



# Pengembangan Inovatif Panel Surya Apung Pada Skala Kecil dengan Floating Berbasis Bambu Olahan di Embung Gununganyar, Kabupaten Tuban, Jawa Timur

Rasjida Amalia Bakti Lestari<sup>1\*</sup>, Frido Ilham Prianggoro<sup>2</sup>, Maya Felicia Kusnadi<sup>3</sup>, Siti Kamilia Aziz<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Email: [rasjidaamaliabtari@gmail.com](mailto:rasjidaamaliabtari@gmail.com)<sup>1\*</sup>, [kamilia@ce.its.ac.id](mailto:kamilia@ce.its.ac.id)<sup>2</sup>

\*Penulis korespondensi: [rasjidaamaliabtari@gmail.com](mailto:rasjidaamaliabtari@gmail.com)<sup>1</sup>

**Abstract.** *Gununganyar Reservoir in Tuban Regency is one of the reservoirs used as a source of livelihood for the local community. However, further development and utilization of Gununganyar Reservoir have yet to be undertaken. The development of a small-scale floating Photovoltaic Solar Power Plant (floating solar panels) at Gununganyar Reservoir, aimed at providing an alternative and renewable energy source for operating raw water pumps and for supporting the Gununganyar Nature Tourism (WAG) initiative, constitutes an innovative and strategic effort to enhance energy efficiency and environmental sustainability in rural areas. This study focuses on the design and performance assessment of a floating solar panel system constructed with processed bamboo as an alternative floating material replacing HDPE, while integrating local wisdom and environmental conservation principles to minimize the reservoir's carbon footprint. The methodology employs a simple quantitative approach combined with a literature review of relevant studies. Based on the analysis, the design of this small-scale floating solar panel system utilizes a 170 Wp off-grid solar module mounted at a tilt angle of approximately 7,1°, capable of generating a peak power output exceeding 2,962 kWp and supported by a battery capacity of 328,33 Ah. The implementation of these floating solar panels is expected to serve as a model for reservoir development by promoting energy self-sufficiency, stimulating local economic growth, and contributing to the achievement of net zero emissions by 2060.*

**Keywords:** *Local Wisdom; Net Zero; Processed Bamboo; Renewable Energy; Solar Panels*

**Abstrak.** Embung Gununganyar di Kabupaten Tuban merupakan salah satu embung yang digunakan sebagai sumber kehidupan masyarakat setempat. Namun, belum ada pengembangan dan pemanfaatan Embung Gununganyar secara lebih lanjut. Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terapung atau panel surya apung berskala kecil di Embung Gununganyar yang bertujuan sebagai sumber energi alternatif dan terbarukan pada pengoperasian pompa sumber air baku dan pengembangan Wisata Alam Gununganyar (WAG) merupakan hal inovatif yang strategis dalam meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan di kawasan pedesaan. Studi ini berfokus pada perencanaan dan penilaian kinerja sistem panel surya apung berbasis bambu olahan sebagai material pengapung alternatif pengganti HDPE dengan memperhatikan aspek kearifan lokal dan kelestarian lingkungan dalam meminimalisir jejak karbon pada embung. Metode penulisan ini berbasis pendekatan kuantitatif dan studi literatur terkait. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, perancangan panel surya apung berskala kecil ini menggunakan modul surya *off-grid* 170 WP yang dipasang miring sekitar 7,1° dengan daya puncak yang mampu dihasilkan lebih dari 2,962 kWp dan dilengkapi kapasitas baterai sebesar 328,33 Ah. Pemanfaatan panel surya apung ini diharapkan dapat menjadi salah satu pengembangan embung dengan mendukung kemandirian energi, membawa kemajuan ekonomi lokal, serta salah satu gerakan kecil dalam upaya tercapainya *Net Zero Emissions* 2060.

**Kata kunci:** Bambu Olahan; Energi Terbarukan; Kearifan Lokal; Net Zero; Panel Surya

## 1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis dan berpotensi besar dalam pengembangan energi matahari. Hal ini didukung dengan letak geografisnya yang berada di garis khatulistiwa, sehingga intensitas penyinarannya tersedia sepanjang tahun. Kondisi iklim yang menguntungkan ini menjadikan energi matahari sebagai sumber daya yang layak untuk dioptimalkan dalam mendukung transisi menuju energi bersih.

Berdasarkan tujuh belas tujuan yang dinyatakan dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), salah satu yang ditargetkan dapat tercapai pada tahun 2030 adalah SDGs nomor 7, yaitu energi bersih dan terjangkau. Dalam hal ini, penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) dapat dilakukan untuk mendukung pencapaian tersebut. Salah satu bentuk EBT yang paling konkret adalah penggunaan energi matahari sebagai sumber energi alternatif (Kharisma, Pinandita, & Jayanti, 2024). Penargetan ini juga tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Selanjutnya, Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional yang merinci beberapa sumber energi terbarukan potensial yang dapat dimanfaatkan di Indonesia termasuk tenaga surya. Penggunaan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) ini direncanakan dapat mencapai target sebesar 23% pada tahun 2025 dan sebesar 31% pada tahun 2050.

Kecamatan Soko yang berada di Kabupaten Tuban memiliki 23 desa/kelurahan dengan keindahan alam dan kearifan lokal budaya masing-masing yang perlu dilakukan pengembangan. Salah satu keindahan alam yang perlu dikembangkan pada sektor wisata yaitu Embung Gununganyar yang berada di Desa Gununganyar, Kecamatan Soko. Pengembangan embung menjadi destinasi wisata ini sudah dikelola oleh pemerintahan setempat dengan sebutan Wisata Alam Gununganyar (WAG). WAG digunakan sebagai tempat penggelaran kegiatan lomba mancing, tempat berkemah, atau hanya sekedar menikmati keasrian disekitar (blokTuban.com, 2018). Namun, untuk pengembangan lebih lanjut belum ada sejauh ini.

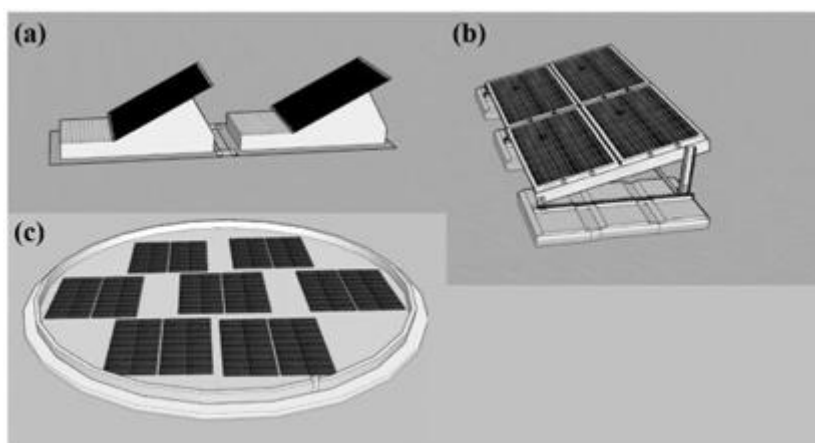
Pemanfaatan rekreasi sebagai destinasi wisata belum cukup dalam mengembangkan WAG di sektor pariwisata dan ekonomi lokal. Embung Gununganyar dapat dikembangkan sebagai lokasi instalasi PLTS terapung dengan nilai radiasi normal di Desa Gununganyar sebesar 3,872 kWh/m<sup>2</sup>/hari. PLTS terapung ini akan memanfaatkan permukaan air embung sebagai lokasi pengapungan. Hal ini dapat menghasilkan energi terbarukan sekaligus mempertahankan fungsi wisatanya. Pengembangan WAG dengan adanya penginstalan PLTS terapung di Embung Gungunganyar ini akan memberikan manfaat ganda berupa pasokan listrik untuk kebutuhan fasilitas lokal wisata, mengurangi evaporasi, serta peluang ekonomi baru terhadap warga lokal melalui peningkatan kunjungan tanpa melakukan pengorbanan nilai estetika dan kearifan lokal setempat.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **Panel Surya Terapung**

Transformasi yang terjadi pada sinar matahari menjadi energi listrik dilakukan dengan menggunakan modul surya atau *photovoltaic* (Hutajulu, Siregar, & Mendoza, dalam Cinantya,

Widiastuti, & Lumombo, 2024) dan digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Instalasi pada modul surya dapat dilakukan di atap, tanah, maupun terapung (Cinanya, Widiastuti, & Lumombo, 2024). Salah satu pengembangan dari PLTS yang saat ini berkembang di Indonesia adalah PLTS terapung. Semakin berkembangnya waktu, terdapat tiga tipe PLTS Terapung (Simamora & Krisnaldi, 2021) diantaranya : tipe pertama disebut *pure float* (Gambar 2a) di mana tipe ini merupakan tipe yang paling banyak digunakan dengan *solar module* menempel langsung pada pengapung. Tipe kedua disebut *modular rafts* (Gambar 2b) di mana *solar module* berada pada rangka yang terpisah dengan pengapung, sehingga memungkinkan komponen listrik diletakkan pada pengapung yang sama dengan *solar module*. Tipe ini merupakan tipe yang dipilih pada penelitian ini. Tipe ketiga disebut *membrane floats* (Gambar 2c), di mana modul surya ditempatkan di atas membran bertulang yang didukung oleh elemen tambahan seperti cincin tubular yang juga berfungsi mengapung.



**Gambar 1.** Tipe PLTS Terapung.

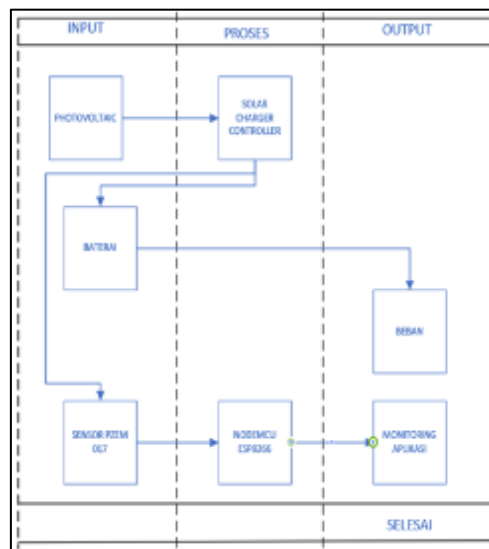
Sumber: (Simamora & Krisnaldi, 2021).

(K, Nadhiroh, S, S, & D, 2024) menyatakan bahwa suhu PLTS terapung rata-rata dapat mencapai 6% lebih rendah dibandingkan dengan PLTS darat serta daya keluaran yang dihasilkan lebih tinggi hingga 15% dibandingkan dengan PLTS darat. Hal ini diindikasikan bahwa pendinginan alami pada PLTS terapung lebih efektif dibandingkan dengan PLTS darat. Selain itu, pemasangan PLTS terapung dapat mengurangi pertumbuhan alga dan mengurangi laju evaporasi pada area genangan sehingga air akan lebih banyak terkonservasi dan mengurangi penguapan air ke udara bebas (Marupa, Moe, Mardjono, & Malindo, 2022).

### Cara Kerja Panel Surya Terapung

Berdasarkan hasil analisis oleh (K, Nadhiroh, S, S, & D, 2024) didapatkan diagram balok sebagai rincian alur kerja dari PLTS yang akan dirancang dengan tiga alur, diantaranya : *input* (masukan), proses, dan *output* (keluaran). Ilustrasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 merupakan diagram blok terkait cara kerja PLTS terapung. Alur tersebut dimulai dari *photovoltaic* yang akan bekerja sebagai input dari penangkapan cahaya matahari yang akan diproses menjadi energi listrik. Proses ini akan membuat *photovoltaic* mengalami listrik yang tidak stabil, sehingga pemasangan *Solar Charge Controller (SCC)* ini bertujuan untuk menstabilkan tegangan yang keluar dari *photovoltaic* agar lebih teratur. Listrik yang berhasil distabilkan oleh SCC akan diinputkan kedalam baterai sebagai tempat penyimpanan dengan mengisi daya hingga kapasitas baterai terpenuhi. Hasil dari baterai ini akan dialirkan ke beban-beban sesuai dengan kebutuhan penggunaannya. Pada sistem yang dirancang, dilakukan juga perancangan monitoring terkait pembacaan tegangan dengan pemasangan sensor PZEM-017 dan diinputkan kedalam ESP 32, sehingga hasil pembacaan tersebut dapat terbaca oleh web ataupun aplikasi yang digunakan secara *online* dan *realtime* (K, Nadhiroh, S, S, & D, 2024).



**Gambar 2.** Diagram Blok Alur Kerja PLTS Terapung.

Sumber : (K, Nadhiroh, S, S, & D, 2024).

### Analisis Energi yang Dihasilkan

Analisis ini dimulai dengan melakukan analisis harian kebutuhan energi pada area yang akan dilakukan penginstalan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari PLTS terapung Off-Grid yang tergantung pada lokasi geografis, nilai radiasi matahari, maupun jenis modul PV yang digunakan menggunakan perhitungan teoritis serta didukung dengan hasil dari simulasi perangkat lunak PVSyst (Sakti, Rahman, & Santoso, 2024).

### Analisis Elektrikal

Analisis elektrikal pada perencanaan PLTS dilakukan berdasarkan beberapa parameter utama yang mengacu pada Sakti, Rahman, dan Santoso (2024), meliputi perhitungan daya puncak modul surya untuk menentukan kebutuhan energi harian pada kondisi penyinaran

optimal, penentuan luas area efektif pemasangan panel surya terapung dengan mempertimbangkan efisiensi konversi energi, serta penentuan jumlah modul surya berdasarkan daya puncak dan spesifikasi pabrikan dengan penambahan cadangan sebesar 20% untuk mengantisipasi penurunan produksi akibat kondisi cuaca. Selain itu, dilakukan analisis kebutuhan energi baterai pada sistem PLTS *off-grid* agar mampu memenuhi beban harian saat intensitas penyinaran rendah, penentuan arus pada *solar charge controller* (SCC) untuk mengatur aliran arus dari panel ke baterai, serta penentuan kapasitas inverter sebagai pengubah tegangan DC menjadi AC sesuai total kebutuhan beban. Aspek proteksi sistem turut dianalisis melalui penentuan arus DC *fuse* dan *miniature circuit breaker* (MCB) sebagai pengaman terhadap arus lebih dan hubung singkat, serta penentuan spesifikasi kabel solar DC yang digunakan untuk menyalurkan arus searah dari panel surya menuju inverter berdasarkan rating arus proteksi yang diperoleh.

**Tabel 1.** Tabel Kabel EN 50618.

Penampang (mm <sup>2</sup> )	Diameter (mm)	Berat (kg/km)	Open Air (A)	Surface (A)	Adjoining (A)
2.5	4.8	42	41	39	33
4	5.3	57	55	52	44
6	5.9	76	70	67	57
10	7	120	98	93	79
16	8.2	179	132	125	107
25	10.8	294	176	167	142
35	11.9	390	218	207	176

Sumber : (Sakti, Rahman, & Santoso, 2024).

Kabel AC harus memenuhi SNI 0225 (PUIL) dan amandemennya. Luas penampang ditentukan dari arus kerja dengan KHA diambil 125% dari arus yang lewat kabel. Perhitungan arus mengikuti rating proteksi menurut persamaan (10); setelah rating diperoleh, gunakan spesifikasi kabel yang sesuai.

Tabel 7.3-4a KHA terus menerus untuk kabel tanah inti tunggal, berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem a.s. dengan voltase kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah 2-inti, 3-inti dan 4-inti berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem a.b. trifase dengan voltase pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu ambien 30 °C.

Jenis kabel	Luas penampang g  mm <sup>2</sup>	KHA terus menerus					
		Inti tunggal		2-inti		3-inti dan 4-inti	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
		A	A	A	A	A	A
1	2	3	4	5	6	7	8
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43
NY	10	122	79	92	66	75	60
NYBY	16	160	105	121	89	98	80
NYFGBY							
NYRSGY	26	206	140	163	118	128	106
NYCY	35	249	174	187	145	157	131
NYCWY	50	296	212	222	176	185	159
NYBY							
NYCEY	70	365	269	272	224	228	202
NYSEY	95	438	321	328	271	275	244
NYHGY	120	499	366	375	314	313	280
NYKY							
NYKBY	150	561	442	419	361	353	324
NYKFGY	185	637	511	475	412	399	371
NYKRGY	240	743	612	560	484	464	436
	300	843	707	525	500	524	481
	400	995	829	605	710	600	560
	500	1125	990	-	-	-	-

CATATAN: KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi konduktansi dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Gambar 2. Tabel Kabel AC SNI 0225.

Sumber : (SNI 0225:2011, 2011).

### Material Bambu sebagai Pengapung

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Hendarti, 2023), bambu memiliki sifat fisik dan mekanik yang memadai untuk dijadikan struktur PV terapung menggantikan material HDPE. Selain karena akan lebih mudah didapat dibanding dengan material konvensional dan menjaga kearifan lokal, analisis yang dilakukan pada rumah lanting menunjukkan bahwa sistem bambu tradisional dapat diadaptasi menjadi pondasi terapung yang stabil. Dengan melakukan perencanaan dan desain yang tepat, bambu dapat menjadi alternatif ramah lingkungan, terjangkau, dan mendukung tujuan “Affordable and Clean Energy” dengan menawarkan berkelanjutan, murah, dan berbasis kearifan lokal.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang dipadukan dengan studi literatur untuk mendukung perencanaan teknis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terapung. Lokasi penelitian berada di Embung Gununganyar, Desa Gununganyar, Kecamatan Soko, Kabupaten Tuban, dengan waktu penelitian mengacu pada tahun penyusunan 2025. Data dan variabel penelitian meliputi iradiasi matahari, kecepatan dan arah angin, serta elevasi wilayah. Instrumen penelitian berupa perangkat lunak pemodelan dan analisis teknis. Data dikumpulkan melalui sumber sekunder, yaitu Global Solar Atlas, European Centre for

Medium-Range Weather Forecasts, dan DEMNAS. Teknik analisis data dilakukan secara kuantitatif melalui pemodelan numerik untuk menilai potensi energi surya dan kelayakan perencanaan PLTS terapung di Embung Gununganyar.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Penentuan Lokasi Modul Surya Terapung

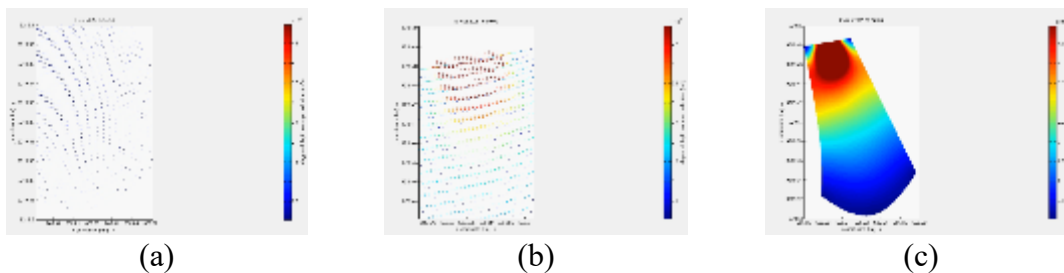
##### *Nilai Irradiasi Matahari*



**Gambar 4.** Radiasi Matahari di Desa Gununganyar.  
Sumber : (Global Solar Atlas, 2025).

Data iradiasi matahari merupakan data yang menunjukkan seberapa banyak radiasi matahari masuk pada permukaan per satuan luas yang diterima oleh permukaan wilayah di mana dalam periode tertentu (Hexana Semesta, 2022). Berdasarkan Gambar 3.2, nilai iradiasi Desa Gununganyar diperoleh melalui Global Solar Atlas dengan nilai *Direct Normal Irridiation* (DNI) sebesar 3,872 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Untuk melihat parameter lain yang berada pada Global Solar Atlas.

##### Analisis Arus Pada Embung Gununganyar



**Gambar 5.** (a) Pola Arus di Embung Gununganyar Area Hilir; (b) Pola Arus di Embung Gununganyar Area Hulu; (c) Pola Arus di Embung Gununganyar.

Sumber : (Delft 3D, 2025).

Gambar 5 merupakan ilustrasi pola arus pada Embung Gununganyar yang dimodelkan menggunakan Delft 3D. Berdasarkan gambar tersebut, kecepatan arus yang ada pada Embung Gununganyar masih dalam kategori aman. Hal ini dapat dilihat bahwa arus yang paling besar ditandai dengan warna merah dan terjadi pada daerah hulu dengan nilai kecepatan arus 0,0045 m/s dan daerah hilir menunjukkan angka 0,0005 m/s yang diketahui sebagai kondisi arus yang

paling tenang. Namun, untuk penempatan panel surya apung dapat dilakukan didaerah tengah-tengah embung dengan angka kecepatan arus berkisar antara 0,002 m/s hingga 0,001 m/s dan areanya tidak tertutup dengan daun pepohonan.

### **Analisis Elektrikal**

#### ***Kebutuhan Energi Harian***

Kebutuhan energi harian didapatkan dari akumulasi total daya listrik per hari watt yang dipengaruhi oleh jenis beban, waktu menyala, dan daya listriknya. Kebutuhan energi harian pada perencanaan panel surya apung ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Kebutuhan Energi Harian Perencanaan PLTS Apung sebagai AWG.

Item Beban	Jumlah	Waktu Menyala (jam)	Daya Listrik (watt)	Total Daya Listrik secara bersamaan (Peak watt)	Total Daya Listrik (per hari watt)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [2]x[4]	[6] = [3]x[5]
charger hp	5	3	45	225	675
pompa untuk sprinkler	1	1	250	250	250
soundsystem	2	1	1000	2000	2000
Lampu taman	29	12	30	870	10440
Charger Sepeda Listrik	3	8	200	600	4800
<b>Total</b>			<b>1525</b>	<b>3945</b>	<b>18165</b>

*Sumber : (Dokumen Penyusun, 2025).*

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa angka sebagai acuan dalam perencanaan ini yakni angka kebutuhan energi harian rencana sebesar 18.165 W/hari. Selanjutnya, dapat dilakukan perhitungan komponen PLTS lainnya menggunakan persamaan-persamaan yang ada.

#### ***Komponen PLTS***

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, maka didapatkan hasil dari komponen-komponen yang ada. Berikut merupakan Tabel 3 yang menyajikan nilai dari hasil perhitungan pada komponen PLTS tersebut.

**Tabel 3.** Komponen Perencanaan PLTS Pada AWG.

Komponen PLTS	Hasil Perhitungan	Satuan
[1]	[2]	[3]
Total Kebutuhan Energi Harian (kWh)	18.165	Kwh
Daya puncak modul surya	2.965	Kwp
Luas area efektif Panel Surya	32.942	m <sup>2</sup>
Jumlah Modul + Cadangan	170	wp/modul
Kapasitas Baterai	22	modul
I Solar Charge Controller	328.333	Ah
Inverter watt (VA)	97.396	A
Rating Arus DC Fuse	4931.250	Watt
Rating MCB AC	97.396	A
	88.851	A

Sumber : (Dokumen Penyusun, 2025).

### Perancangan Berdasarkan PVSyst

Selain melakukan analisis perhitungan secara manual, dalam perencanaan juga dilakukan analisis dengan menggunakan *software*. Dalam hal ini, dilakukan analisis dengan menggunakan PVSyst yang bertujuan dalam merancang sistem serta memberikan ilustrasi terkait penilaian performa sistem PLTS yang dapat membantu dalam pembuatan laporan hasil simulasi. Berikut merupakan hasil dari perancangan menggunakan PVSyst V8.0.16.

The screenshot displays the PVSyst V8.0.16 interface for a project titled 'Project PLTS CT KAMLIA'. It includes a 'Project summary' section with details like location (Lubuklinggau), area (2587.01 m<sup>2</sup>), and project settings (0.20). The 'System summary' section describes a 'Stand alone system with batteries' with a PV array of 22 units and a battery bank of 508 Ah. The 'Results summary' section shows a solar fraction of 81.49% and a specific energy production of 1.447 kWh/kWp/year.

Project summary			
Location	Lubuklinggau	Area	2587.01
Project settings	0.20		

System summary			
System type	Stand alone system with batteries		
PV array	22 units	Battery bank	508 Ah
System information			

Results summary			
Useful energy from solar	5410 kWh/year	Specific energy	1.447 kWh/kWp/year
Energy lost	1228.9 kWh/year	System efficiency	81.49%

**Gambar 6.** Hasil Perancangan PLTS Menggunakan PVSyst V8.0.16.

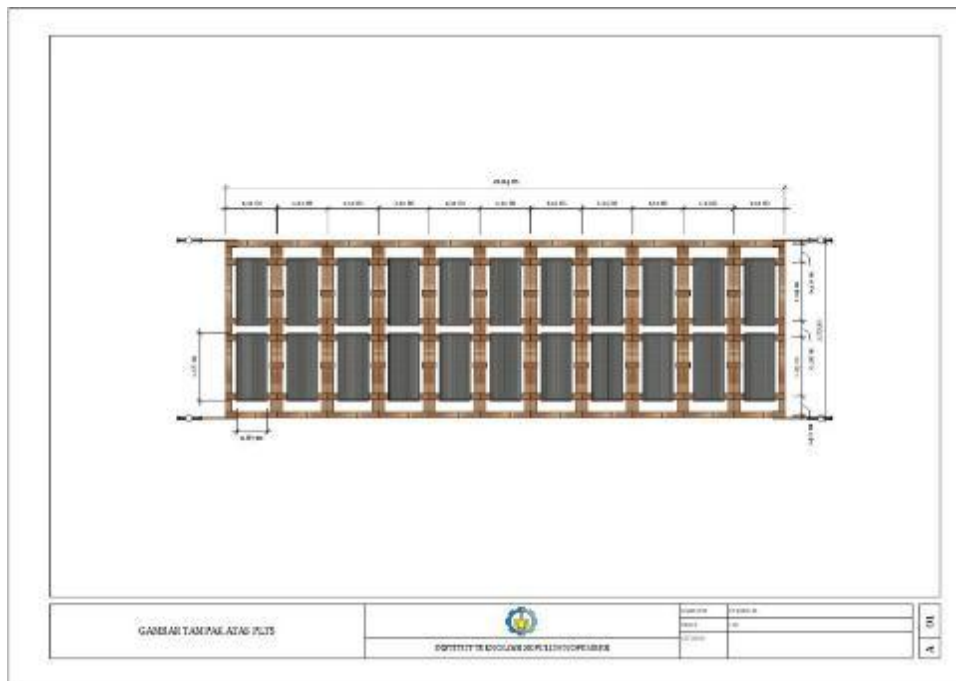
Sumber : (PVSyst V8.0.16, 2025).

Berdasarkan hasil analisis yang tertera pada Gambar 6, terlihat bahwa dengan penggunaan modul surya sebanyak 22 unit, maka didapatkan penggunaan energi yang berguna dari matahari sebesar 5.410 kWh/tahun, produksi spesifik yaitu sebesar 1.447 kWh/kWp/tahun, energi yang akan hilang sebesar 1.228,9 kWh/tahun, dan nilai *Solar Fraction* diangka 81,49%.

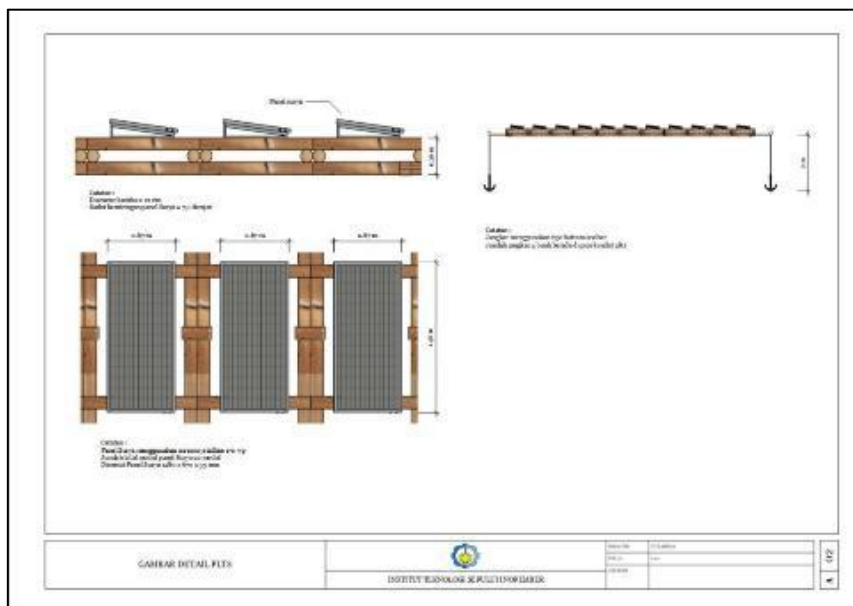
Hal ini menunjukkan bahwa secara kemandirian fungsi, PLTS yang direncanakan mampu untuk mengoperasionalkan tanpa terhubung dengan jaringan listrik PLN.

### Design Perencanaan

Berdasarkan hasil analisis terkait perencanaan penempatan modul surya terapung dan analisis terkait komponennya, maka dapat dilakukan pendesainan terhadap PLTS sendiri. Berikut merupakan gambar tampak atas dari perencanaan yang dilakukan.

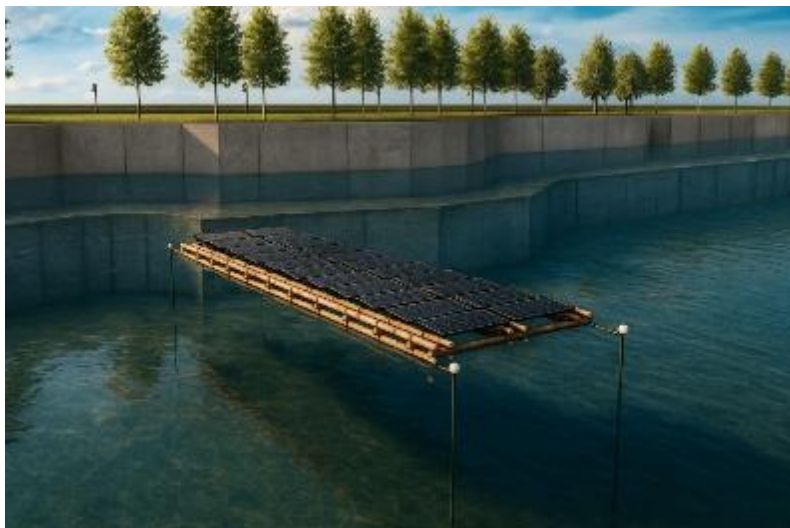


**Gambar 7.** Tampak Atas PLTS Terapung Pada Embung Gununganyar.  
*Sumber : (Dokumen Pribadi, 2025).*



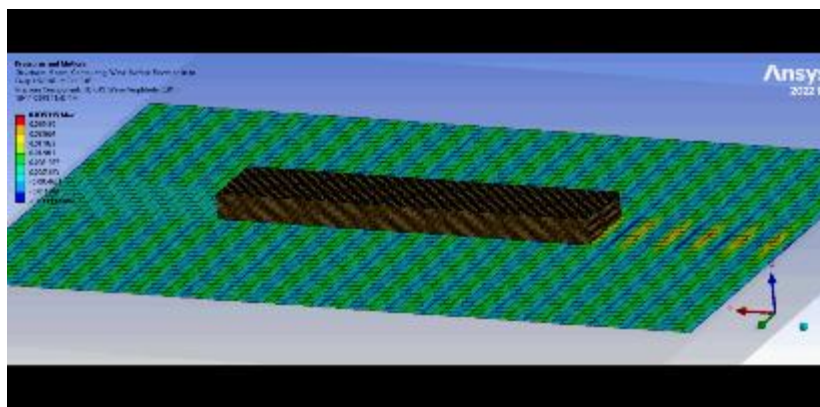
**Gambar 8.** Tampak Samping PLTS Terapung Pada Embung Gununganyar.  
*Sumber : (Dokumen Pribadi, 2025).*

Gambar 7 merupakan ilustrasi dari tampak atas PLTS Terapung yang akan diterapkan pada Embung Gununganyar. Penerapan ini direncanakan dengan modul surya 0,67 m x 1,48 m sebanyak 22 unit dengan menggunakan 4 jangkar sebagai pemberatnya. Kemiringan yang digunakan pada panel ini sekitar  $7,1^\circ$  dan diletakkan pada area tengah embung. Berikut merupakan gambar 3D dari desain perencanaan.



**Gambar 9.** Ilustrasi Perencanaan PLTS Terapung Pada 3D.  
 Sumber : (Dokumentasi Pribadi, 2025).

### Pemodelan Stabilitas Instalasi PLTS Terapung Pada Embung Gununganyar



**Gambar 10.** Hasil Pemodelan Stabilitas Instalasi PLTS Terapung Pada Embung Gununganyar.  
 Sumber : (Ansys, 2025).

Berdasarkan pemodelan menggunakan ANSYS, dapat dilihat bahwa stabilitas instalasi PLTS Terapung pada Embung Gununganyar terlihat stabil. Hal ini ditunjukkan oleh sedikitnya warna merah pada pemodelan, di mana warna merah menunjukkan besarnya gelombang pada Embung Gununganyar. Sehingga, perencanaan instalasi dianggap aman dari gelombang besar.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis, perhitungan, dan perencanaan yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan dalam implementasi instalasi PLTS Terapung pada skala kecil di Embung Gununganyar untuk mewujudkan daerah dengan pengembangan wisata berkelanjutan dan peningkatan ekonomi lokal.

Sesuai dengan hasil perencanaan, maka instalasi PLTS Terapung pada skala kecil menggunakan bambu sebagai pengapung di Embung Gununganyar dapat dilakukan. Hal ini disebabkan oleh nilai iradiasi pada Desa Gununganyar, Kecamatan Soko sebesar 3,872 kWh/m<sup>2</sup>/hari yang artinya mampu untuk dilakukan pemasangan modul surya. Luas area pemasangan PLTS sebesar 32,942 m<sup>2</sup> dengan modul surya yang akan digunakan sebanyak 22 unit dan kapasitas baterai sebesar 328,333 Ah. Sesuai dengan perancangan menggunakan PVsyst, hal ini mendapatkan angka 81,49% yang artinya berdirinya PLTS terapung ini sudah dalam kategori cukup mandiri. Selain itu, hasil pemodelan menggunakan Ansys, didapatkan bahwa pemasangan PLTS pada Embung Gununganyar dalam keadaan cukup tenang dan tergolong aman.

Dampak pemasangan dari PLTS terapung pada Embung Gununganyar ini mampu menjadikan salah satu ide pengembangan Wisata Alam Gununganyar (WAG) secara berkelanjutan serta dapat meningkatkan ekonomi lokal. Hal ini terlihat bahwa pengembangan ini akan cukup unik karena selain melakukan perencanaan taman sekitar embung, pemasangan PLTS Terapung dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan lain dengan instalasi berskala kecil.

## DAFTAR REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 0225:2011 Persyaratan umum instalasi listrik 2011*. BSN
- Bloktuban.com. (2018, February 28). *WAG terus dikembangkan*. Blok Tuban. <https://bloktuban.com/2018/02/28/wag-terus-dikembangkan-13765.html>
- Cinanya, P., Widiastuti, H., & Lumombo, L. (2024). Studi kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya terapung pada waduk sumber air minum di Batam. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia (JPPI)*, 65–70. <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.21723>
- Hexana Semesta. (2022). *Apa itu iradiasi, bagaimana mengukurnya dan untuk apa?* PT Hexana Semesta. <https://www.hexana.co.id/post/apa-itu-iradiasi-bagaimana-mengukurnya-dan-untuk-apa>
- Jordan, D. C., & Kurtz, S. R. (2013). Photovoltaic degradation rates—An analytical review. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 21(1), 12–29.

- K, A. B., Nadhiroh, N., S, G. S., S, R. H., & D, M. C. (2024). Analisis daya luaran prototipe pembangkit listrik tenaga surya terapung. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro* (Vol. 10, pp. 215–221).
- Kharisma, A., Pinandita, S., & Jayanti, A. E. (2024). Literature review: Kajian potensi energi surya alternatif. *JEET: Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, 5(2), 146–154. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.23956>
- Marupa, I., Moe, I. R., Mardjono, A., & Malindo, D. (2022). PLTS terapung: Review pembangunan dan simulasi numerik untuk rekomendasi penempatan panel surya di Waduk Cirata. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 13(1), 48–62. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.01.05>
- Rosa-Clot, M., & Tina, G. M. (2018). *Submerged and floating photovoltaic systems: Modelling, design and case studies*. Academic Press.
- Sahu, A., Yadav, N., & Sudhakar, K. (2016). Floating photovoltaic power plant: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 815–824.
- Sakti, B. A., Rahman, H., & Santoso, B. (2024). Analisa komponen dan kelistrikan sistem PLTS off-grid untuk operasi pertanian rumah kaca lobadaun. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (pp. 1717–1725).
- Simamora, P. K., & Krisnaldi. (2021). Perancangan awal sistem mooring untuk PLTS terapung berkapasitas 1 MWp di Waduk Jatigede, Jawa Barat. *Teknik Lepas Pantai*, 1–18.
- Skoplaki, E., & Palyvos, J. A. (2009). On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations. *Solar Energy*, 83(5), 614–624.
- Trapani, K., & Millar, D. L. (2013). The potential of floating photovoltaic systems. *Energy Procedia*, 46, 239–248.