.

Dinegoro, F., Rusnam dan Ekaputra, E. G. 2021. Rancang Bangun Hidroponik dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 10(3): 356-366.

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.

Haryoyudanto, B. 2018. Pengaruh Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca satva*) dalam Budidaya Hidroponik Sistem Wick. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

Honora, P. 2018. Pemanfaatan Tenaga Surya sebagai Penggerak Pompa Air DC pada Tanaman Hidroponik. *Skripsi*. Departemen Teknik Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.

Mardiyono, M., Aroyono, 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.

Montgomery, D. C. 2013. *Design and Analysis of Experiments Eight Edition*. John Wiley & Sons, Inc: Arizona.

Romadloni, P. L. 2015. System Design Automation Hidroponics NFT (Nutrient Film Technique Telkom University. *e-Proceeding of applied science*. 1(1), 75-84.

Samsurizal, Max, T.A., dan Kartika, T.M. 2021. Pemanfaatan Tenaga Surya pada Photovoltaic Jenis Polycristaline untuk Catu Daya Tanaman Hidroponik. *Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*. 13(1), 58-66.

Santoso, P.P.A., Nopriandy, F., Ningsih, I.F.B. dan Anjiu, L.D. 2022. Pengaruh Bentuk Rangkaian Panel Surya Terhadap Kuat Arus, Tegangan dan Daya. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur dan Material. 6(1), 26-35.

Santoso, P.P.A., Widarsana, I P. dan Andana, I P.A. 2019. Pemberdayaan Kelompok Tani Sari Pertiwi dengan Teknologi Hidroponik Tenaga Surya. *Widyabhakti*. 1(2), 37 – 41.

Sanubary, I., Santoso, P.P.A. dan Mahmuda, D. 2021. Pembuatan Tnstalasi Panel Surya pada Sistem Hidroponik di Desa Dalem Kaum. *Widyabhakti*. 4(1), 31 – 35.

Susila, A. D. 2013. Sistem Hidroponik. *Bahan Ajar Mata Kuliah DasarDasar Holtikultura*. Departemen Agronomi dan Holtikultura, Fakultas Pertanian, Institut pertanian Bogor.