

PERANCANGAN PLTS UNTUK PERAHU NELAYAN TRADISIONAL SEBAGAI PENGGANTI GENSET

I Putu Indra Saputra¹, I Nyoman Satya Kumara², Cok Gede Indra Partha³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email : inasa08@gmail.com¹, satya.kumara@unud.ac.id², cokindra@ee.unud.ac.id³

Abstract

Traditional fishermen catch fish at night using a small boat. They use halogen floodlights that supplied by a small generator to attract fish's attention. The fishermen face problems such as expensive oil prices, scarcity of oil, generator's vibration and noise that scare the fish, inefficient halogen floodlights, and the use of petrol generator causes air pollution and carbon dioxide emissions. The solution is to replace the generator set by the photovoltaic plant. The photovoltaic system consists of 2x80 Wp solar modules arranged in series, 10 A charger controller and 2x70 Ah batteries to supply 4x30 W LED floodlights. This system can supply the energy needs of 174,52 kWh/year out of 175,2 kWh/year, so 99,6% of energy needs. The initial investment of this photovoltaic system is 10.639.500 rupiah, with 63.291.569 kg / Year carbon dioxide emissions reduction.

Keywords: Renewable Energy, Photovoltaic, Fishing Boats, Carbon Dioxide Emissions

Abstrak

Nelayan tradisional adalah nelayan yang menangkap ikan pada malam hari, menggunakan perahu kecil. Nelayan menggunakan lampu sorot halogen yang dicatu dengan genset kecil, untuk menarik perhatian ikan. Kendala yang dihadapi nelayan yaitu harga minyak yang semakin mahal, kelangkaan minyak, getaran dan suara berisik dari genset yang membuat ikan takut mendekat, konsumsi energi yang tinggi dari lampu sorot halogen, serta polusi udara dan emisi karbondioksida dari penggunaan genset. Solusi yang ditawarkan yaitu mengganti genset dengan PLTS. PLTS yang dirancang yaitu, 2x80 Wp modul surya dirangkai seri, 10 A charger controller dan 2x70 Ah baterai dirangkai seri untuk menyuplai 4x30 W lampu sorot LED. PLTS ini mampu memenuhi kebutuhan energi sebesar 174,52 kWh/tahun, dari 175,2 kWh/tahun, jadi sebanyak 99,6 % kebutuhan energi telah mampu disuplai. Investasi awal sistem PLTS ini yaitu 10.639.500 rupiah, dengan pengurangan emisi karbondioksida sebesar 63.291.569 kg/Tahun.

Kata kunci : Energi Terbarukan, PLTS, Perahu Nelayan, Emisi Karbondioksida

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena wilayahnya yang terbentang melintasi garis khatulistiwa, dengan besar penyinaran 4,80 kWh/m²/hari [1]. Indonesia memiliki potensi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebesar 207,8 GWp, namun baru dimanfaatkan sebesar 0,092 GWp [2].

Perkembangan PLTS saat ini sudah cukup pesat karena beberapa keunggulan PLTS diantaranya, sumber energinya tersedia dalam jumlah yang berlimpah, PLTS ramah lingkungan, tidak bising, serta perangkat PLTS sudah banyak tersedia di pasar dengan beragam pilihan daya, harga dan kualitas [1], [3]. Di Provinsi Bali, PLTS sudah diterapkan untuk berbagai keperluan [4], [5], [6], [7].

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi sumber daya kelautan yang melimpah [8], namun nelayan Indonesia sebagian besar masih hidup dalam garis kemiskinan [9]. Kriteria miskin tersebut diperlihatkan dari rendahnya pendapatan nelayan yang disebabkan oleh hasil tangkapan nelayan yang termasuk sedikit dan terus mengalami penurunan sejak tahun 2014 [10]. Hasil tangkapan yang sedikit ini salah satunya disebabkan oleh harga bahan bakar minyak (BBM) yang semakin mahal [11] dan kelangkaan BBM [12], karena nelayan menggunakan BBM untuk menyuplai mesin tempel dan generator set (genset). Masalah BBM tersebut berimbas pada harga ikan yang menjadi relatif mahal karena biaya untuk menangkap ikan bertambah.

Nelayan laut di Provinsi Bali berjumlah 29.207 orang [13]. Mereka menangkap ikan menggunakan perahu tradisional yang dinamakan *jukung*. Mesin tempel yang dipakai, menggunakan BBM sebagai sumber tenaganya. Nelayan menangkap ikan pada malam hari, sehingga mereka juga membawa lampu sorot halogen pengumpul ikan yang disuplai menggunakan genset. Lampu ini juga difungsikan sebagai lampu penerangan pada malam hari.

Permasalahan yang dihadapi yaitu borosnya energi yang dikonsumsi lampu sorot, genset yang menimbulkan getaran, harga minyak yang semakin mahal, dan pengoperasian genset yang menghasilkan polusi. Perancangan PLTS untuk perahu nelayan tradisional akan dilakukan pada penelitian ini, sehingga manfaat dari penerapannya dikemudian hari, diharapkan dapat menghemat biaya pengeluaran nelayan untuk membeli BBM, serta masalah-masalah seperti yang dipaparkan diatas, dapat teratasi.

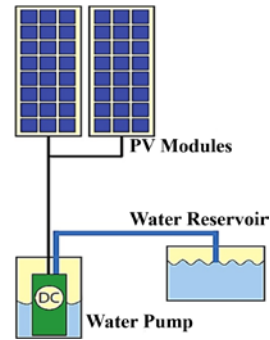
2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

PLTS adalah pembangkit yang mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada modul surya yang terdiri dari sel-sel fotovoltaik. Komponen PLTS terdiri dari modul surya, *charger controller* dan baterai. Modul surya adalah rangkaian dari sel-sel surya yang dihubungkan secara seri atau paralel kemudian dilaminasi dan diberi *frame*.

Charger Controller adalah komponen yang berfungsi sebagai pengatur arus listrik, yaitu mengendalikan arus antara baterai, susunan modul surya dan beban serta untuk memastikan bahwa parameter listrik yang ada pada baterai sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh produsen baterai [14].

Baterai adalah alat yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Energi listrik tersimpan pada baterai dalam bentuk energi kimia. Contoh umum untuk baterai isi ulang adalah *lead acid* atau baterai *lithium ion*. Satuan kapasitas baterai adalah *ampere hour (Ah)*. Hari otomoni (*days of otonomy*) dan *depth of discharge (DoD)* merupakan 2 hal yang perlu diperhatikan saat menentukan kapasitas baterai PLTS. *Days of otonomy* merupakan jumlah hari penyimpanan yang diperlukan dan DoD merupakan batas pengosongan dari baterai dalam satuan persen.

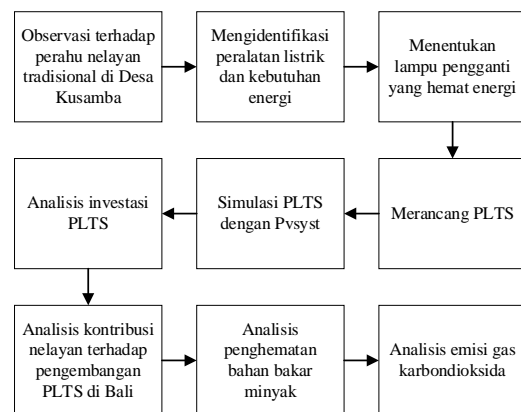
PLTS *off-grid* merupakan sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan listrik, dan biasanya diaplikasikan di daerah-daerah terpencil. Sistem *off-grid* bekerja dengan cara yaitu panel surya menghasilkan listrik, energi tersimpan dalam baterai dan kemudian digunakan sesuai kebutuhan. Secara umum, sistem PLTS *off-grid* merupakan sistem yang relatif kecil, biasanya dengan pembangkitan daya puncak dibawah 1 kilowatt [15]. Gambar 1 merupakan contoh sistem PLTS *off-grid*.



Gambar 1. PLTS DC Tanpa Baterai [14]

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Kusamba, Klungkung, Bali. Sistem PLTS dirancang melalui beberapa tahapan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skematik Alur Penelitian

3.1 Kebutuhan Energi Listrik

Energi yang dibutuhkan oleh 1 alat, dicari dengan mengalikan daya dari peralatan (*P*) dengan berapa lama alat tersebut dipakai (*t*) [16].

$$E = P \times t \tag{1}$$

Kebutuhan pengisian energi harian (*Ah*) dapat ditentukan dengan, membagi kebutuhan energi (*Wh*) dengan tingkat tegangan (*V*) [16].

3.2 Insolasi dan Modul Surya

Faktor-faktor yang diperhatikan untuk menentukan kapasitas modul surya ($P_{modul\ surya}$) yaitu, kebutuhan energi (E_T), insolasi dan faktor penyesuaian [17].

$$P_{modul\ surya} = \frac{E_T}{insolasi\ matahari} \times 1,1 \quad (2)$$

Arus pengisian ditentukan dengan membagi kebutuhan pengisian harian (Ah) dengan insolasi matahari ($hours$) [16].

3.3 Menentukan Kapasitas Baterai

Kebutuhan energi baterai dicari dengan membagi kebutuhan energi (E) dalam satuan Wh dengan tingkat tegangan (V_s) [17].

$$Ah_{batt} = \frac{E}{V_s} \quad (3)$$

Kapasitas baterai (C_b) merupakan hasil perkalian antara kebutuhan energi baterai (Ah_{batt}) dengan hari otonomi (d) dan dibagi dengan DoD [16].

$$C_b = \frac{Ah_{batt} \times d}{DOD} \quad (4)$$

3.4 Kapasitas Charger Controller

Charger controller harus mampu menangani arus hubung singkat array surya dan arus beban. Arus hubung singkat array surya dihitung dengan mengalikan arus hubung singkat modul surya (I_{SC_STC}), jumlah modul surya terangkai parallel (N_p) dan faktor keamanan 1,25 [16].

$$I_{controller_rating} = 1.25 \times I_{SC_STC} \times N_p \quad (5)$$

Arus beban maksimum dihitung dari jumlah daya peralatan (P_{tot}) dibagi dengan tingkat tegangan (V) dan dikalikan dengan faktor keamanan 1,25 [16]:

$$I_{controller_rating} = \frac{P_{tot}}{V} \times 1.25 \quad (6)$$

3.5 Menghitung emisi gas karbondioksida

Emisi gas rumah kaca dari kegiatan yang bisa dikendalikan penuh, dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [18]:

$$Emisi\ GRK = Konsumsi\ Energi \times Faktor\ Emisi \quad (7)$$

Satuan Emisi GRK yaitu $kg/tahun$, konsumsi energi yaitu $TJ/tahun$, dan faktor emisi yaitu kg/TJ . Konsumsi energi umumnya tersedia dalam satuan fisik, sehingga harus

dikonversi dahulu ke dalam satuan Terra Joule (TJ) dengan mengalikan konsumsi energi dalam satuan fisik dengan nilai kalornya [18].

$$Konsumsi\ Energi\ (TJ) = Energi\ (fisik) \times Nilai\ Kalor \quad (8)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perahu nelayan tradisional

Nelayan Tradisional di Bali menangkap ikan dengan menggunakan *jukung*, yaitu sebuah perahu yang berbahan dasar kayu dengan dengan 2 buah bambu penyeimbang. Gambar 3 merupakan foto *jukung* disertai dengan nama bagian-bagiannya.

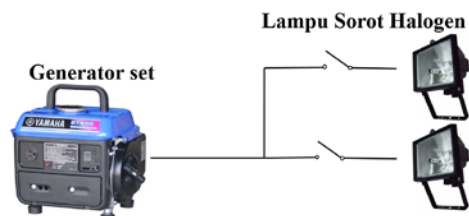


Gambar 3. *Jukung* dan Bagian-Bagiannya

Informasi pada penelitian ini didapatkan melalui hasil wawancara dengan nelayan di Desa Kusamba, Kabupaten Klungkung, Bali. Nelayan menangkap ikan 15 kali dalam 1 bulan, atau bisa dikatakan setiap 2 hari sekali. Perahu ini dipakai pada malam hari mulai pukul 18.00 sampai pukul 06.00 dan digerakkan menggunakan mesin tempel berkapasitas 15 PK. Mesin ini menghabiskan 10 liter bensin jenis premium untuk sekali menangkap ikan.

4.2 Sistem Kelistrikan Perahu Tradisional

Nelayan menangkap ikan pada malam hari, sehingga mereka membawa lampu sorot dan genset. Lampu sorot berfungsi sebagai lampu penarik perhatian ikan, sekaligus lampu penerangan dan lampu navigasi. Genset berfungsi sebagai catu daya lampu tersebut. Blok diagramnya ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Blok Diagram Genset dengan Lampu Sorot Halogen

Genset yang dipakai yaitu Yamaha-ET950 [19], dengan konsumsi BBM 5 liter untuk sekali menangkap ikan. Lampu sorot halogen digunakan untuk menarik perhatian ikan. Nelayan menggunakan 2 buah lampu sorot [20], [21], dengan daya total 450 W. Lampu tersebut dioperasikan selama 8 jam, sehingga konsumsi energinya dapat ditentukan, dan ditunjukkan pada Tabel 1.

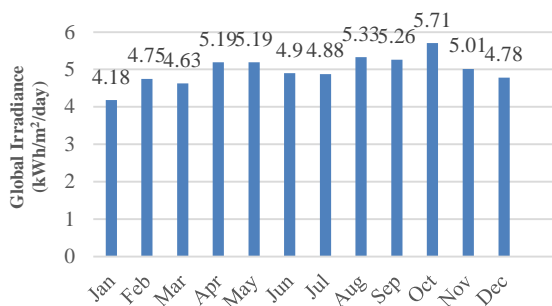
Tabel 1. Konsumsi Energi Lampu Sorot

Parameter	Nilai		Total
	Lampu Sorot Halogen		
Nama Peralatan	Lampu Sorot Halogen		
Daya (W)	300	150	450
Jumlah	1	1	2
Output Cahaya (lumen)	5.110	2.400	7.510
Lama Waktu Operasi (h)	8		8
Konsumsi Energi (Wh)	2.400	1.200	3.600

Output cahaya dari kedua lampu tersebut yaitu 7.510 lumens, dengan konsumsi energi 3.600 Wh.

4.3 Potensi energi matahari di Desa Kusamba

Data potensi energi matahari diambil dari software PVsyst. Gambar 5 menunjukkan data iradiasi matahari di Desa Kusamba, dengan iradiasi rata-rata 4,98 kWh/m²/hari. Nilai insolasi yang digunakan yaitu 4,98 kWh/m²/hari agar kapasitas modul surya tidak terlalu besar tetapi masih mampu menyuplai sebagian besar penggunaan selama setahun.



Gambar 5. Iradiasi Matahari di Desa Kusamba

4.4 Perancangan PLTS

4.4.1 Menghitung kebutuhan energi

Lampu yang dipilih yaitu lampu sorot LED Zeneo 30 W [22]. Empat buah lampu akan digunakan agar output cahayanya lebih tinggi daripada lampu halogen sebelumnya. Jadi, total daya lampu LED ini adalah 120 W.

Energi yang dikonsumsi 1 lampu sorot, dicari dengan mengalikan daya 30 W dengan 8 jam penggunaan, sehingga didapatkan hasil

240 Wh. Jadi total konsumsi energi untuk 4 buah lampu yaitu 960 Wh.

4.4.2 Pemilihan tingkat tegangan

Lampu LED yang dipilih, beroperasi pada tegangan 10 V sampai 30 V. Tingkat tegangan yang dipilih pada penelitian ini yaitu 24 V dengan pertimbangan mengurangi arus pengisian harian dan arus beban, sehingga mengurangi rugi-rugi daya dan dapat digunakan penghantar yang lebih kecil.

4.4.3 Pemilihan modul surya

a. Pengisian energi harian

Energi yang harus disuplai PLTS yaitu sebesar 960 Wh. Kebutuhan pengisian ditentukan dengan cara membagi kebutuhan energi 960 Wh dengan tingkat tegangan 24 V. Tabel 2 menunjukkan kebutuhan pengisian harian dari sistem PLTS.

Tabel 2. Kebutuhan Pengisian Energi Harian

Kebutuhan Energi (Wh)	Tingkat Tegangan (V)	Kebutuhan Pengisian Energi (Ah)	Kebutuhan Pengisian Energi Harian (Ah)
960	24	40	20

b. Kebutuhan arus pengisian

Arus pengisian ditentukan dengan membagi kebutuhan pengisian energi harian yaitu 20 Ah dengan insolasi matahari 4,98 h, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Arus Pengisian Arai Surya

Tingkat Tegangan (V)	Kebutuhan Pengisian Energi Harian (Ah)	Insolasi Matahari (h)	Arus Pengisian (charging) (A)
24	20	4,98	4,02

c. Kebutuhan daya modul surya

Energi 960 Wh tersebut disuplai dalam waktu 2 hari, sehingga energi yang harus disuplai dalam 1 hari yaitu 480 Wh. Kebutuhan daya modul surya dihitung berdasarkan persamaan (2), dengan hasil yaitu 106,024 Wp atau dibulatkan menjadi 110 Wp.

d. Pemilihan modul surya

Modul surya yang dipilih yaitu 2 buah modul surya produksi Sunworth Solar model SW080P, dengan total daya 160 Wp, dan arus pengisian 4,42 A [23].

4.4.4 Pemilihan baterai

a. Menghitung kebutuhan energi
 Kebutuhan energi baterai (Ah_{batt}) dihitung dengan membagi kebutuhan energi 960 Wh dengan tingkat tegangan 24 V , sehingga didapatkan kebutuhan energi 40 Ah .

b. Menghitung kapasitas
 Kapasitas baterai ditentukan dengan memperhatikan DoD dan hari otonomi. Nilai DoD yang dihitung yaitu dari 10% sampai 80% dengan 1 hari sampai 3 hari otonomi. Hasil perhitungannya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kapasitas Baterai berdasarkan Variasi DoD dan Hari Otonomi

Kapasitas Baterai untuk Kebutuhan Energi 40 Ah		Hari Otonomi			
		1	2	3	
Depth of Discharge	10%	Ah	400	800	1200
	20%	Ah	200	400	600
	30%	Ah	133	267	400
	40%	Ah	100	200	300
	50%	Ah	80	160	240
	60%	Ah	67	133	200
	70%	Ah	57	114	171
80%	Ah	50	100	150	

Jumlah hari otonomi dan besarnya DoD yang dipilih yaitu 1 hari otonomi dan 60% DoD, jadi, kapasitas baterai yang dipilih yaitu 67 Ah .

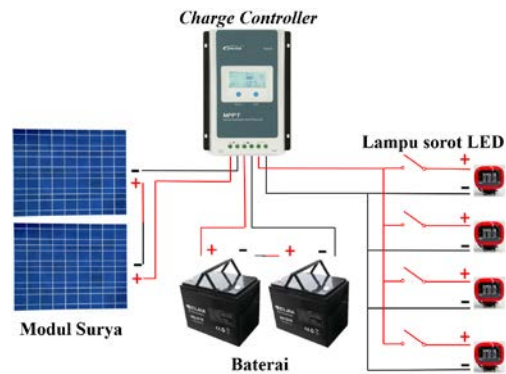
c. Pemilihan baterai
 Kapasitas 67 Ah tersebut, dipenuhi dengan menggunakan 2 buah baterai dengan kapasitas masing-masing 70 Ah dan tegangan nominal 12 V . Baterai yang dipilih yaitu Solana SOL12-70 [24].

4.4.5 Pemilihan *charger controller*
Rating arus *charger controller* berdasarkan arus hubung singkat *array* surya, ditentukan menggunakan persamaan (5), sehingga didapatkan hasil 6,0125 A . *Rating* arus *charger controller* berdasarkan arus beban, dihitung sesuai dengan persamaan (6), sehingga didapatkan hasil 6,25 A .

Charger controller yang digunakan yaitu dengan kapasitas minimal 6,25 A . *Controller* yang dipilih yaitu EPEVER Tracer 1210AN dengan kapasitas 10 A [25].

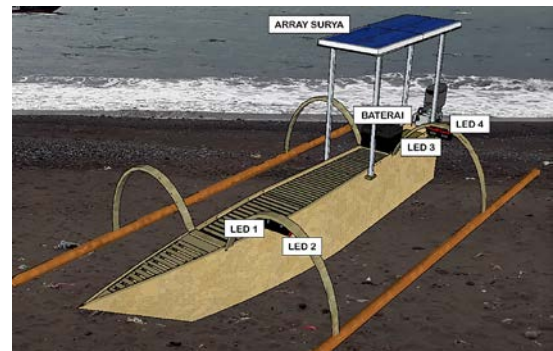
4.4.6 Blok diagram PLTS
 Lampu sorot yang dipakai yaitu, lampu sorot LED Zeneo 4x30 $Watt$. Komponen PLTS yang digunakan yaitu, modul surya Sunworth Solar SW080P 2x80 Wp , *charger controller*

EPEVER Tracer 1210AN 1x10 A dan baterai Solana SOL12-70 2x70 Ah . Blok diagramnya ditunjukkan pada Gambar 6.

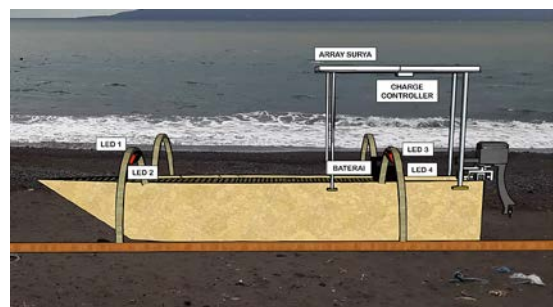


Gambar 6. Blok Diagram PLTS

4.4.7 Rancangan PLTS perahu tradisional
 Modul surya dipasang horizontal di atas perahu, dengan *charger controller* terpasang di bagian bawahnya. Empat lampu sorot dipasang masing-masing 2 buah di depan dan 2 buah di belakang pada sisi kanan ataupun kiri perahu. Gambar sistem PLTS perahu tradisional ini dibuat menggunakan *software* SketchUp. Gambar 7 dan Gambar 8 adalah desain perahu nelayan dengan sistem PLTS.



Gambar 7. Rancangan PLTS Perahu Tradisional (Tampak Depan Kiri)



Gambar 8. Rancangan PLTS Perahu Tradisional (Tampak Samping Kiri)

4.5 Simulasi produksi energi PLTS

PLTS perahu tradisional ini yaitu mampu menyuplai 174,52 kWh energi per tahun. Tabel 5 menunjukkan rincian hasil simulasinya.

Tabel 5. Simulasi Produksi Energi PLTS

Month	E Avail (kWh)	E Unused (kWh)	E User (kWh)	E Load (kWh)
Jan	16,02	1,416	14,29	14,88
Feb	16,51	2,122	13,44	13,44
Mar	17,73	2,085	14,78	14,88
Apr	19,39	4,604	14,40	14,40
May	20,14	4,618	14,88	14,88
Jun	18,55	3,329	14,40	14,40
Jul	19,16	3,646	14,88	14,88
Aug	20,68	5,181	14,88	14,88
Sep	19,86	4,844	14,40	14,40
Oct	21,93	6,414	14,88	14,88
Nov	18,68	3,670	14,40	14,40
Dec	18,39	2,920	14,88	14,88
Year	227,04	44,850	174,52	175,20

Keterangan:

E Avail: Available Solar Energy

E Unused: Unused energy (full battery) loss

E User: Energy supplied to the user

E Load: Energy need of the user (Load)

Energi yang mampu disuplai ke user per tahunnya yaitu 174,52 kWh dari total kebutuhan energi 175,2 kWh, jadi 99,6 % kebutuhan telah mampu disuplai. Kekurangan suplai energi pada bulan januari dan bulan maret, disebabkan karena nilai iradiasi matahari terendah dalam setahun. Kekurangan ini dapat diatasi dengan mengurangi penggunaan lampu sorot, atau menggunakan baterai melebihi 60% DoD.

4.6 Investasi PLTS dan genset

4.6.1 Investasi PLTS

Tabel 6 menunjukkan biaya investasi awal komponen PLTS yang telah dirancang, berdasarkan harga pasaran tahun 2019.

Tabel 6. Investasi Awal PLTS

Komponen	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Barang	Biaya Pengiriman (Rupiah)	Jumlah Biaya (Rupiah)
Modul Surya Sunworth Solar SW080P	785.000	2	496.000	2.066.000
Baterai Solana SOL12-70	1.875.000	2	1.144.000	4.894.000
Solar Charge Controller EPEVER Tracer 1210AN	1.150.000	1	29.500	1.179.500
Penyangga Array Surya (per 6 meter)	70.000	2	420.000	560.000
Lampu Sorot LED Zeneo 30 Watt	205.000	4	144.000	964.000
Wiring	276.000	1	-	276.000
Biaya Instalasi	-	1	-	700.000
Total				10.639.500

4.6.2 Investasi genset

Tabel 7 menunjukkan biaya awal untuk penggunaan genset berdasarkan harga pasaran tahun 2019.

Tabel 7. Biaya Awal Genset

Komponen	Harga (Rupiah)	Jumlah	Jumlah Biaya (Rupiah)
Generator Set	2.967.000	1	2.967.000
Lampu Sorot Halogen 150 Watt	105.000	1	105.000
Lampu Sorot Halogen 300 Watt	128.000	1	128.000
Wiring	179.000	1	179.000
Total			3.379.000

4.6.3 Perbandingan investasi PLTS dengan operasional genset

Perbandingan yang dimaksud adalah, dalam jangka waktu berapa lama, biaya yang seharusnya digunakan untuk operasional genset, setara dengan harga investasi awal PLTS. Biaya investasi awal PLTS yaitu Rp.10.639.500,-.

Harga premium saat ini yaitu Rp.6450,- per liter [27]. Nelayan menggunakan premium sebanyak 900 liter per tahun sehingga, biaya untuk premium selama setahun yaitu Rp.5.805.000,-. Biaya untuk oli campurannya yaitu 900 cc dikalikan dengan harga oli per cc yaitu Rp.2.000,-, sehingga biaya untuk oli per tahun yaitu Rp.1.800.000,-. Penggantian busi genset dilakukan setiap 200 jam [26]. Biaya untuk penggantian busi per tahun yaitu, 7 kali penggantian dikalikan dengan harga satuannya yaitu Rp.15.000,- menjadi Rp.105.000,-. Jadi jumlah biaya untuk bahan bakar, oli dan penggantian busi selama 1 tahun yaitu Rp.7.710.000,-.

Perbandingannya dihitung dengan membagi biaya investasi awal PLTS sebesar Rp.10.639.500,- dengan biaya operasional genset sebesar Rp.7.710.000,- per tahun sehingga didapatkan hasil 1,38 tahun. Jadi, biaya investasi awal PLTS tersebut setara dengan biaya operasional genset selama 1,38 tahun atau sekitar 1 tahun 4 bulan 17 hari.

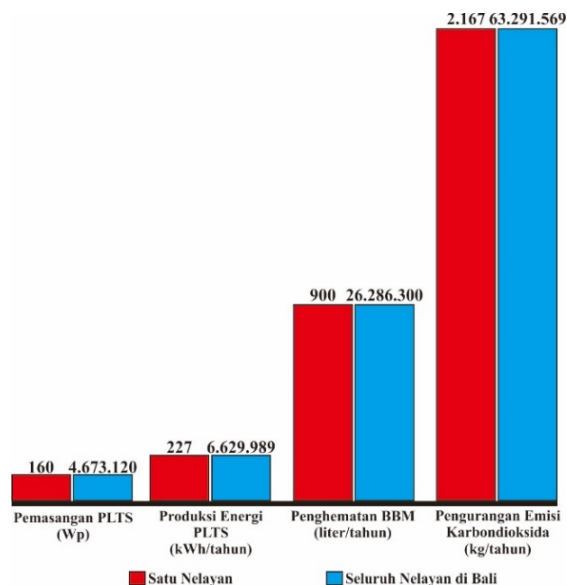
4.7 Potensi nelayan di Seluruh Bali

Satu orang nelayan dapat berkontribusi terhadap pemasangan PLTS sebesar 160 Wp. Jumlah nelayan di Bali yaitu 29.207 orang [13], sehingga jika dihitung untuk seluruh nelayan di Provinsi Bali, dengan asumsi bahwa setiap nelayan mempunyai 1 perahu, maka seluruh nelayan di Bali dapat berkontribusi terhadap pemasangan PLTS sebesar 4.673.120 Wp.

Produksi energi PLTS berdasarkan simulasi PVsyst yaitu sebesar 227,04 kWh/

tahun atau dibulatkan menjadi 227 kWh/*tahun* untuk 1 nelayan. Potensi energi surya di seluruh daerah pesisir di Provinsi Bali diasumsikan besarnya sama, sehingga produksi energi yang dihasilkan oleh seluruh nelayan yaitu sebesar 6.629.989 kWh/*tahun*.

Konsumsi BBM untuk operasional genset selama 1 tahun yaitu 900 liter. Jumlah konsumsi BBM tersebut harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan TJ (Terra Joule) sesuai dengan persamaan (8), agar emisinya bisa dihitung. Nilai kalor untuk premium yaitu $33 \times 10^{-6} \text{ TJ/liter}$ [18], sehingga konsumsi energinya yaitu $2,97 \times 10^{-2} \text{ TJ}$. Emisi dari pengoperasian genset dapat dihitung berdasarkan persamaan (7). Premium merupakan BBM dengan RON 88, jadi faktor emisinya adalah 72.967 kg/TJ [28], sehingga pengurangan emisi gas karbondioksida yaitu 2.167 kg/*Tahun*. Konsumsi BBM yang dapat dikurangi untuk seluruh nelayan di Bali selama setahun, yaitu 26.286.300 liter, dan mengurangi emisi karbondioksida sebesar 63.291.569 kg/*Tahun*. Gambar 9 menunjukkan potensi kontribusi nelayan dalam pengembangan PLTS di Bali.



Gambar 9. Potensi kontribusi nelayan dalam pengembangan PLTS di Bali

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari perancangan PLTS untuk perahu nelayan ini yaitu sebagai berikut:

Spesifikasi PLTS yang digunakan untuk menggantikan generator yaitu, 2x80 Wp modul surya Sunworth Solar SW080P dirangkai seri, 10 A charger controller EPEVER Tracer 1210AN dan 2x70 Ah baterai Solana SOL12-70 dirangkai seri untuk menyuplai 4x30 W

lampu sorot LED dengan array surya dipasang horizontal di atas perahu. PLTS ini mampu memenuhi kebutuhan energi pada perahu nelayan sebesar 99,6 %.

Biaya investasi awal untuk sistem PLTS ini yaitu 10.639.500 rupiah, atau setara dengan biaya operasional genset selama 1,38 tahun, atau sekitar 1 tahun 4 bulan 17 hari.

Setiap nelayan dapat turut berkontribusi terhadap pemasangan PLTS sebesar 160 Wp, dengan produksi energi 227 kWh/*tahun*, dan mengurangi pemakaian BBM 900 liter/*tahun*, atau setara dengan pengurangan emisi karbondioksida sebanyak 2.167 kg/*Tahun*. Kontribusi seluruh nelayan di Bali terhadap pemasangan PLTS yaitu 4.673.120 Wp, dengan produksi energi 6.629.989 kWh/*tahun*, dan mengurangi penggunaan BBM sebanyak 26.286.300 liter/*tahun*, atau setara dengan pengurangan emisi karbondioksida sebanyak 63.291.569 kg/*Tahun*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] KESDM. JURNAL ENERGI Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2016.
- [2] CNN. 2019. *ESDM Bidik Kapasitas PLTS Bertambah 1.430 MW dari BUMN*. <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20190724143021-85-415108/esdm-bidik-kapasitas-plts-bertambah-1430-mw-dari-bumn>. Diakses tanggal 1 Oktober 2019.
- [3] Kumara, I. N. S. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban dan Ketersediaannya di Indonesia*, Teknologi Elektro, 2010; Vol. 9: 68-75.
- [4] Kumara, K. V., Kumara, I. N. S., Ariastina, W. G. *Tinjauan Terhadap PLTS 24 KW Atap Gedung PT Indonesia Power Pesanggaran Bali*, E-Journal SPEKTRUM, 2018; Vol. 5: 26-35.
- [5] Saskara, I. P. E., Kumara, I. N. S., Sukerayasa, I. W. *Comparison of PV Rooftop Energy Production at Denpasar City Office Building*. ICSGTEIS Conference on Smart Green Technology for Sustainable Living. Bali. 2018: 150.
- [6] Wicaksana, M. R., Kumara, I. N. S., Giriantari, I. A. D., Irawati, R. *Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 kWp pada Kantor Gubernur Bali*. E-Journal Spektrum, 2019; Vol. 6: 1-7.
- [7] Setiawan, I. K. A., Kumara, I. N. S., Sukerayasa, I. W. *Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Satu MWp Terinterkoneksi Jaringan di*

- Kayubih, Bangli. Teknologi Elektro, 2014; Vol. 13: 27-33.
- [8] BPS, Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir 2017. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2017.
- [9] Hariyanto, S. *Analisis Pemberdayaan Masyarakat Nelayan di Pantai Prigi Kecamatan Watulimo Kabupaten Trenggalek*. Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO, 2014; Vol. 2.
- [10] VIVA. .2018. *Audit BPK: Produksi Ikan Nasional Terus Turun*. www.viva.co.id/berita/bisnis/1017962-audit-bpk-produksi-ikan-nasional-terus-turun. Diakses tanggal 20 April 2018.
- [11] Merdeka. 2014. *Sejarah Panjang Kenaikan Harga BBM dari Soeharto hingga Jokowi*. www.merdeka.com/uang/sejarah-panjang-kenaikan-harga-bbm-dari-soeharto-hingga-jokowi.html. Diakses tanggal 15 Mei 2018.
- [12] Antaranews. 2018. *Tanggapan Pertamina soal kelangkaan BBM Premium*. www.antaranews.com/berita/696172/tanggapan-pertamina-soal-kelangkaan-bbm-premium. Diakses tanggal 20 April 2018
- [13] Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bali. Jumlah Nelayan di Laut dan Perairan Umum Menurut Kabupaten/Kota, 2013-2017. Denpasar: Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bali, 2017.
- [14] Smets, A. H. M., Jager, K., Isabella, O., Swaaij, R. A. C. M. M. V., Zeman, M. *Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion Technologies and Systems*. Delft: Delft University of Technology, 2014.
- [15] Boxwell, M. *Solar Electricity Handbook 2012 Edition*. Warwickshire: Greenstream Publishing, 2012.
- [16] Hankins, M. *Stand-Alone Solar Electric Systems: The Earthscan Expert Handbook for Planning, Design and Installation*. London: Earthscan, Ltd., 2010.
- [17] Hankins, M. *Small Solar Electric Systems for Africa*. Kenya: Motif Creative Arts, Ltd., 1991.
- [18] Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri. *Draft Petunjuk Teknis Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Sektor Industri*. Jakarta: BPKIMI, 2012.
- [19] Yamaha. 2018. *ET-950*. global.yamahamotor.com/business/pp/generator/lineup/220v-50hz/0-1/et950/index.html. Diakses tanggal 1 November 2018
- [20] Philips. 2018. *Lampu linear Halogen*. <https://www.lighting.philips.co.id/id/consu mer/p/lampu-linier-halogen/8727900808957/spesifikasi>. Diakses tanggal 25 Oktober 2018.
- [21] Philips. 2018. *Lampu linear Halogen*. <https://www.lighting.philips.co.id/id/consu mer/p/lampu-linier-halogen/8727900808872/spesifikasi>. Diakses tanggal 25 Oktober 2018.
- [22] Tokopedia. 2019. *Lampu sorot tembak LED 30 watt 30w oval 12 volt 24 volt - casing merah*. www.tokopedia.com/deltalaris/lampu-sorot-tembak-led-30-watt-30w-oval-12-volt-24-volt-casing-merah. Diakses tanggal 13 Desember 2018.
- [23] SWNE. 2016. *SUNWORTH SOLAR: SW080P/085P/090P*. <http://www.sunworth.com/companyfile/57.html>. Diakses tanggal 16 Februari 2019.
- [24] Solana. (2019) *SOLANA: SOL12-70*. https://drive.google.com/file/d/1phE4uw2k gpGT9mOk1H5P_71odcZVENpw/view. Diakses tanggal 27 Februari 2019.
- [25] Epever. 2019. *Tracer-AN series: MPPT solar charge controller*. epsolarpv.com/upload/file/1811/EPEVER-Datasheet-Tracer-AN%EF%BC%8810-40A%EF%BC%89.pdf. Diakses tanggal 27 Februari 2019.
- [26] Jim, H. 2015. *5 Tips for Portable Generator Maintenance - How to Maintain a Portable Generator in 5 Easy Steps*. <https://www.powerequipmentdirect.com/stories/1205-How-to-Maintain-a-Portable-Generator-in-5-Easy-Steps.html>. Diakses tanggal 20 Juni 2019.
- [27] Pertamina. 2019. *Pertamina Sesuaikan Harga BBM Hari Ini*. <https://www.pertamina.com/id/news-room/news-release/pertamina-sesuaikan-harga-bbm-hari-ini>. Diakses tanggal 19 Februari 2019
- [28] KESDM. *Kajian Penggunaan Faktor Emisi Lokal (Tier 2) dalam Inventarisasi GRK Sektor Energi*. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017.