

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Potensi Energi Surya di Indonesia

Energi surya merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang memiliki prospek besar serta dianggap sebagai alternatif paling potensial dibandingkan sumber energi lainnya dalam mengatasi krisis energi global secara ramah lingkungan. Salah satu aspek penting dalam penerapan teknologi tenaga surya di suatu daerah adalah tingkat ketersediaan sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi (Afif & Martin, 2022).



Gambar 2. 1 Potensi Energi Surya di Indonesia
(Kementrian ESDM)

Pada gambar 2.1 merupakan letak geografis Indonesia berada di kawasan beriklim tropis dan terletak sepanjang garis khatulistiwa yang mengakibatkan

keuntungan bagi Indonesia dalam hal potensi energi surya yang merupakan salah satu sumber energi alternatif potensial untuk dikembangkan.

Rata-rata radiasi matahari yang diterima di Indonesia sekitar 4 kWh/m². Untuk setiap wilayahnya yaitu rata-rata Indonesia bagian barat diperkirakan menerima 4,5 kWh/m²/hari, sedangkan untuk Indonesia bagian timur menerima potensi energi matahari yaitu 5,1 kWh/m²/hari. Dengan potensi radiasi matahari yang cukup merata, maka Indonesia memiliki peluang untuk mengembangkan teknologi energi surya, baik dalam skala rumah tangga, komersial, di sektor pertanian dan perikanan (Afif & Martin, 2022).

2.2 Budidaya Ikan Nila *Oreochromis Niloticus*

Budidaya ikan nila (*oreochromis niloticus*) mempunyai peran penting dalam menjaga ketahanan pangan serta mendukung pertumbuhan ekonomi pada sektor perikanan di Indonesia. Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak di budidayakan, ikan nila memiliki sejumlah keunggulan seperti pertumbuhannya yang pesat, kemampuan adaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan, serta permintaan pasar yang relatif konsisten. Dengan adanya potensi tersebut, pengembangan budidaya ikan nila menjadi bagian dari produktivitas pembangunan perikanan nasional. Namun, tingkat produktivitasnya dipengaruhi oleh beragam aspek, baik yang berkaitan dengan teknis budidaya, kondisi lingkungan, maupun faktor sosial dan ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman terhadap faktor-faktor tersebut untuk memaksimalkan hasil produksi dan mendukung keberlanjutan usaha budidaya (Mendrofa et al., 2025).

2.3 Sistem Aerasi

Aerasi merupakan suatu proses yang tujuannya untuk menambahkan udara atau oksigen ke dalam air dengan menciptakan kontak yang sangat dekat antara keduanya. Proses ini dilakukan melalui pembentukan gelembung-gelembung udara berukuran kecil yang dimasukan ke dalam air dan dibiarkan naik ke permukaan. Selama gelembung-gelembung tersebut naik ke permukaan, terjadi perpindahan oksigen dari udara ke air. Dengan demikian, kadar oksigen terlarut dalam air akan meningkat, yang sangat diperlukan untuk menjaga kelangsungan hidup organisme perairan seperti ikan mikroorganisme lainnya (Yuniarti et al., 2019).



Gambar 2. 2 Mesin Kincir Aerator

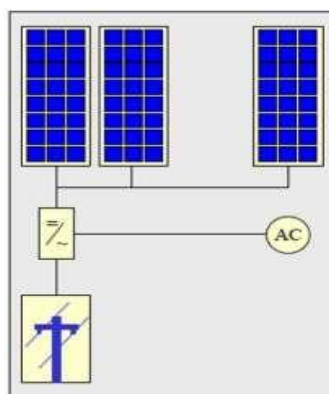
Pada gambar 2.2 yaitu alat mekanis yang dirancang untuk menghasilkan gelembung-gelembung udara ke dalam air tersebut adalah aerator, dengan tujuan meningkatkan kadar oksigen terlarut. Keberadaan oksigen terlarut ini sangat penting bagi kelangsungan hidup ikan, karena oksigen berperan penting dalam proses pernapasan yang berlangsung pada ikan. Dengan bantuan aerator, sirkulasi udara dalam air menjadi lebih optimal, sehingga lingkungan perairan

tetap sehat dan mendukung pertumbuhan serta aktivitas biologis ikan secara maksimal (Mulyani & Idris, 2023).

2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit yang Pemanfaatan energi terbarukan dengan menggunakan sinar matahari sebagai sumber utama untuk menghasilkan energi listrik yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Secara umum cara kerja PLTS yaitu energi matahari akan ditangkap oleh panel surya yang akan dikonversi menjadi energi listrik melalui proses Fotovoltaik yang merubah energi matahari menjadi arus listrik searah (Salsa hayani et al., 2021). PLTS pada dasarnya terbagi menjadi dua yaitu *On-Grid* dan *Off-Grid*, maka berikut merupakan penjelasan tentang sistem PLTS :

1. PLTS *On Grid*



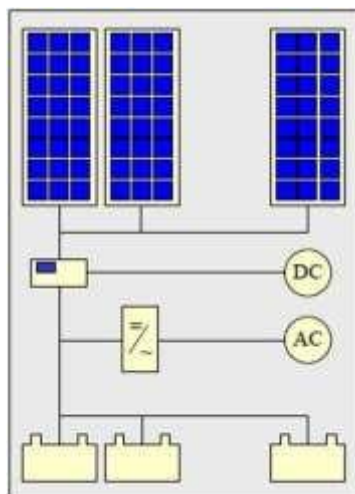
Gambar 2. 3 Sistem PLTS *On Grid*

(Halim, 2022)

Pada gambar 2.3 yaitu sistem listrik *On-Grid* yang merupakan jenis sistem tenaga surya yang secara umum tidak memerlukan baterai sebagai media penyimpanan energi. Hal ini disebabkan karena sistem ini dirancang untuk

langsung menyalurkan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya (PV) ke jaringan listrik utama (*grid*). Dengan kata lain, energi yang dihasilkan dari panel surya dapat digunakan secara langsung untuk memenuhi kebutuhan listrik, dan kelebihan energinya dapat disalurkan kembali ke jaringan PLN. Sistem ini sangat sesuai digunakan di wilayah yang memiliki pasokan listrik dari jaringan umum (Halim, 2022).

2. PLTS *Off Grid*



Gambar 2. 4 Sistem PLTS *Off Grid*

(Halim, 2022)

Pada gambar 2.4 yaitu pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) tipe *Off-Grid* merupakan sistem mandiri yang tidak terhubung ke jaringan listrik umum (PLN), sehingga seluruh kebutuhan energi listrik sepenuhnya bergantung pada komponen-komponen internal sistem. Komponen utama dalam sistem ini meliputi panel surya sebagai penghasil energi listrik, *Battery Control Unit* (BCU) untuk mengatur pengisian dan pengosongan baterai, baterai sebagai tempat penyimpanan energi (*energy storage*), serta inverter DC ke AC yang

mengubah arus searah menjadi arus bolak-balik agar dapat digunakan oleh peralatan listrik rumah tangga.

Dalam sistem ini, apabila digunakan regulator pengisian baterai, maka regulator tersebut akan secara otomatis menghentikan aliran daya dari panel surya saat baterai telah terisi penuh, guna mencegah kerusakan akibat *overcharging*. Sebaliknya, ketika kapasitas baterai menurun hingga di bawah batas aman atau *Depth of Discharge (DoD)*, regulator akan memutus aliran daya ke beban agar tidak terjadi kerusakan akibat pengosongan berlebih (Halim, 2022).

2.4.1 PLTS Atap



Gambar 2. 5 Sistem PLTS Atap

Pada gambar 2.5 yaitu sistem pembangkit listrik tenaga surya atap, atau yang biasa dikenal dengan PLTS Atap, merupakan suatu sistem yang dirancang untuk menghasilkan energi listrik dari sinar matahari melalui perangkat fotovoltaik (PV) yang ditempatkan secara langsung pada struktur bangunan milik pengguna, seperti atap rumah, dinding bangunan, atau permukaan lain

yang memungkinkan. Dalam konteks ini, energi matahari yang diterima oleh modul surya dikonversi menjadi energi listrik secara langsung, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik harian. Penerapan sistem PLTS atap menjadi alternatif solusi yang semakin banyak digunakan karena sifatnya yang ramah lingkungan, efisien dalam penggunaan ruang, serta dapat diterapkan di berbagai jenis bangunan, baik untuk skala rumah tangga maupun industri (Karuniawan et al., 2023).

2.4.2 Komponen PLTS

1. Panel Surya

Panel surya adalah perangkat yang mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Perangkat ini terbuat dari bahan semikonduktor dengan permukaan yang luas untuk menangkap sinar matahari. Kinerja panel surya akan berkerja optimal ketika suhu 25°C . Pada saat suhu panel meningkat, maka akan mempengaruhi output daya yang dihasilkan. Selain itu, efektivitas panel surya sangat bergantung pada posisi permukaannya yang berarti panel surya akan menghasilkan daya maksimal jika permukaannya langsung menghadap sinar matahari (Ummah, 2019).

Cahaya matahari terdiri atas partikel-partikel kecil yang disebut foton. Ketika sinar matahari mengenai permukaan sel surya, partikel foton tersebut akan berinteraksi dengan atom-atom bahan semikonduktor, khususnya silikon. Interaksi ini menghasilkan energi yang cukup untuk melepaskan elektron dari ikatan atomnya. Elektron yang terlepas tersebut memiliki muatan negatif dan dapat bergerak bebas dalam struktur semikonduktor, tepatnya di pita konduksi.

Di sisi lain, atom yang kehilangan elektron akan meninggalkan sebuah ruang kosong dalam struktur atomnya yang dikenal sebagai hole, yang bersifat bermuatan positif. Dalam sel surya, terdapat dua jenis bahan semikonduktor yang digunakan, yaitu semikonduktor tipe-N dan semikonduktor tipe-P. Semikonduktor tipe-N mengandung kelebihan elektron bebas dan berperan sebagai pendonor (donor), sedangkan semikonduktor tipe-P memiliki banyak hole dan berfungsi sebagai penerima (*acceptor*) elektron. Ketika kedua jenis semikonduktor ini digabungkan, terbentuklah suatu daerah pertemuan yang disebut junction PN.

Pada titik pertemuan ini, terjadi perbedaan konsentrasi muatan yang menyebabkan terbentuknya medan listrik internal. Medan ini mendorong elektron dari daerah tipe-N bergerak ke arah beban eksternal, sedangkan hole dari daerah tipe-P bergerak ke arah sebaliknya. Jika suatu perangkat listrik seperti lampu dihubungkan pada rangkaian tersebut, maka aliran elektron yang melewati beban tersebut akan menghasilkan arus listrik. Proses inilah yang menjadi dasar kerja dari sel surya dalam mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik (Salsa hayani et al., 2021).

Berikut adalah jenis-jenis dari panel surya:

1. Monokristal (*Mono-crystalline*)



Gambar 2. 6 Jenis Panel Surya Monokristal
(Harahap, 2020)

Pada gambar 2.6 merupakan jenis panel yang paling efisien karena diproduksi dengan teknologi terbaru dan mampu menghasilkan daya listrik tertinggi per satuan luas. Monokristal di desain untuk kebutuhan energi yang besar, terutama di wilayah dengan iklim ekstrim serta kondisi lingkungan yang menantang. Efisiensinya dapat mencapai hingga 15%. Namun, kelemahan dari panel ini adalah performanya yang akan menurun signifikan saat pada daerah yang pencahayaan matahari minim, seperti area teduh atau cuaca yang berawan (Purwoto et al., 2018).

2. Polikristal (*Poly-Crystalline*)



Gambar 2. 7 Jenis Panel Surya Polikristal
(Harahap, 2020)

Pada gambar 2.7 merupakan jenis panel yang memiliki struktur kristal yang tidak teratur karena dibuat melalui metode pengecoran. Untuk menghasilkan daya listrik yang sama besarnya seperti panel monokristal, panel ini membutuhkan area permukaan yang lebih luas. Efisiensinya juga lebih rendah dari panel monokristal dalam mengonversi energi matahari menjadi energi listrik. Efisiensi yang lebih rendah ini juga berdampak pada harga jual nya, di mana panel polikristal ini di tawarkan dengan harga yang lebih ekonomis (Purwoto et al., 2018).

3. *Thin Film*



Gambar 2. 8 Jenis Panel Surya *Thin Film*
(Harahap, 2020)

Pada gambar 2.8 merupakan jenis panel yang termasuk dalam kategori dua lapisan dengan kombinasi lapisan tipis mikrokristal silikon dan amorphous sebagai material penyusunnya. Dengan efisiensinya yang hanya mencapai 8,5%, panel ini membutuhkan area permukaan yang lebih luas dari panel monokristal dan panel polikristal untuk menghasilkan daya listrik yang setara. Inovasi terbaru dari panel ini adalah *Thin Film Triple Junction Photovoltaic*, yaitu panel dengan tiga lapisan yang dirancang untuk memaksimalkan penyerapan cahaya pada kondisi cuaca yang sangat berawan. Dan dapat menghasilkan energi listrik hingga 45% lebih tinggi dibandingkan panel jenis lain dengan daya terukur yang sama (Purwoto et al., 2018).

Untuk menentukan panel surya maka digunakan beberapa persamaan sebagai berikut :

1. Menghitung Area *Array* (PV Area)

$$PV\ Area = \frac{EL}{Gav \times TCF \times \eta_{PV} \times \eta_{Out}} (m^2) \quad (2.1)$$

Dimana :

EL = Energi yang dibangkitkan [kWh/hari]

PV Area = Luas permukaan panel surya [m²]

Gav = Intensitas Matahari harian [kW/m²/hari]

TCF = Temperature coefficient factor [%] ,

η_{PV} = Efisiensi panel surya [%]

η_{out} = Efisiensi keluaran [%] asumsi 0,9

2. Menghitung Daya yang dibangkitkan (watt peak)

$$P_{wattpeak} = PV\ Area \times PSI \times \eta_{PV} [watt] \quad (2.2)$$

Dimana :

PV Area = Luas permukaan panel surya [m²]

PSI = *Peak Solar Insolation* adalah 1.000 W/m²

η_{PV} = Efisiensi panel surya [%]

3. Perhitungan jumlah panel surya

$$Jumlah\ Panel\ Surya = \frac{P_{wattpeak}}{P_{MPP}} (Unit) \quad (2.3)$$

Dimana :

$P_{wattpeak}$ = Daya yang dibangkitkan (Wp)

PMPP = Daya maksimum keluaran panel surya (watt)

2. *Solar Charge Controller*



Gambar 2. 9 *Solar Charge Controller*

(Bagas Pamuji & Novia Utami, 2023)

Pada gambar 2.9 yaitu *solar Charge Controller* berfungsi untuk mengatur aliran arus searah (DC) yang berasal dari panel surya dan diarahkan ke baterai untuk proses pengisian, serta menyalurkan energi dari baterai ke beban (*load*) saat diperlukan. Alat ini dirancang untuk memastikan proses pengisian baterai secara aman dan efisien dengan mencegah terjadinya pengisian berlebih (*overcharging*) saat kapasitas baterai telah mencapai batas maksimal. Selain itu, *solar charge controller* juga melindungi sistem dari tegangan berlebih (*overvoltase*) yang dihasilkan oleh panel surya. Kondisi Arus dan tegangan yang berlebih jika tidak dikendalikan dapat mempercepat penurunan kinerja dan usia pakai baterai secara signifikan (Huda & Putra, 2020). Jadi untuk menentukan kapasitas *Solar Charge Controll* menggunakan persamaan berikut :

$$\frac{\text{Demand Watt} \times \text{Safety Fctor}}{\text{System Voltage}} \quad (2.4)$$

3. Inverter



Gambar 2. 10 Inverter

(Bagas Pamuji & Novia Utami, 2023)

Pada gambar 2.10 merupakan inverter yang berfungsi untuk mengubah arus listrik searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik (AC) dengan tegangan dan frekuensi yang telah disesuaikan berdasarkan kebutuhan sistem yang dirancang. Proses konversi ini sangat penting karena sebagian besar peralatan listrik rumah tangga dan industri menggunakan arus AC, sehingga listrik dari panel surya tidak dapat langsung digunakan tanpa melalui inverter. Selain fungsi utamanya sebagai pengubah arus, inverter modern juga dilengkapi dengan fitur-fitur tambahan seperti *Maximum Power Point Tracking (MPPT)* yang berfungsi untuk memaksimalkan daya keluaran dari panel surya, serta sistem proteksi untuk menjaga keamanan dan kestabilan kerja sistem. Dengan pemilihan dan pengaturan yang tepat, inverter dapat meningkatkan efisiensi serta keandalan sistem PLTS secara keseluruhan.

$$\text{DC-AC Ratio} = \frac{P_{pv}}{P_{inv}} \quad (2.5)$$

4. Baterai



Gambar 2. 11 Baterai

(Bagas Pamuji & Novia Utami, 2023)

Pada gambar 2.11 yaitu baterai yang sangat penting dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya yang berfungsi sebagai media penyimpanan cadangan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Energi yang disimpan pada baterai digunakan sebagai sumber daya alternatif ketika panel surya tidak dapat menghasilkan energi listrik, misalkan pada malam hari atau cuaca mendung. Selain itu, penggunaan baterai juga membantu menjaga kestabilan tegangan output sistem. Selama proses pemakaian (*discharger*) pengosongan total baterai sebaiknya dihindari, karena hal tersebut dapat mempercepat penurunan usia pakai (*life time*) dan menurunkan efisiensinya. Dalam sistem penyimpanan energi, batas pengosongan baterai dikenal sebagai *depth of discharge (DOD)* yang dinyatakan dalam satuan persen (Jurnal, 2018).

Untuk menentukan baterai digunakan persamaan berikut :

$$C = \frac{N \times Ed}{Vs \times DOD \times n} [Ah] \quad (2.6)$$

Dimana :

C = Kapasitas baterai [*Ampere-hour*]

N = Jumlah hari otonomi [hari]

E_d = Konsumsi energi harian [Wh]

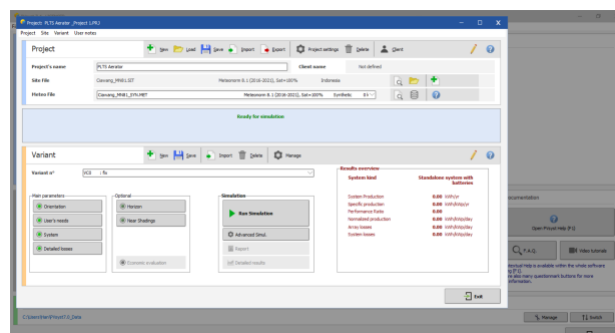
V_S = Tegangan baterai [Volt]

DOD = Kedalaman maksimum untuk pengosongan baterai [%]

η = Efisiensi baterai x efisiensi inverter

2.5 *PVsyst*

PVsyst merupakan salah satu aplikasi yang umum digunakan dalam proses perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk melakukan analisis dan simulasi terhadap data rancangan sistem secara menyeluruh. Dengan menggunakan *PVsyst*, pengguna dapat melakukan permodelan desain, memilih tipe dan kapasitas inverter yang sesuai, mengatur konfigurasi pemasangan modul surya, mensimulasikan kinerja sistem, serta menganalisis efisiensi dan potensi produksi energi dari sistem PLTS yang dirancang (Zhuhri & Sukusno, 2024).



Gambar 2. 12 *Software PVsyst*
(*Software PVsyst*)

Pada gambar 2.12 merupakan salah satu fitur dari aplikasi *PVsyst*. Di aplikasi tersebut bisa memasukan jenis panel, baterai, dan komponen lainnya.

2.6 Analisis Ekonomi

a. Biaya Pemeliharaan dan Operasional PLTS

Biaya ini merupakan biaya yang mencakup seluruh aktivitas perawatan yang rutin yang diperlukan untuk menjaga sistem bekerja secara optimal. Biasanya biaya ini relatif rendah yaitu sekitar 1-3% dari biaya investasi pertahun. Untuk menghitung biaya pemeliharaan dan operasional menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$M = 1\% \times \text{TOTAL BIAYA INVESTASI} \quad (2.7)$$

Kemudian untuk menghitung nilai sekarang biaya tahunan yang akan dikeluarkan sesuai umur proyek yaitu dengan menggunakan rumus :

$$\text{MPW} = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) \quad (2.8)$$

Keterangan :

MPW = Nilai sekarang biaya tahunan selama umur proyek.

A = Biaya tahunan

i = Tingkat diskonto

n = Umur proyek

b. Menghitung Biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*)

Life Cycle Cost yaitu total biaya yang diperlukan selama umur operasional, biasanya umur operasi sebuah proyek PLTS yaitu sekitar 20-25 tahun. Untuk mengetahui *LCC* yaitu menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LCC = C + M \quad (2.9)$$

Keterangan :

LCC = *Life Cycle Cost* (Rp)

C = *Cost* (Rp)

M = Biaya Pemeliharaan dan Operasional (Rp)

c. Menghitung Biaya Energi PLTS (*Cost of Energy*)

COE digunakan untuk mengetahui besarnya biaya produksi listrik per kWh yang dihasilkan oleh sistem PLTS selama masa operasionalnya. Untuk mengetahui *COE* sebelumnya dihitung dulu *Capital Recovery Factor* (*CRF*). *CRF* ini memiliki fungsi untuk meratakan nilai total biaya selama masa operasional dengan diskonto tertentu dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$CRF = \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) \quad (2.10)$$

Setelah mengetahui *CRF* maka selanjutnya yaitu menghitung *COE* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{AKWH} \quad (2.11)$$

Keterangan :

COE = *Cost of Energy* (Rp/kWh)

$LCC = \text{Life Cycle Cost}$, seluruh biaya proyek selama umur sistem (Rp)

$CRF = \text{Capital Recovery Factor}$

$A \{\text{kWh}\} = \text{Energi listrik yang dihasilkan per tahun (kWh/tahun)}$

d. Analisis Kelayakan Investasi PLTS

1. *Net Present Value (NPV)*

NPV adalah metode yang fungsinya untuk menentukan selisih antara nilai sekarang dari arus kas bersih dengan nilai investasi awal. Jika investasi dikatakan layak maka NPV bernilai positif dan jika NPV negatif maka investasi tersebut tidak layak secara aspek ekonomi. Untuk mencari nilai NPV menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$NPV = PVNCF_t - II \quad (2.12)$$

Keterangan :

$PVNCF_t$ = Nilai sekarang arus kas bersih periode ke-n

II = *Investasi Awal*

2. *Profitability Index (PI)*

PI berfungsi untuk menghitung rasio antara $PVNCF$ dengan biaya investasi awal. Untuk menghitung PI menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$PI = \frac{PVNCF_t}{II} \quad (2.13)$$

3. *Payback Period*

Payback Period merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan biaya investasi berdasarkan dari arus kas bersih yang sudah didiskontokan. Untuk menghitungnya menggunakan persamaan :

$$DPP = Year\ Before\ Recovery + \frac{Investment\ Cost}{NPV\ Kumulatif} \quad (2.14)$$

4. *Break Event Point*

BEP yaitu titik impas dalam biaya investasi pembangkit Listrik Tenaga Surya. Untuk menghitungnya menggunakan persamaan berikut:

a. *BEP (Unit)*

$$BEP\ (Unit) = \frac{Fixed\ Cost}{Tarif\ PLN - Variable\ Cost} \quad (2.15)$$

2.7 Penelitian Terkait

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terkait

No	Identifikasi Penelitian	Judul	Permasalahan	Hasil
1	Ramadhan et al. (2021)	Perancangan PLTS pada Kolam Budidaya di Daerah Sentono menggunakan <i>PVsyst</i>	Tingginya biaya listrik di kolam ikan yang jauh dari jaringan PLN	Simulasi PLTS dilakukan menggunakan <i>PVsyst</i> . Disusun tiga skenario sistem (on-grid dan off-grid) untuk berbagai tingkat konsumsi energi seperti lampu dan kincir air. Sistem ini menawarkan desain lengkap beserta perhitungan teknis dan konfigurasi sistem.
2	Rahman et al. (2024)	Smart Farm pada Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok dengan Energi Surya	Monitoring kualitas air masih manual, dan biaya listrik tinggi	Sistem PLTS dirancang untuk mendukung aerator dan sensor pH, suhu, serta arus listrik, dengan kendali via aplikasi Telegram. Sistem mampu menjaga kualitas air secara real-time dan mengurangi ketergantungan pada PLN.
3	Agussationo et al. (2025)	Peningkatan Produktivitas Pokdakan melalui Teknologi Budidaya dan Panel Surya	Produksi dan pemasaran hasil budidaya rendah, biaya operasional tinggi	Instalasi PLTS off-grid 1 kW dan pelatihan marketing digital meningkatkan efisiensi energi dan kapasitas produksi sebesar 42%, menurunkan biaya modal 10.77%, dan memperluas jangkauan pasar kelompok budidaya ikan.
4	Hestiawan et al. (2022)	Produksi Pelet Pakan Ikan Berbasis Tenaga Surya di Kabupaten Kaur	Harga pakan tinggi karena suplai luar daerah, distribusi sulit	Mesin produksi pakan lokal digerakkan oleh PLTS, memanfaatkan keong mas dan jagung lokal. Produksi pelet jadi lebih murah dan berkelanjutan dengan partisipasi aktif masyarakat.

No	Identifikasi Penelitian	Judul	Permasalahan	Hasil
5	Mayasari et al. (2024)	Harmonila: Revitalisasi Budidaya Ikan Nila dengan RAS-IoT dan PLTS	Pertumbuhan ikan rendah karena kualitas air buruk dan ketertarikan masyarakat rendah	Sistem RAS-IoT-PLTS berhasil diterapkan, memberikan pelatihan dan pembangunan sistem yang meningkatkan pemahaman petani hingga 85%, serta memperbaiki kualitas air dan minat masyarakat terhadap budidaya ikan nila.
6	Kadir et al. (2023)	Implementasi Aquaponik dengan Pompa Tenaga Surya untuk Efisiensi Usaha Budidaya Ikan Nila	Inefisiensi usaha tani, produksi ikan rendah, biaya pakan tinggi	Sistem aquaponik berbasis PLTS berhasil digunakan untuk meningkatkan produksi ikan dan sayuran. Efisiensi energi meningkat dan sistem pompa air berjalan mandiri tanpa ketergantungan listrik PLN.
7	Wahyono et al. (2025)	Penerapan Solar Cell untuk Meningkatkan Dissolved Oxygen Kolam Ikan	Kadar oksigen rendah dalam kolam menyebabkan pertumbuhan ikan tidak optimal	Pemasangan panel surya 100 WP dan pompa 30W berhasil meningkatkan oksigen terlarut. Kontrol waktu otomatis menggunakan Arduino menjaga efisiensi dan stabilitas kualitas air secara berkelanjutan.
8	Prastio et al. (2024)	Pembangunan PLTS sebagai Pendukung Produksi Budidaya Ikan di Karang Ploso	Pertumbuhan ikan lambat dan konsumsi listrik tinggi dari PLN	PLTS hibrida 1.7 kWp dibangun untuk sistem sirkulasi air kolam. Konsumsi listrik dari PLN turun hingga 40%. Pelatihan operasional diberikan pada petani lokal untuk meningkatkan kemandirian energi dan produktivitas ikan.
9	Widharma et al. (2020)	Perancangan PLTS sebagai Sumber Energi Pemanas Kolam Pendederan Ikan Nila	Kematian larva nila akibat suhu air dingin di malam hari	Sistem pemanas air berbasis lampu halogen dan PLTS mampu menjaga suhu kolam antara 27–30°C. Ini meningkatkan tingkat hidup larva dan keberhasilan tahap pendederan benih ikan nila.
10	Perdana (2024)	Potensi Pemanfaatan Energi Matahari dalam Teknologi Akuakultur	Penggunaan aerator yang bergantung pada listrik PLN menghambat efisiensi	Sistem aerator berbasis PLTS dirancang dan diimplementasikan pada kolam akuakultur air tawar. Aerator ini mampu menggantikan listrik konvensional,

No	Identifikasi Penelitian	Judul	Permasalahan	Hasil
			budidaya ikan, terutama di daerah tanpa jaringan listrik	meningkatkan kadar oksigen terlarut, dan menekan biaya operasional. Teknologi ini cocok untuk daerah terpencil dan ramah lingkungan. Namun, studi masih tahap awal dan belum menyajikan data produktivitas ikan secara kuantitatif.

Penelitian ini memiliki ciri khas nya tersendiri dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu, karena secara spesifik difokuskan pada perancangan dan perhitungan kebutuhan kapasitas sistem PLTS *off-grid* untuk mengoperasikan aerator pada kolam budidaya ikan nila (*oreochromis niloticus*) yang berlokasi di Desa Ciawang, Kecamatan Leuwisari, Kabupaten Tasikmalaya. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini mengacu pada data riil dari lokasi penelitian, seperti tingkat intensitas radiasi matahari, jumlah konsumsi daya listrik harian, serta menyusun rancangan sistem yang mencakup panel surya, baterai, inverter, dan *solar charge controller* secara menyeluruh.

Tidak hanya sekadar mengaplikasikan PLTS sebagai sumber energi alternatif, penelitian ini juga menitikberatkan pada perhitungan teknis yang detail dan komprehensif untuk menilai sejauh mana sistem ini dapat memenuhi kebutuhan energi secara efisien dan berkelanjutan dalam konteks budidaya perikanan. Perhitungan dan desain pada penelitian ini juga dibantu menggunakan software *PVsyst* untuk mensimulasikan performa sistem PLTS secara lebih akurat. Pemilihan sistem PLTS *off-grid* berbasis atap sebagai model yang digunakan juga dimaksudkan untuk memberikan alternatif solusi energi yang dapat digunakan secara mandiri, khususnya di kawasan pedesaan yang belum memiliki akses listrik yang stabil dari PLN.

Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam bentuk acuan teknis maupun implementatif bagi pengembangan energi terbarukan di sektor perikanan. Khususnya, penelitian ini mengarah pada sistem aerasi di kolam budidaya ikan nila, sehingga hasilnya dapat diterapkan langsung oleh para pembudidaya di daerah terpencil atau pedesaan di Indonesia.