

Perancangan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pompa *Sprayer* Pendingin *Shade House* Semi Terbuka

Ahmad Imam Rifa'i^{1*}, Maria Margaretha Lanny Widyastuti Pandjaitan², Lukas Lukas²

¹Departemen Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, 30139 Indonesia

²Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Atmajaya Jakarta
Jl. Jenderal Sudirman RT 02 RW 04 No. 51, Karet Semanggi, Jakarta 12930 Indonesia
Email: imamrf@polsri.ac.id

Abstrak

Hidroponik tipe *shade house* semi terbuka memiliki sistem tanam yang terbebas dari hama tanaman serta suhu di dalam *shade house* lebih terjaga. Suhu di dalam *shade house* diatur dengan menggunakan *sprayer* untuk jangka waktu setiap 30 menit dilakukan pengabutan air dengan memanfaatkan pompa tekanan tinggi. Kabut air dapat menjaga suhu ruangan *shade house* hidroponik sehingga tanaman dapat tumbuh dengan subur. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang tahapan dalam perancangan panel surya sebagai sumber energi alternatif khususnya dalam sistem tanam hidroponik. Indonesia merupakan daerah yang memiliki iklim tropis sehingga Indonesia selalu disinari Matahari sepanjang tahun. Hal tersebut menjadi sumber energi yang sangat berpotensi untuk dikembangkan. Dalam penelitian ini energi alternatif panel surya dirancang sebagai sumber listrik dari pompa *sprayer* pendingin yang meliputi penentuan jumlah kebutuhan daya harian, analisis *Peak Sun Hours (PSH)*, efisiensi dan kapasitas panel surya yang dibutuhkan untuk menangkap energi matahari yang tersedia, kapasitas baterai, serta waktu pengisian baterai. Hasil perancangan menunjukkan bahwa beban pemakaian daya harian total adalah 417,6Wh dengan efisiensi energi listrik yang dibangkitkan dari panel surya masing-masing panel surya adalah sebesar 98,8Watt dengan jumlah radiasi matahari yang diterima permukaan panel surya selama 5 jam 23 menit. Kapasitas baterai yang digunakan adalah 12V 100Ah membutuhkan waktu pengisian baterai 4 jam 27 menit dengan panel surya sejumlah 4 buah yang disusun secara paralel.

Kata kunci : Hidroponik, Panel Surya, *Shade House*

Abstract

Design of Solar Panels as an Energy Source for Semi-Open *Shade House* Cooling *Sprayer* Pumps

Semi-open shade house type hydroponics has a planting system that is free from plant pests, and the temperature inside the shade house is maintained more. The temperature in the shade house is regulated using a sprayer every 30 minutes; the water is misted using a high-pressure pump. Water mist can maintain the hydroponic shade house's room temperature so plants can grow well. This research provides an overview of the stages in designing solar panels as an alternative energy source, especially in hydroponic planting systems. Indonesia is an area with a tropical climate, so Indonesia is always illuminated by the sun all year round. This is an energy source that has great potential to be developed. In this research, alternative energy solar panels are designed as a source of electricity from a cooling sprayer pump, which includes determining the amount of daily power requirements, analysis of Peak Sun Hours (PSH), efficiency and capacity of solar panels needed to capture available solar energy, battery capacity, and time. battery charging. The design results show that the total daily power consumption load is 417.6Wh, with the efficiency of the electrical energy generated from the solar panels for each solar panel being 98.8Watt with the amount of solar radiation received by the surface of the solar

panels for 5 hours 23 minutes. The battery capacity used is 12V 100Ah, requiring a battery charging time of 4 hours 27 minutes with four solar panels arranged in parallel.

Keywords: Hydroponics, Panel Surya, Shade House

PENDAHULUAN

Hidroponik dianggap sebagai solusi untuk mengatasi masalah lahan pertanian yang semakin berkurang. Hidroponik dapat dilakukan di berbagai tempat, baik di kota, desa, maupun di lahan terbuka, bahkan di atap bangunan, menjadikannya pertanian masa depan. Sistem pertanian dengan menggunakan hidroponik sangat populer khususnya untuk pengembangan tanaman selada air. Dalam sistem tanam hidroponik terdapat beberapa teknik yang berbeda, salah satunya adalah teknik NFT (Marhaenanto *et al.*, 2021). Teknik ini menggunakan media air yang mengandung nutrisi, yang biasanya tipis kira-kira 0,5 mm hingga 3 mm, tipis seperti film. Saluran NFT biasanya dipenuhi nutrisi secara terus menerus dengan kecepatan sekitar 1 liter per menit (Syabriana *et al.*, 2023). Penggunaan energi listrik dalam sistem tanam hidroponik merupakan salah satu bagian terpenting khususnya dalam sistem tanam hidroponik dengan menggunakan teknik *Nutrient Film Technique (NFT)*. Teknik NFT memanfaatkan energi dari pompa untuk mengalirkan air nutrisi ke seluruh aliran pipa selama 24 jam (Marhaenanto *et al.*, 2021).

Penggunaan energi secara terus menerus menyebabkan peningkatan biaya produksi tanaman hidroponik. Oleh karena itu diperlukan adanya pemanfaatan energi alternatif seperti energi listrik yang diperoleh dari matahari melalui panel surya. Pemanfaatan energi surya dalam menghasilkan energi listrik secara terus menerus. Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan energi tenaga surya, salah satu bentuk penerapan energi baru dan terbarukan karena beriklim tropis serta memiliki waktu penyinaran matahari yang cukup lama (Islamiati *et al.*, 2022). Salah satu jenis sumber energi terbarukan baru yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga adalah energi surya atau sering disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang

dapat menggantikan energi listrik yang berasal dari PLN (Harie Satiyadi *et al.*, 2024)..

Beberapa penelitian tentang pemanfaatan panel surya sebagai sumber daya listrik alternatif dalam sistem tanam hidroponik dilaporkan oleh (Dinegoro & Ekaputra, 2021) melakukan rancang bangun hidroponik jenis *NFT* sepanjang 195 cm dengan media hidroponik terbuat dari paralon ukuran 3 inch tersusun sebanyak 4 tingkat. Panel surya 50 Wp digunakan sebagai sumber energi untuk pompa 12 V_{DC} dalam mengalirkan air nutrisi keseluruh pipa paralon 3 inch selama 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit air nutrisi rata-rata diperoleh dengan nilai 2,1145 m³/detik, sedangkan daya listrik total dihasilkan oleh *fotovoltaik* dari pengamatan dengan rentang 119,33 W – 365,30 W. Penggunaan panel surya 50 Wp pada sistem hidroponik juga dilaporkan oleh (Puspita *et al.*, 2023) dengan metode hidroponik yang digunakan adalah tipe *Deep Flow Technique (DFT)*. Hasil penelitian juga dilaporkan bahwa baterai memainkan peran penting sebagai penyimpanan cadangan energi untuk rangkaian. Selain itu, baterai juga merupakan komponen tambahan yang memengaruhi nilai *output* yang diperoleh, seperti cuaca. Ketika debit air yang dipompa berada pada fase yang stabil, setiap nutrisi dapat tersirkulasi dengan sangat baik, sehingga tanaman akan mendapat suplai air dan nutrisi dengan sangat baik, sehingga kondisi tanaman dapat terjaga secara optimal, dan *output* tanaman yang dihasilkan menunjukkan kualitas yang baik. Kadar nutrisi tanaman hidroponik bervariasi menurut jenis tanaman, seperti selada air memiliki kadar nutrisi antara 560 dan 840 ppm. Jika nilai ppm di bawah 560 ppm tersebut, maka tanaman akan layu, kuning, dan mati. Sedangkan jika nilai ppm di atas 840 ppm, tanaman akan busuk dan hangus karena nutrisi yang berlebihan (Khairunnisak dan Rahmat, 2022).

(Erlangga *et al.*, 2023) melakukan rancang bangun panel surya yang digunakan sebagai sumber energi tanaman hidroponik dengan dilengkapi sistem pemantauan untuk suhu,

kelembapan, pH, dan PPM. Ketika terjadi kondisi yang tidak normal pada sensor, sistem akan memberikan peringatan, selanjutnya sistem otomatisasi pompa yang mengatur siklus nyala pompa dan menggunakan tenaga surya sebagai sumber daya, yang dapat menghemat pemakaian listrik hingga 94%. Sistem ini dapat beroperasi tanpa listrik selama hingga dua hari. Sistem ini membutuhkan sekitar 80,298Wh setiap hari. (Satiyadi *et al.*, 2024) melaporkan bahwa pada suhu 35,5°C - 52,5°C menghasilkan daya keluaran maksimal 59,04 W. Dari hasil penelitian juga dilaporkan bahwa daya keluaran panel surya meningkat sebanding dengan arus keluaran dan pancaran sinar matahari. Namun, ketika panel dinyalakan, suhu di seluruh panel membuatnya tidak dapat menghasilkan sepenuhnya daya keluaran, yang merupakan hasil dari produksi arus keluaran yang tinggi dan tegangan keluaran yang rendah. (Hanif *et al.*, 2023) dan (Dian, 2022) melaporkan bahwa posisi panel surya sistem *tracker* menghasilkan peningkatan daya 53% lebih tinggi dibandingkan dengan panel surya posisi statis. Keterharuan dari penelitian ini adalah perancangan panel surya sebagai sumber energi baru terbarukan digunakan untuk menghidupkan pompa *sprayer* pendingin hidroponik *shade house* semi terbuka pada tanaman selada air. *Sprayer* pendingin untuk sistem tanam hidroponik menggunakan atap jenis *shade house* semi terbuka diperlukan untuk menjaga suhu di dalam *shade house* pada suhu <30°C. Pendinginan dilakukan dengan mengabutkan air dengan menggunakan pompa tekanan tinggi serta nozzle 0,1 mm dengan rentang waktu pendinginan selama 10 menit dengan interval pompa selama 20 menit. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang tahapan dalam perancangan panel surya sebagai sumber energi alternatif khususnya dalam sistem tanam hidroponik.

METODOLOGI

Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan literatur tentang perancangan dari pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi listrik, perhitungan kebutuhan dan kapasitas komponen PLTS, merangkai komponen PLTS dengan beban *sprayer*. Selanjutnya, pengambilan

data intensitas penyinaran matahari selama 30 hari, serta analisa kebutuhan energi listrik yang diperlukan sebagai energi pompa *sprayer*. Perancangan sumber energi pompa *sprayer* pendingin yang terdiri beberapa komponen diantaranya: panel surya, *Miniature Circuit Breaker* (MCB), *controller*, baterai, *timer*, *thermocontrol*, *reservoir* serta pompa *sprayer* yang dilengkapi dengan selang distribusi dan *nozzle sprayer*. Desain rancangan sumber energi pompa *sprayer* pendingin dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambaran umum sistem yang akan dirancang yaitu: keadaan pertama matahari menyinari panel surya panel surya yang digunakan adalah Maysun Solar dengan jenis *monocrystalline* berkapasitas sebesar 100Wp. Selanjutnya Sensor LDR tipe XH-M131 dengan tegangan *input* sebesar 12V_{DC}. *Solar charge controller* digunakan untuk mengatur daya masuk dan daya yang dikeluarkan digunakan *solar charge controller*. Tegangan dan arus dari *controller* masuk ke baterai regulator yang telah dilengkapi dengan sebagai pengaman dari adanya arus berlebih, digunakan MCB. Baterai regulator mengatur tegangan dan arus yang masuk ke dalam baterai. Baterai yang digunakan memiliki Tegangan 12V_{DC}. Baterai regulator akan berhenti *men-charge* apabila tegangan dari panel surya mencapai 12,6V_{DC}. Selanjutnya, baterai akan mengalirkan daya untuk menyalakan pompa air pompa air yang digunakan sebagai *sprayer* pendingin hidroponik ini adalah pompa 12V_{DC} dengan konsumsi daya sebesar 72W. Terakhir rancangan sistem panel surya dapat digunakan pada saat listrik padam untuk memenuhi ketersediaan air setiap saat. Dengan menentukan beban pemakaian pompa air 72W selama 10 menit dengan interval pompa selama 20 menit. Beban pemakaian harian dari sistem PLTS yang dirancang dapat dilihat pada Tabel 1.

Data pemakaian air per hari dalam satu unit rangkaian *sprayer* pendingin *shade house* semi terbuka pada Gambar 1 adalah 6 liter/hari dengan kedalaman (*head pump*) 2 meter. Penentuan jenis pompa berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air harian. Pada penelitian ini saya menggunakan jenis pompa air dengan spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Pemilihan sistem PV yang sesuai mengacu pada *Standard Test Conditions* (STC) yang

bergantung pada nilai *irradiance* sebesar 1000 W/m² yang dikenal dengan *peak sun irradiance* (PSH). Namun, matahari tidak menghasilkan energi sebanyak itu secara terus-menerus. Oleh karena itu, ada kalanya nilai radiasi sangat rendah, dan di lain waktu nilainya akan sangat tinggi. Jumlah jam puncak matahari hanyalah perkiraan jumlah waktu per hari di mana radiasinya sama dengan puncak matahari, dan karena model PV dinilai berdasarkan *outputnya* pada kondisi puncak matahari, maka jumlah jam puncak matahari harian menunjukkan seberapa berjam-

jam setiap hari susunan PV akan beroperasi pada *output* daya penuhnya (Murtianta *et al.*, 2022). Hal ini diilustrasikan pada Gambar 3 dan persamaan (1):

$$PSH = \frac{H_T}{H_{STC}} \quad \text{(Eq. 1)}$$

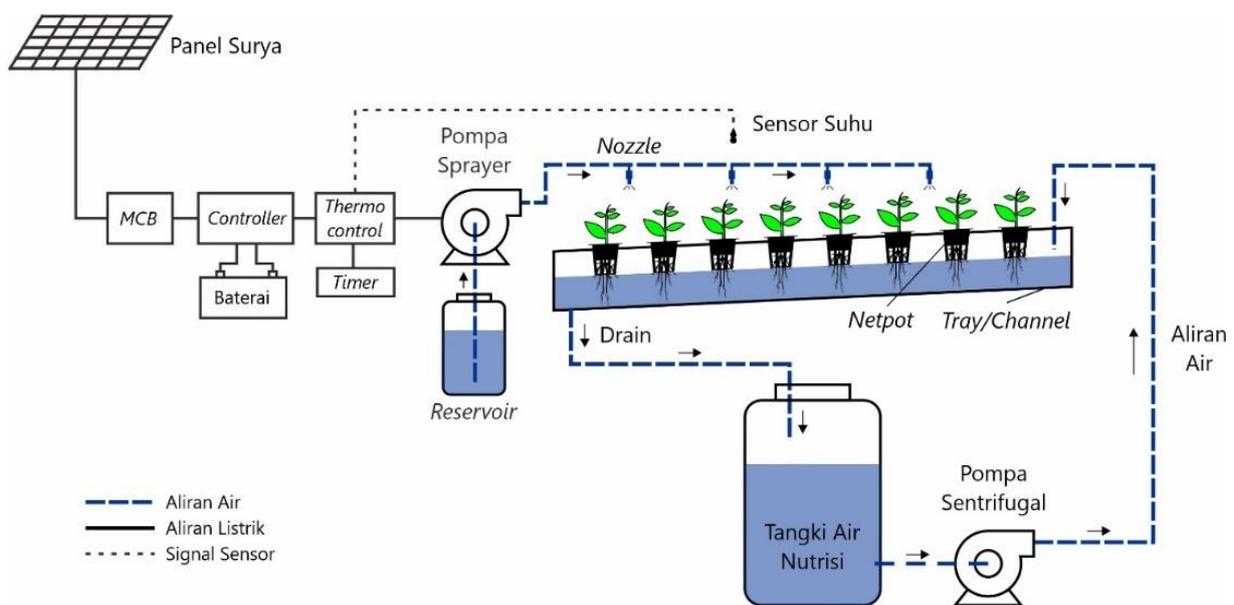
dimana *PSH* adalah *Peak Sun Hour* (Jam), *H_T* adalah *Peak sun irradiation Total* (Wh/m²), *H_{STC}* adalah 1.000W/m²

Tabel 1. Beban pemakaian harian dari sistem PLTS yang dirancang

Jenis Beban	Jumlah	Tegangan (V _{DC})	Daya Max (watt)	Arus (ampere)	Waktu (Menit)	Interval (Menit)
Pompa Air	1	12	72	3,5	10	20
Thermocontrol	1	12	12	1,0	600	-
Timer	1	12	6	0,5	600	-
Total	3	36	90	5	-	-

Tabel 2. Spesifikasi Pompa

Model	BS5500	Satuan
Tegangan	12	V _{DC}
Debit Output	6	liter/menit
Daya Dorong	87	Psi
Daya hisap	1,5 - 2	Meter
Tekanan max.	130	Psi
Arus	3,5	A



Gambar 1. Desain Rancangan Sumber Energi Pompa *Sprayer* Pendingin

Pengolahan Data

Pengolahan data terdiri dari perhitungan beban atau konsumsi daya pompa, perancangan

panel surya, kapasitas baterai serta waktu pengisian baterai. Parameter dalam metode perencanaan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

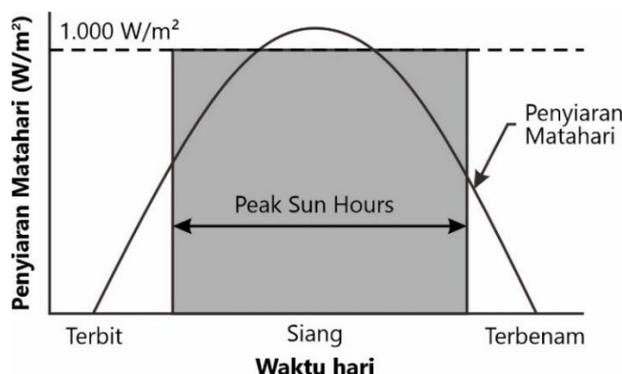
Tabel 3. Parameter Dalam Metode Perencanaan

Bagian	Parameter	Persamaan
Beban	Total Kebutuhan Daya (W_{Total})	$W_{Total} = P_{Load} \times T_{Load} \quad \text{(Eq. 2)}$ dimana: W_{Total} = Total Kebutuhan Daya Harian (kWh) P_{Load} = Konsumsi Daya Komponen (watt) T_{Load} = Lama Pemakaian Pompa (jam)
Modul panel surya	Daya yang dibangkitkan PLTS (<i>Watt peak</i>)	$FF = \frac{V_m \times I_m}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad \text{(Eq. 3)}$
		$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{oc} \times I_{sc} \times FF}{S \times F} \quad \text{(Eq. 4)}$ dimana FF = <i>Fill Factor</i> S = Luas permukaan panel surya (m ²) F = <i>Irradiance</i> 1000W/m ²
	Jumlah Panel Surya	$N_{PV} = \frac{W_{Total}}{PSH \times P_{Out}} \quad \text{(Eq. 5)}$ dimana N_{PV} = Jumlah Panel Surya W_{Total} = Total Kebutuhan Daya Harian (Wh) P_{Out} = Daya solar panel (Watt)
Baterai	Kapasitas baterai	$\frac{P_{Load}}{(DoD \times V_{sys} \times 0,8)} \times N_a \quad \text{(Eq. 6)}$ dimana: P_{Load} = Daya yang digunakan (Wh) DoD = <i>Depth of discharge</i> (DoD) 50% Kapasitas Baterai V_{sys} = Tegangan Sistem (V_{DC}) Q_{Disc} = <i>Discharge rate</i> (80%)
Waktu Pengisian	Pengisian Baterai	$T_{Ch} = \frac{AH}{I_c} \quad \text{(Eq. 7)}$ dimana: T_{Ch} = Waktu pengisian (Jam) AH = Kapasitas baterai (Ah)

I_c = Arus pengisian baterai (A)



Gambar 2. Photograph *sprayer* pendingin *shade house* semi terbuka



Gambar 3. Kurva iradiasi per jam versus persegi panjang jam puncak matahari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan energi listrik yang digunakan untuk hidroponik *shade house* semi terbuka terdiri dari pompa air, *thermocontrol* dan *timer* dapat dihitung berdasarkan persamaan (2). Waktu pengoperasian sistem pendingin yaitu dari pukul 07:00 hingga pukul 17:00. Pemakaian daya total yang digunakan sebagai pendingin hidroponik sebesar $417,6Wh$ atau $0,417kWh$. Data pemakaian daya total dapat dilihat pada Tabel 4.

Desain Sistem Panel surya

Air pendingin yang digunakan ditampung ke dalam wadah drum plastik dengan kapasitas 150 liter. Penggunaan panel surya sebagai energi alternatif untuk menggerakkan pompa *sprayer* pendingin yang memiliki daya hisap hingga 2

meter dengan debit aliran 6 liter/menit dan daya dorong sebesar 87 Psi. Dalam perancangan sistem PLTS *off-grid*, faktor cuaca sangat berdampak terhadap daya yang dihasilkan oleh panel surya. Data sumber daya panel surya diperoleh berdasarkan garis lintang dan garis bujur dengan memasukkan data sumber *Latitude*, *Longitude*: -2.95, 104.78. Kotak biru pada peta menunjukkan sel jaringan NREL *National Solar Radiation Database (NSRDB)* untuk lokasi mitra. Radiasi harian rata-rata bulanan diteliti dalam rentang waktu 1 (satu) tahun, mulai dari bulan Januari hingga Desember 2023 (NREL, 2024). Radiasi harian rata-rata bulanan dapat dilihat pada Gambar 4.

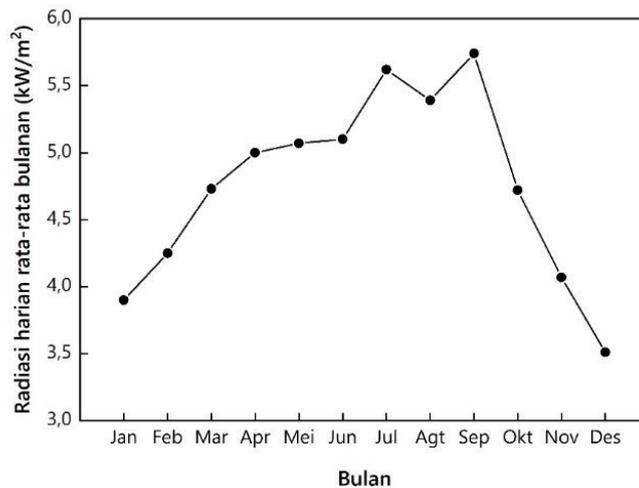
Berdasarkan data FKlim71-120 di Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan, radiasi harian rata-rata bulanan pada bulan Agustus 2023 adalah

selama 6,5 jam atau 6 jam 30 menit. Pada rentang waktu pukul 06.00 – 18.00 WIB. lama penyinaran matahari terpanjang terjadi pada tanggal 6 Agustus 2023 9,4 jam sedangkan untuk lama penyinaran matahari terpendek terjadi pada tanggal 25 Agustus 2023 yaitu selama 2,2 jam. Selanjutnya, Suhu udara rata-rata Agustus 2023 adalah 28,7°C. rata-rata suhu tertinggi pada bulan

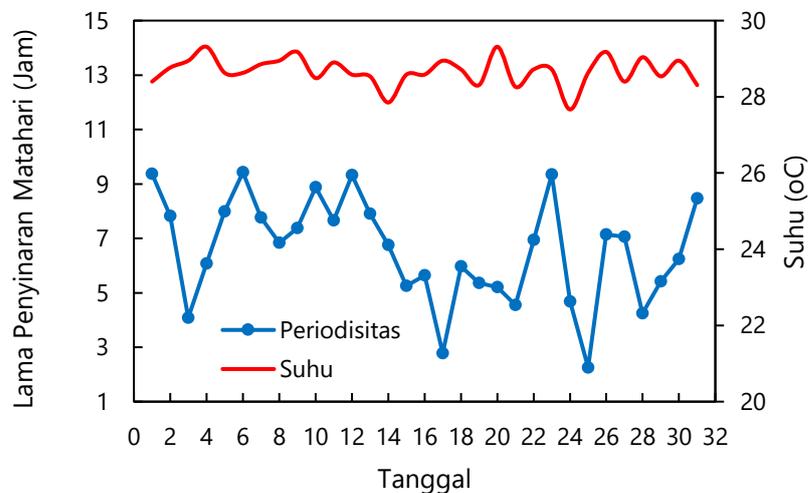
Agustus 2023 sebesar 34,7°C, dan yang terendah pada sebesar 32,2°C. Sedangkan untuk suhu minimum rata-rata adalah 25,3°C, dengan suhu terendah 22,4°C pada dan suhu tertinggi sebesar 26,3°C. Lama penyinaran matahari dan suhu udara rata-rata Agustus 2023 yang dihimpun dari data Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 4. Pemakaian daya total

Jenis Beban	P_{Load} (W)	T_{Load} (Jam)	Kebutuhan Daya (Wh)
Pompa Air	72	3,3	237,6
Thermocontrol	12	10	120
Timer	6	10	60
Total	90		417,6



Gambar 3. Radiasi harian rata-rata bulanan



Gambar 4. Lama Penyinaran Matahari Bulan Agustus 2023
(Data: Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan, (Mgs. Zulfiandy, 2023))

Analisa Peak Sun Hours (PSH)

PSH dalam bidang solar energi digunakan untuk menghitung berapa lama radiasi matahari yang efektif untuk digunakan dalam sehari. PSH sama dengan jumlah energi radiasi matahari yang diterima permukaan dibagi $1.000W/m^2$. Dengan kata lain, PSH sama dengan jumlah radiasi matahari yang diterima permukaan selama satu hari sebesar $1\ sun = 1000W/m^2$ (Widiarto & Samanhudi, 2023) (Nurjaya *et al.*, 2022; Puspita *et al.*, 2023; Wijaya *et al.*, 2023; Yunus Pebriyanto *et al.*, 2023). Kurva iradiasi per jam versus jam puncak matahari pada 12 Agustus 2023 dapat dilihat pada Gambar 6.

Dalam penelitian ini, untuk bulan Agustus radiasi matahari total yang diterima permukaan panel surya sebesar $H_T = 5390\ Wh/m^2$, sehingga jumlah jam puncak matahari dihitung berdasarkan Eq. 1 adalah 5,39 jam atau 5 jam 23 menit.

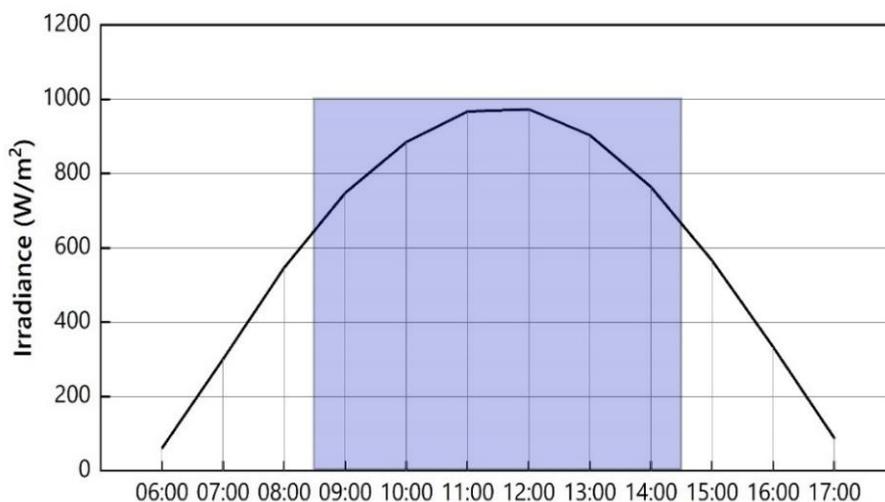
Efisiensi Panel surya

Panel surya Sunasia SP100M-18M dipilih dengan tingkat daya $P_{max}=100Wp$. Karakteristik utama panel surya jenis ini pada Kondisi Uji Standar, dan data elektrik dan data mekanik (Tabel 5).

Tahap awal dalam perhitungan efisiensi dari panel surya adalah dengan menghitung faktor pengisian atau *fill factor (FF)*. Faktor pengisian

Tabel 5. Data Panel surya

Electrical Data	SP100M-18M
Max. Power (P_{max})	100 Wp
Optimum Operating Voltage (V_m)	17,8 V
Optimum Operating Current (I_m)	5,62 A
Open-circuit Voltage (V_{oc})	21,8 V
Short-circuit Current (I_{sc})	6,05 A
Operating Temperature	-4 to 85°C
Cell Technology	Mono-Si
Mechanical Data	
Dimension (LxWxH/mm)	760 x 680 x 30
PV Area (m^2)	0,52
Weight (kg)	6,16



Gambar 5. Kurva iradiasi per jam versus jam puncak matahari pada 12 Agustus 2023.

adalah rasio dari daya keluaran maksimum yang diperoleh dari hasil kali parameter-parameter yang terdapat pada modul surya yaitu tegangan *open circuit* (V_{oc}), arus *short circuit* (I_{sc}), tegangan nominal modul (V_m) dan arus nominal modul (I_m) masing-masing 21,8V, 6,05A, 17,8V, 5,62A. Faktor pengisian panel surya yang dihitung dari Eq. 3 dan menghasilkan nilai faktor pengisian sebesar 0,76. Dimensi standar dari salah satu panel surya adalah dengan panjang, lebar dan ketebalan masing-masing sebesar 760x680x30mm. Dengan mengetahui luasan modul (S) *Irradiance*, ($F=1.000W/m^2$) dan faktor pengisian (FF) maka efisiensi modul (η) yang dihitung dari Persamaan 4 dan menghasilkan nilai efisiensi modul panel surya sebesar 19%. Dari data *area array* (PV_{area}), *peak sun irradiation* pada kondisi *Standard Test Conditions* (H_{STC}) dan efisiensi modul (η) maka besar daya yang dibangkitkan PLTS (*Watt peak*) = 98,8 *Watt peak*

Kapasitas baterai

Pemilihan jenis baterai menjadi faktor yang sangat penting dalam desain sistem PLTS *off-grid*. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja dari baterai untuk sistem PLTS *off-grid* diantaranya: suhu, usia pakai, *discharge rate* serta *depth of discharge* (*DoD*). Faktor utama dalam penentuan ukuran baterai adalah dengan menentukan jumlah konsumsi energi yang dibutuhkan (Prasetya *et al.*, 2023). Pertimbangan lain adalah jumlah pengisian daya yang tersedia dari sumber pengisian utama yaitu sistem PLTS (Islamiati *et al.*, 2022) Faktor ketiga yang harus dipertimbangkan adalah hari otonomi (N_a) yang dapat didefinisikan sebagai jumlah hari yang dibutuhkan sistem PLTS untuk beroperasi tanpa energi surya, misalnya saat matahari terhalang oleh debu atau awan. Jumlah hari otonomi berpengaruh langsung terhadap ukuran baterai dimana semakin besar jumlah hari maka semakin besar pula baterai yang dibutuhkan (Alfanz *et al.*, 2023; Syahadhah, 2021). Berdasarkan data lama penyinaran matahari pada Gambar 5, intensitas cahaya matahari sangat jarang terhalang, dan sepanjang bulan Agustus 93% cuaca cerah. Oleh karena itu, hari otonom dapat diasumsikan satu

hari penuh ($N_a=1$). Hal tersebut mewakili 2 (dua) hari pengoperasian, karena waktu malam telah diperhitungkan dalam desain awal untuk dioperasikan sepenuhnya dengan baterai, dan waktu tersebut baterai malam dapat membantu di siang hari ketika matahari tidak tersedia (Muhammad *et al.*, 2021).

Metode *ampere-hour per day* merupakan metode yang sering digunakan dalam menentukan ukuran kapasitas baterai, dimana kebutuhan daya maksimum dalam *kilowatt hour* (*kWh*) akan di konversi menjadi *ampere-hour* (*Ah*) (Yunus Pebriyanto *et al.*, 2023). Konsumsi daya komponen pada sistem pendingin tanaman hidroponik adalah 417,6 Wh. Tegangan sistem (V_{sys}) yang dipilih adalah $12V_{DC}$ untuk memudahkan dalam pencocokan antara panel surya dengan baterai. Kemudian dengan mengalikannya dengan hari otonomi, diperoleh konsumsi daya harian maksimum yang diperlukan untuk disuplai oleh baterai (Pebriyanto *et al.*, 2023). Untuk mengimbangi *Depth of Discharge* (*DoD*), kapasitas baterai harus dibagi dengan *DoD* maksimum yang dibutuhkan, yang diasumsikan sebesar 50%. Selanjutnya efisiensi *discharge rate* dari baterai yang diberikan oleh pabrikan adalah sebesar 80% (Seghers, 2024). Sehingga kapasitas dan jumlah baterai dapat dihitung dari persamaan 6 kapasitas baterai yang dibutuhkan dalam memenuhi beban pemakaian dari sistem pendingin *shade house* hidroponik sebesar 87Ah dengan tegangan *output* $12V_{DC}$ (Tabel 6).

Kapasitas Panel Surya

Kapasitas panel surya akan menunjukkan jumlah listrik yang mampu dihasilkan oleh instalasi panel surya dengan daya yang dinyatakan dalam satuan *Watt peak* (W_p) atau daya puncak dalam *Watt*. Jadi total daya untuk instalasi adalah jumlah daya untuk semua panel yang menyusunnya (Hady *et al.*, 2023; Falah *et al.*, 2023). Penentuan jumlah solar panel yang dibutuhkan (N_{PV}) dalam perancangan sumber energi alternatif adalah dengan mengetahui kebutuhan daya harian (W_{Total}) dalam Wh dengan daya solar panel (P_{Out}) dari waktu pengecasan efektif berdasarkan jumlah jam puncak matahari (*PSH*) masing-masing

417,5Wh, 98,8W, 5,39 Jam. Jumlah daya panel surya yang dibutuhkan dalam perancangan pada **Tabel 6.** Spesifikasi jenis baterai yang dipilih

Model	SMT12100
Tegangan	12 V _{DC}
Kapasitas	100Ah
Jumlah Siklus (50% DoD)	1200 - 1400
Max Charge	13,8A
Max Discharge	77Ah
Dimensi (P/L/T)	333x170x216 mm

dengan total daya yang dihasilkan 395,2Watt. Nilai *Wp* yang ditunjukkan oleh produsen diukur pada kondisi radiasi matahari optimal (radiasi matahari = 1.000W/m² dan Suhu = 25°C).

Waktu Pengisian Baterai

Waktu pengisian baterai dengan kapasitas 100Ah yang diperlukan dengan tegangan awal yang digunakan pada setiap perhitungan adalah 13-14,6V_{DC} untuk rentang persentase daya *depth of discharge* 50% dan daya pengisian maksimal sebesar 100%. Berdasarkan Tabel 5, arus yang dihasilkan panel surya dalam melakukan pengisian baterai sebesar 5,62A. Dengan menggunakan Persamaan 7, waktu pengisian baterai kapasitas 100Ah dengan panel surya 100Wp berjumlah 4 buah dengan total daya yang dihasilkan 395,2Watt dengan arus 22,48A adalah 4,45 jam atau 4 jam 27 menit. Selanjutnya, pada bulan Agustus 2023, radiasi matahari total yang diterima permukaan panel surya selama 5 jam 23 menit, perancangan ini tidak mempertimbangkan apakah metode pengisian baterai *slow charging* atau *fast charging*. Karakteristik yang berbeda dari setiap jenis baterai adalah faktor yang mempengaruhi perbedaan durasi dari pengisian daya baterai. Lama pengisian baterai juga dapat dipengaruhi oleh metode pengisian baterai dan besarnya arus yang masuk ke dalamnya (Syahadhah, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap perancangan panel surya sebagai sumber energi pompa *sprayer* pendingin *shade house* semi

penelitian ini adalah dihitung berdasarkan Persamaan 5 adalah sebanyak 4 buah panel surya

terbuka, maka dapat disimpulkan bahwa beban pemakaian daya harian total adalah 417,6Wh dengan efisiensi energi listrik yang dibangkitkan dari panel surya masing-masing panel surya adalah sebesar 98,8Watt dengan jumlah radiasi matahari yang diterima permukaan panel surya selama 5 jam 23 menit. Kapasitas baterai yang digunakan adalah 12V 100Ah membutuhkan waktu pengisian baterai 4 jam 27 menit dengan panel surya sejumlah 4 buah yang disusun secara paralel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh P3M Politeknik Negeri Sriwijaya dengan kontrak Nomor: 9671/PL6.2.1/LT/2022. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya, Mitra Kenten Jaya Hidroponik yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfanz, R., Affan, A. ., & Martiningsih, W. 2023. Smart Farm Agriculture Design by Applying a Solar Power Plant. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 12(2): 104–109.
- Dian, W. 2022. Pengaruh Sudut Kemiringan Dan Orientasi Solar Cell Terhadap Luaran Energi Listrik Sebagai Kajian Power Charge Station Untuk Kendaraan Alat Berat. *Rotasi*, 2(1): 1–10.
- Dinegoro, F., & Ekaputra, E.G. 2021. Rancang Bangun Hidroponik dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya Design of Hydroponic Assisted with A Solar-powered

- Pump. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(3): 356–366. DOI: 10.23960/jtep-l.v10i3.367-379
- Erlangga, A.P.M., Dinatha, K.S.K., Nainggolan, F.E., & Prayogi, S. 2023. Prototipe Otomatisasi dan Pemantauan Sistem Hidroponik Berbasis IoT dengan Pemanfaatan Solar Panel Sebagai Sumber Energi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(4): 1367–1377. DOI: 10.33379/gtech.v7i4.3143
- Hady, S., Hendrawan, N., Asmidin, A.M., & Hamid, H. 2023. Pemanfaatan Teknologi Tepat Guna Untuk Mendorong Peningkatan Hasil Pertanian Melalui Teknologi Aquaponik. *Abdimas Indonesian Journal*, 3: 19–24. DOI: 10.59525/aij.v3i2.328
- Hanif, M.N., Zaenudin, M., & Saleh, Y.K.P. 2023. Analisis sistem solar tracker terhadap daya yang dihasilkan untuk irigasi hidroponik tenaga panel surya. *Jurnal Crankshaft*, 6(2): 21–36. DOI: 10.24176/crankshaft.v6i2.11050
- Islamiati, Y., Dewi, T., & Rusdianasari. 2022. IoT Monitoring for Solar Powered Pump Applied in Hydroponic House. *International Journal of Research in Vocational Studies*, 2(2): 22–30. DOI: 10.53893/ijrvocas.v2i2.102
- Khairunnisak, K., & Rahmat, R. 2022. Aplikasi Internet Of Things Monitoring Kebun Hidroponik Model Nft Menggunakan Panel Solar. *Jurnal Tika*, 7(2): 121–128. DOI: 10.51179/tika.v7i2.1263
- Marhaenanto, B., Kuswardhani, N., & Sujanarko, B. 2021. Greenhouse Conditioning using Internet of Things and Solar Panel. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 7(4): 12–20.
- Mgs. Zulfiandy. 2023. Analisis Lama Penyinaran Matahari Bulan Agustus 2023. Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan. <https://staklim-sumsel.bmkg.go.id/analisis-lama-penyinaran-matahari-bulan-agustus-2023/>
- Muhammad, I., Fatmi, N., & Alchalil, A. 2021. Pemanfaatan Teknologi Hidroponik Sayuran Organik Berbantuan Panel Surya (Hydroponic Solar Panels). *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 4(1): p.1. DOI: 10.29103/relativitas.v4i1.3569
- Murtianta, B., Danis Ronaldo, S., & Susilo, D. 2022. Perancangan Prototype Smart Indoor Greenhouse IoT untuk Membantu Permasalahan Budidaya Tanaman Selada di Kota Kupang. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(2): 297–310. DOI: 10.31358/techne.v21i2.331
- NREL. 2024. PVWatts Calculator. National Renewable Energy Laboratory. <https://pvwatts.nrel.gov/>
- Nurjaya, N., Mahendra, G.A., & Yarman, I.N. 2022. Innovation of Smart Agricultural Control System in NFT Hydroponic based on Artificial Intelligence of Things. *Eduvest-Journal of Universal Studies*, 2(1): 182–189. DOI: 10.59188/eduvest.v2i1.349
- Pebriyanto, Y., Jefriyanto, W., Kurniati, E., Bryan, K. & TA, N.P.H., 2023. Upgrade Sistem PLTS Atap Tipe Hybrid-Off Grid Sebagai Sumber Energi Utama Dalam Budidaya Hidroponik Di Umkm Maestro Borneo Hidroponik Farm Palangka Raya. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(7): 1529–1538.
- Pebriyanto, Y., Kurniawati, N., Dirgantara, M. & Monita, D., 2023. Penerapan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Sumber Energi Alternatif Dalam Budidaya Sistem Hidroponik Di Umkm Maestro Borneo Hidroponik Farm Palangka Raya. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(8): 5725–5732. DOI: 10.53625/jabdi.v2i8.4485
- Prasetya, S., Abadi, C.S., Siregar, C.Z. and Nufus, T.H., 2023. Analysis of Solar Photovoltaic System Related to Daily Energy and PV Sizing at Mekartani Farm. *Recent in Engineering Science and Technology*, 1(04): 31-37.
- Satiyadi, H.J., Muhamad Hudan, R., & Asrori, A. 2024. Analisis Pengaruh Suhu Panel Surya Terhadap Output Panel Performance. *Journal of Mechanical Engineering*, 1(1): 42–51. DOI: 10.47134/jme.v1i1.2189
- Seghers, N. 2024. Solar Load Calculator. Clever Solar Power. <https://cleversolarpower.com/off-grid-solar-calculator/>
- Syabriyana, M., Amir, F., Ulma, Z. & Huda, M.K., 2023. Penerapan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Penggerak Pompa Air Tanaman Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). *Jurnal Teknik Terapan*, 2(2): 37-45. DOI: 10.25047/jteta.v2i2.32

- Syhadhah, A.L.H.N. (2021). Sistem Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Solar Panel 50 Wp Dan Pengukuran Batas Waktu Pemakaian Pada Renewable Energy Smart Trolley. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 21(2): 135–141. DOI: 10.23917/emitor.v21i2.15480
- Puspita, T., Denny, Y.R. & Darmawan, I.A., 2023. Pres (Photovoltaic Renewable Energy Resources): Rancang Bangun Esp Berbasis Modul Surya 50 WP Pada Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique). *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 2(2): 01-14. DOI: 10.55606/jurrit.v2i2.1770
- Widiarto, H., & Samanhudi, A. 2023. Rancangan Pemanfaatan Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Di Gedung Power House Bandara Banyuwangi Hendro. *Knowledge: Jurnal Inovasi Hasil Penelitian Dan Pengembangan*, 3(3): 195–204. DOI: 10.51878/knowledge.v3i3.2437
- Wijaya, A., Risma, P., Maulidda, R. & Yudha, H.M., 2023. Neural Network Controller Sebagai Automatic Transfer Switch PV Panel Dan Baterai Pada Robot Penjaga Lahan Pertanian. *Journal of Applied Smart Electrical Network And System*, 4(1): 6–23.
- Falah, M.Z., Handoko, W.T., Syah, A.I., Azizah, F.Z. & Gumilar, L., 2023. Implementation of Smart Farming Based Solar Cell System in Hydroponic in the Agricultural Area of Blitar Village. *Communnity Development Journal*, 4(4): 7015–7020.