
PERANCANGAN PLTS OFF GRID UNTUK HIDROPONIK NFT

OFF GRID SOLAR POWER PLANT DESIGN FOR NFT HYDROPONIC

Serli Liling Allo¹, M.M. Lanny W. Pandjaitan², Lukas³

¹Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

³Atma Jaya Artificial Intelligence Center (AJAIC), Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

¹SERLI.12025008063@student.atmajaya.ac.id, ²mm.lanny@atmajaya.ac.id, ³lukas@atmajaya.ac.id

Abstrak

Sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) memerlukan pasokan energi listrik secara kontinu selama 24 jam untuk mengoperasikan pompa sirkulasi nutrisi dan sistem monitoring. Ketergantungan terhadap jaringan listrik konvensional dapat menjadi kendala, terutama pada daerah dengan pasokan listrik yang tidak stabil atau belum terjangkau jaringan PLN. Penelitian ini bertujuan merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) off grid sebagai sumber energi mandiri untuk hidroponik NFT. Metode penelitian dilakukan melalui studi literatur, analisis kebutuhan energi, serta perhitungan kapasitas komponen utama PLTS yang meliputi panel surya, baterai, Solar Charge Controller (SCC), dan inverter. Beban sistem terdiri dari pompa air AC berdaya 40 W dan sistem monitoring berbasis Arduino sebesar 5 W yang beroperasi selama 24 jam per hari sehingga kebutuhan energi harian mencapai 1080 Wh. Dengan mempertimbangkan faktor keamanan dan efisiensi sistem sebesar 80%, diperoleh kebutuhan panel surya sebesar 400 Wp. Kapasitas baterai yang direkomendasikan adalah minimal 150 Ah pada tegangan 12 V, SCC MPPT 50 A, dan inverter pure sine wave berkapasitas 300 W. Hasil perancangan menunjukkan bahwa PLTS off grid mampu menjadi solusi penyedia energi yang andal dan berkelanjutan untuk mendukung operasional sistem hidroponik NFT.

Kata kunci : PLTS off grid, hidroponik NFT, energi terbarukan, pompa air

Abstract

The Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic system requires a continuous 24-hour supply of electrical energy to operate the nutrient circulation pump and monitoring system. Dependence on conventional electricity networks can be a constraint, especially in areas with unstable electricity supplies or areas not yet connected to the PLN network. This study aims to design an off-grid Solar Power Generation (PLTS) system as an independent energy source for NFT hydroponics. The research method is carried out through literature studies, energy requirement analysis, and calculation of the capacity of the main components of the PLTS which include solar panels, batteries, Solar Charge Controller (SCC), and inverters. The system load consists of a 40 W AC water pump and a 5 W Arduino-based monitoring system operating 24 hours per day so that the daily energy requirement reaches 1080 Wh. By considering the safety factor and system efficiency of 80%, the solar panel requirement is 400 Wp. The recommended battery capacity is a minimum of 150 Ah at 12 V, SCC MPPT 50 A, and a pure sine wave inverter with a capacity of 300 W. The design results show that off-grid solar power plants are capable of being a reliable and sustainable energy supply solution to support the operation of the NFT hydroponic system.

Keywords: Off-grid solar power plants, NFT hydroponics, renewable energy, water pumps

1. PENDAHULUAN

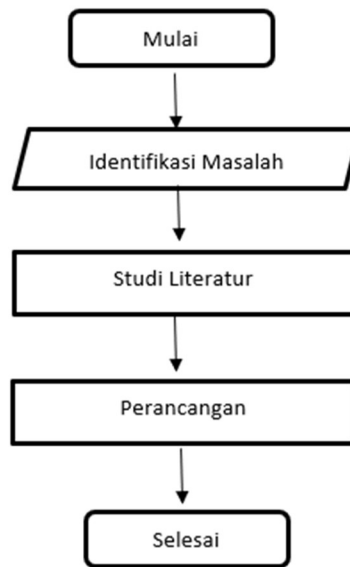
Kebutuhan energi listrik pada sektor pertanian modern terus meningkat, termasuk pada sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). Hidroponik merupakan salah satu sistem pertanian masa depan karena dapat dilakukan pada lahan luas di desa maupun pada lahan sempit di perkotaan. Hidroponik adalah teknik untuk membudidayakan tumbuhan tanpa menggunakan tanah melainkan air yang telah ditambahkan dengan nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan [1]. Hidroponik NFT adalah metode hidroponik yang mengalirkan larutan nutrisi tipis melalui akar tanaman secara terus-menerus [2]. Hidroponik NFT menggunakan air yang dangkal dan tersirkulasi secara terus-menerus selama 24 jam menggunakan pompa sehingga tanaman bisa memperoleh air, nutrisi, dan oksigen yang cukup sehingga pertumbuhan menjadi optimal [3].

Pompa air yang beroperasi terus-menerus selama 24 jam mengonsumsi energi listrik yang cukup besar sehingga menyebabkan peningkatan biaya produksi tanaman hidroponik. Oleh karena itu diperlukan adanya pemanfaatan energi alternatif seperti energi listrik yang diperoleh dari matahari melalui panel surya [4].

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau Solar Power Plant (SPP) merupakan sebuah teknologi yang mengkonversi energi sinar matahari menjadi listrik. PLTS terbagi menjadi 3 cara penggunaan: On Grid, Off Grid dan Hybrid [5]. PLTS On Grid terhubung ke jaringan listrik PLN dan tidak menggunakan baterai, PLTS Off Grid tidak terhubung ke PLN dan mengandalkan baterai sebagai sumber listrik utama, PLTS Hybrid menggabungkan panel surya, jaringan PLN, dan baterai [6]. Di wilayah tertentu, terutama daerah terpencil atau lokasi dengan pasokan listrik tidak stabil atau bahkan belum ada, PLTS off grid merupakan solusi energi mandiri yang memanfaatkan energi matahari sebagai pembangkit listrik. Sistem ini sangat cocok diterapkan pada instalasi hidroponik NFT karena mampu menyediakan energi secara berkelanjutan tanpa ketergantungan pada jaringan PLN. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang PLTS yang dapat digunakan untuk menyuplai hidroponik NFT.

2. METODOLOGI

Proses perancangan PLTS sebagai sumber energi listrik untuk hidroponik diawali dengan identifikasi masalah pada sistem hidroponik NFT, studi literatur dilanjutkan dengan membuat rancangan dan melakukan perhitungan terhadap rancangan. Berikut merupakan diagram alir (flowchart) penelitian perancangan PLTS sebagai sumber energi listrik untuk hidroponik.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

Berdasarkan diagram alir (flowchart) di atas, identifikasi masalah yang ada adalah sebagai berikut:

- Hidroponik NFT membutuhkan pasokan listrik terus-menerus 24 jam setiap hari untuk menjalankan pompa air agar nutrisi dan oksigen bisa mengalir melewati akar tanaman tanpa henti. Untuk tempat yang listriknya tidak stabil atau tidak terjangkau listrik diperlukan penyediaan listrik secara mandiri.
- Sistem listrik mandiri diperlukan untuk menyuplai pompa 24 jam setiap hari. PLTS off grid dapat digunakan untuk menyediakan arus listrik yang dibutuhkan. Komponen utama PLTS off grid adalah sel surya, solar charge controller (SCC), baterai, dan inverter.
- Baterai diperlukan untuk penyimpanan energi listrik yang dapat digunakan ketika sel surya tidak mendapat cahaya matahari pada saat cuaca mendung maupun gelap.
- Tegangan yang dihasilkan oleh PLTS adalah DC sedangkan pompa yang digunakan adalah pompa AC maka diperlukan inverter untuk mengubah tegangan DC menjadi AC.

Spesifikasi yang dibutuhkan: sumber listrik untuk pompa menyala 24 jam setiap hari agar nutrisi mengalir terus-menerus pada akar tanaman

Tabel 1 Perbandingan Solusi untuk Subfungsi

Subfungsi	Solusi		
	1	2	3
1. Sumber listrik 24 jam	PLN	Genset	PLTS Off Grid
2. PLTS Off Grid	Sel surya dan SCC	Sel surya, SCC, Baterai	Sel surya, SCC, Baterai, Inverter
3. Penyimpanan energi	Tanpa baterai	Lead Acid	Lithium / Deep Cycle
4. Konversi Tegangan	Tanpa Inverter	Modified sine wave	Pure sine wave

Berdasarkan perbandingan di atas, solusi yang paling menjawab kebutuhan adalah PLTS yang dirancang akan adalah PLTS off Grid dengan komponen tambahan SCC, baterai, dan inverter. Baterai yang digunakan Lithium/Deep Cycle sedangkan inverter yang digunakan adalah pure sine wave.

2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk menggali informasi dari buku, jurnal-jurnal, dan artikel di internet yang berkaitan dengan perancangan PLTS off grid untuk hidroponik NFT.

2.3 Perancangan

Perancangan meliputi perhitungan kapasitas panel surya, kapasitas baterai (aki), arus Solar Charge Controller (SCC), dan kapasitas inverter berdasarkan kebutuhan energi harian [7].

- Kebutuhan Energi Harian

$$E = P \times t \quad (1)$$

Dimana:

- E = Energi harian (Watt hour)
- P = Daya beban (Watt)
- t = waktu (hour)

- Kapasitas Panel Surya

$$P_{PV} = \frac{E}{PSH \times \eta} \quad (2)$$

Dimana:

- P_{PV} = Daya Panel surya (Wp)
- E = Kebutuhan Energi Beban (Wh)
- PSH = Peak Sun Hour (h)
- η = Efisiensi Sistem

- Kapasitas Baterai

$$C_{bat} = \frac{E}{V_{bat} \times DoD} \quad (3)$$

Dimana:

- C_{bat} = kapasitas baterai (Ampere hour, Ah)
- E = Kebutuhan Energi Beban (Watt hour, Wh)
- V_{bat} = Tegangan nominal baterai (Volt)
- DoD = Depth of Discharge (kedalaman pengosongan baterai yang diizinkan) (%)

- Kapasitas SCC

$$I_{SCC} = \frac{P_{PV}}{V_{syst}} \times f \quad (4)$$

Dimana:

I_{SCC} = Arus SCC (A)

P_{PV} = Daya Panel Surya (Wp)

V_{syst} = Tegangan sistem (V)

f = faktor keamanan (nilai antara 1,2 – 1,5)

- Kapasitas inverter

$$P_{inverter} \geq P_{beban} + (3 \times P_{motor}) \quad (5)$$

Dimana:

$P_{inverter}$ = Daya inverter (W)

P_{beban} = Total beban AC yang dihubungkan ke inverter (W)

P_{motor} = Daya motor yang terhubung ke inverter (W)

3. PEMBAHASAN

Pembahasan berisi analisis kebutuhan dan perhitungan sistem berupa: perhitungan kapasitas panel surya, kapasitas baterai (aki), arus solar charge controller (SCC), dan kapasitas inverter.

3.1 Analisis Kebutuhan

Lokasi geografis berperan penting dalam menentukan arah orientasi panel surya yang terbaik. Lintasan matahari berubah berdasarkan garis lintang, sehingga arah tertentu lebih menguntungkan dibandingkan arah lainnya bagi wilayah-wilayah tertentu. Pilihan orientasi berdampak langsung pada seberapa banyak sinar matahari langsung yang diterima panel sepanjang hari. Panel yang menghadap ke arah berbeda akan menangkap jumlah energi surya yang bervariasi, bergantung pada lintasan matahari di langit. Untuk lokasi yang berada di belahan bumi utara, panel yang menghadap ke selatan memberikan kinerja terbaik, sebaliknya untuk lokasi di belahan bumi selatan, panel yang menghadap ke utara memaksimalkan penangkapan energi. Untuk wilayah khatulistiwa orientasi ke arah timur atau barat dapat berfungsi secara efektif [8].

Untuk wilayah Kota Sorong, Papua Barat Daya, yang berada tepat di selatan garis khatulistiwa, modul surya (panel surya) paling optimal jika dipasang menghadap ke arah Utara [9].

Sistem hidroponik NFT yang dirancang menggunakan pompa air AC 220 V daya 40 Watt, dengan tinggi semburan air 2 meter. Sistem hidroponik ini dilengkapi sistem monitoring suhu, kelarutan cairan hidroponik, dan PH berbasis arduino UNO sekitar 5 Watt. sehingga total daya listrik adalah sekitar 45 Watt. Pompa dan sistem monitoring menyala 24 jam sehari, dengan demikian kebutuhan energi listrik setiap hari dapat dihitung sebagai berikut [10].

$$\begin{aligned}
 E &= P \times t \\
 &= 45 \text{ W} \times 24 \text{ h} \\
 &= 1080 \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

Seringkali, ada faktor-faktor yang mengurangi efisiensi sistem, seperti degradasi panel, suhu, atau kondisi cuaca yang tidak ideal. Untuk itu perlu dikalikan dengan faktor keamanan agar sistem tetap beroperasi meskipun dalam kondisi kurang optimal. Faktor keamanan umum berkisar antara 1.2 - 1.5. Dengan menggunakan faktor keamanan 1,3 maka total kebutuhan energi harian = $1,3 \times 1080 \text{ Wh/hari} = 1404 \text{ Wh/hari}$.

3.2 Perhitungan Sistem

3.2.1 Menghitung Kebutuhan Daya Panel Surya

Berdasarkan data dari Global Solar Atlas, rata-rata Global horizontal irradiation (GHI) di Indonesia adalah 4,62 kWh/m² per hari. Pada kondisi tertentu mengakibatkan nilai GHI menjadi rendah dan mencapai nilai minimumnya yaitu 3,45 kWh/m². Jika dinyatakan dalam durasi PSH, maka nilai rata-ratanya adalah 4,62 jam dan minimumnya adalah 3,45 jam [11]. Dengan menggunakan nilai PSH 4,62 jam dan efisiensi 0,8 maka total daya:

$$P_{PV} = \frac{E}{PSH \times \eta}$$

$$P_{PV} = \frac{1404}{4,62 \times 0,8} = 379,87 \text{ Wp} \approx 400 \text{ Wp}$$

Efisiensi sistem (η) diasumsikan sebesar 80% untuk mengakomodir rugi-rugi pada panel surya, baterai, inverter, charge controller, dan penghantar listrik.

3.2.2 Menghitung Kapasitas Baterai

Dalam penentuan kapasitas baterai yang digunakan, asumsi bahwa baterai 80% (DOD = Depth of Discharge) dari kapasitas maksimumnya. Asumsi ini dipakai agar baterai mempunyai *life time* yang lebih panjang.

$$C_{bat} = \frac{E}{V_{bat} \times DOD}$$

$$C_{bat} = \frac{1404}{12 \times 80\%} = 146,25 \text{ Ah} \approx 150 \text{ Ah}$$

3.2.3 Menghitung Arus Solar Charge Controller (SCC)

$$I_{SCC} = \frac{P_{PV}}{V_{syst}} \times f$$

$$I_{SCC} = \frac{400}{12} \times 1,3 = 43,33 \text{ A} \approx 50 \text{ A}$$

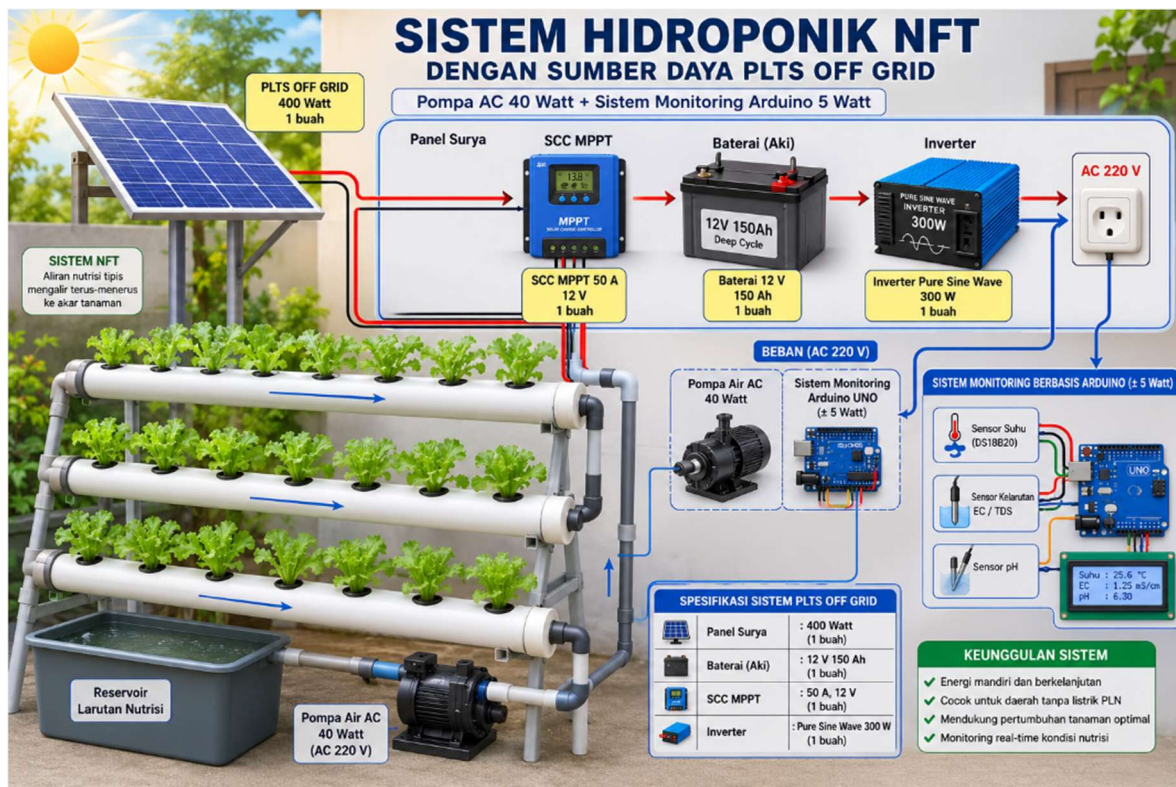
3.2.4 Menentukan Daya Inverter

Pompa air AC menggunakan motor listrik yang memiliki arus awal (*starting current*) lebih besar dibandingkan arus nominal saat operasi normal. Oleh karena itu, kapasitas inverter harus

mempertimbangkan daya start motor yang umumnya berkisar 2–5 kali daya nominal pompa agar sistem dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kegagalan saat proses starting. Diasumsikan starting current 5 kali lebih besar dari nominal maka daya inverter menjadi:

$$P_{\text{inverter}} = P_{\text{beban}} + (3 \times P_{\text{motor}}) = 45 \text{ W} + (5 \times 40 \text{ W}) = 245 \text{ W}$$

Berdasarkan perhitungan sistem di atas maka rancangan PLT off grid untuk hidroponik NFT adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Perancangan PLTS Off Grid untuk Hidroponik NFT

4. KESIMPULAN

Untuk hidroponik sistem NFT yang menggunakan pompa AC 40 Watt dan dilengkapi dengan sistem monitoring suhu, kelarutan cairan hidroponik, dan PH berbasis arduino UNO sekitar 5 Watt maka dibutuhkan sistem PLTS off grid dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Daya Panel Surya 400 Wp, 1 buah
- Baterai 12 Volt kapasitas minimal 150 Ah, 1 buah
- SCC MPPT 50 A, 12 V, 1 buah
- Inverter pure sine wave 300 W, 1 buah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M. M. & S. L. Allo, "Rancang Bangun Sistem Hidroponik NFT Berbasis Arduino dengan Sumber Tegangan PLTS," *Electro Luceat*, vol. 9, no. 2, pp. 38-42, 2023.

- [2] A. Nuryudin, D. Irawan and R. P. Astutik, "Sistem Monitoring dan Kontrol Nutrisi Tanaman di Hidroponik NFT Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 17, no. 1, pp. 44-50, 2024.
- [3] Singgih, M. K. Prabawati and D. Abdulloh, "Bercocok Tanam Mudah dengan Sistem Hidroponik NFT. ", vol 03, no. 1 (2019): 21-24," *Jurnal Abdikarya*, vol. 3, no. 1, pp. 21-24, 2019.
- [4] M. M. L. W. P. L. Ahmad Imam Rifa'i, "Perancangan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pompa Sprayer Pendingin Shade House Semi Terbuka," *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, vol. 20, no. 2, pp. 85-96, 2024.
- [5] F. Pijoh, B. D. P.K. and P. L. Purba, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Energi Ramah Lingkungan yang Berkelanjutan," *Industrial & System Engineering Journals*, vol. 2, no. 2, pp. 201-207, 2024.
- [6] S. Team, "Perbedaan PLTS On Grid, Off Grid, dan Hybrid untuk Bisnis di Indonesia," 26 Desember 2025. [Online]. Available: <https://suryanesia.com/articles/perbedaan-plts-on-grid-dan-off-grid>. [Accessed 11 Juni 2026].
- [7] s. N. Laboratories, Stand Alone Photovoltaic Systems, United States of America: NTIS , 1995.
- [8] D. ESS, "Solar Panel Orientation: The Complete Guide to Maximizing Your Energy Production," 17 Juli 2025. [Online]. Available: <https://deyeess.com/solar-panel-orientation-the-complete-guide-to-maximizing-your-energy-production/>. [Accessed 26 Mei 2026].
- [9] HBOWA, "Sudut dan Kinerja Panel Surya: Mengapa Miring dan Arah Penting," New Energi HBOWA, 13 Agustus 2025. [Online]. Available: <https://www.pretapower.com/id/solar-panel-angle-and-performance-why-tilt-and-direction-matter/>. [Accessed 10 Mei 2026].
- [10] F. Nuryanto, "Analisa Energi Perancangan PLTS Atap Off-Grid pada Lobadaun Greenhouse Agriculture menggunakan Perangkat Lunak PVSyst," in *Prosiding A Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, Jakarta, 2024.
- [11] S. & F. Syahrian, "Rancang Bangun Aplikasi Kalkulator Sistem PLTS Berbasis Android dengan Mempertimbangkan Koreksi Peak Sun Hours," *TELKA: Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi, dan Kontrol*, vol. 11, no. 1, pp. 42-51, 2025.
- [12] A. S. d. A. Ulinuha, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charge Station," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 24, no. 1, pp. 23-28, 2022.