

PERANCANGAN PLTS UNTUK PENERANGAN LISTRIK KAPAL PERINTIS 750 DWT DI DOK KODJA BAHARI

Ujang Wiharja, Ahmad Rifaldi

Abstrak - Kapal Perintis 750 DWT menggunakan generator sebagai sistem kelistrikan yang berkapasitas daya AC 380V / 220V 3 Ph, 50 Hz 4 FIRE 100 KW, 125 KVA, 190,2 A, 1500 RPM. Dengan kebutuhan beban motor-motor yang berdaya 119,9 KW, sedangkan untuk beban penerangan kapal 6,752 KW. Untuk perencanaan sebuah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada kapal perintis 750 DWT perlu diperhatikan kapasitas masing-masing komponen PLTS. Dalam perencanaan ini dilakukan perhitungan manual sebagai acuan untuk menggunakan *software PVsyst*. Kebutuhan distribusi instalasi penerangan 31,8 KW perharinya dengan menggunakan *software PVsyst*. Hasil perancangan 32 KV. Karakteristik modul surya yang digunakan berkapasitas 200Wp sebanyak 159 buah solar cell, baterai sebanyak 94 buah dengan kapasitas 24v 200Ah, *Solar Charge Controller (SCC)* Daya 1 Controller yang digunakan adalah maks 150 A dan Psc 2500 W dan inverter dengan kapasitas daya 32 KW. Apabila setiap komponen terpasang telah memenuhi spesifikasi, maka sistem PLTS ini akan mampu melayani kelistrikan instalasi penerangan kapal.

Kata Kunci: PLTS, Panel Surya, Solar Charge Control (SCC), Baterai, Inverter, *Software PVsyst*

Abstract - The 750 DWT Pioneer Ship uses a generator as an electrical system with a power capacity of AC 380V / 220V 3 Ph, 50 Hz 4 FIRE 100 KW, 125 KVA, 190.2 A, 1500 RPM. With the load requirements of the motors with a power of 119.9 KW, while the load for ship lighting is 6.752 KW. For planning a solar power plant (PLTS) on a 750 DWT pioneer ship, it is necessary to pay attention to the capacity of each PLTS component. In this plan, manual calculations are carried out as a reference for using the PVsyst software. The need for distribution of lighting installations is 31.8 KW per day using the PVsyst software. The design results of 32 KV. The characteristics of the solar module used with a capacity of 200Wp are 159 solar cells, 94 batteries with a capacity of 24v 200Ah, Solar Charge Controller (SCC) Power 1 Controller used is a max of 150 A and Psc 2500 W and an inverter with a power capacity of 32 KW. every installed component has met the specifications, so this PLTS system will be able to serve electricity for ship lighting installations.

Keywords : PLTS, Solar Panel, Solar Charge Control (SCC), Battery, Inverter, PVsyst Software

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang digunakan untuk kepentingan sehari-hari. Terutama alat-alat elektronik. Energi listrik merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (energi listrik PLN). Energi listrik sekarang ini sudah semakin menipis, untuk itu harus menggunakan energi listrik tersebut secara hemat dan

efisien. Didunia, terutama di Indonesia pemerintah telah menyarankan agar masyarakat dapat menghemat listrik. Misalnya saja pada siang hari tidak perlu menyalahkan lampu, mengganti lampu pijar dengan lampu hemat energi, mengurangi pemakaian listrik dari pukul 17:00 hingga 22:00.

Sebagaimana yang telah diketahui kekurangan (atau peningkatan harga) dalam persediaan sumber daya energi ke ekonomi. Krisis ini biasanya menunjuk kekurangan minyak bumi, listrik atau sumber daya alam lainnya. Krisis ini memiliki akibat pada ekonomis, dengan banyak resesi disebabkan oleh krisis energi dalam beberapa bentuk. Terutama, kenaikan biaya produksi listrik, yang menyebabkan naiknya biaya produksi. Bagi para konsumen, harga BBM untuk mobil dan kendaraan lainnya meningkat, menyebabkan pengurangan keyakinan dan pengeluaran konsumen.

Sekarang ini telah banyak para ahli menemukan berbagai alat pembangkit tenaga listrik. Yang bekerja dengan mengubah suatu energi menjadi energi listrik. Dengan keadaan geografis di Indonesia yang setiap tahun dapat sinar matahari, salah satu alat yang optimal di Indonesia adalah "Panel Surya". Panel surya bekerja mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel Surya adalah alat yang terdiri dari sel surya, aki dan baterai yang mengubah cahaya matahari menjadi listrik. Panel surya menghasilkan arus listrik searah atau *DC*. Untuk menggunakan berbagai alat rumah tangga yang berarus bolak-balik atau *AC* dibutuhkan *converter* (alat pengubah arus *DC* ke *AC*).

Jika panel surya dikembangkan di Indonesia yang memiliki keuntungan mendapat sinar matahari sepanjang tahun, dan di pelosok-pelosok yang sulit dijangkau oleh PLN sangatlah cocok. Panel surya juga merupakan energi alternatif yang ramah lingkungan. Jika dapat dikembangkan ke rumah-rumah penduduk, dapat menghemat energi listrik di siang hari dan 1 unit lagi untuk menyimpan energi listrik pada malam harinya, tentu saja dapat menghemat energi listrik lumayan besar. Tetapi panel surya terkendala karena harga panel surya yang mahal.

2. GENERATOR

Generator listrik memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Walau generator dan motor punya banyak kesamaan, tetapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tetapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan air didalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokat maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam, turbin angin, engkol tangan, energi surya atau matahari, udara yang dimampatkan, atau apa pun sumber energi mekanik yang lain [1].

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (fotovoltaik) untuk mengkonversikan radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Sel surya merupakan lapisan-lapisan tipis dari bahan semi konduktor lainnya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik *DC*, yang dapat diubah menjadi listrik *AC* apabila diperlukan. Oleh karena itu meskipun cuaca mendung, selama masih terdapat cahaya, maka PLTS tetap dapat menghasilkan listrik. PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya, dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri, maupun hibrid (dikombinasikan dengan sumber energi lain), baik dengan metode desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metode sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel) [3].

KOMPONEN

Pada penelitian ini komponen yang digunakan di bagi menjadi empat, yaitu: *Solar cell*, *Sollar Charge Controler* (SCC), Baterai, dan Inverter.

PANEL SURYA (Sollar Cell)

Panel surya atau *Solar cell* adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Tiap sel surya biasanya menghasilkan tegangan 0,5 volt (Ginting, 2009).

Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. SCC mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan tegangan dari panel surya (*Solar cell*). SCC menerapkan teknologi *Pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / *Solar cell* 12 Volt umumnya memiliki tegangan keluaran 16 - 21 Volt. Jadi tanpa *Solar Charge Controller*, baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt [12].

Seperti yang telah disebutkan di atas *Solar Charge Controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari *panel surya* / *Solar cell* berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. *Solar Charge Controller* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.



Gambar 1. Solar Charge Controller [12]

Baterai

Battery adalah komponen PLTS *Battery* yang berfungsi untuk menyimpan sementara energi listrik yang dihasilkan modul surya atau disebut juga dengan panel surya, batteray pada PLTS mengalami proses siklus mengisi dan mengosongkan, tergantung dari ada tidaknya sinar matahari. Selama ada sinar matahari, panel surya akan menghasilkan listrik. Apabila energi listrik yang dihasilkan tersebut melebihi kebutuhan bebannya, maka energi listrik tersebut akan segera dipergunakan untuk mengisi baterai. Sebaliknya, selama matahari tidak ada maka permintaan energi listrik akan disuplai oleh baterai. Proses pengisian ini disebut satu siklus baterai.

Kapasitas baterai umumnya dinyatakan dalam Ampere Hour (Ah). Nilai Ampere Hour pada baterai ini yaitu menunjukkan nilai arus yang dapat dilepaskan, dikalikan dengan nilai waktu untuk pelepasan terbut. Berdasarkan hal tersebut maka secara teoritis, baterai 12v, 200 Ah [13].



Gambar 2. Baterai [6]

Inverter

Inverter adalah alat kontrol yang digunakan untuk merubah tegangan 12V DC atau 24V DC menjadi tegangan 220V AC. Sehingga memungkinkan untuk menjalankan berbagai peralatan listrik dengan standar listrik PLN [15].



Gambar 3. Inverter [15]

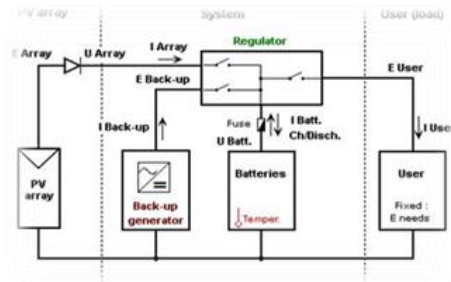
Software PVSYST

Pvsyst merupakan paket software / perangkat lunak yang digunakan untuk proses pembelajaran, pengukuran, dan analisis data dari sistem PLTS secara lengkap. PVSyst dikembangkan oleh Universitas Geneva, yang terbagi kedalam sistem terinterkoneksi jaringan (grid-connected), sistem berdiri sendiri (stand-alone) sistem pompa (pumping), dan jaringan arus searah untuk transportasi publik (DC-grid). PVSyst juga dilengkapi database dari sumber data meteorologi yang luas dan beragam, serta data komponen-komponen PLTS [17].

3. METODE PENELITIAN

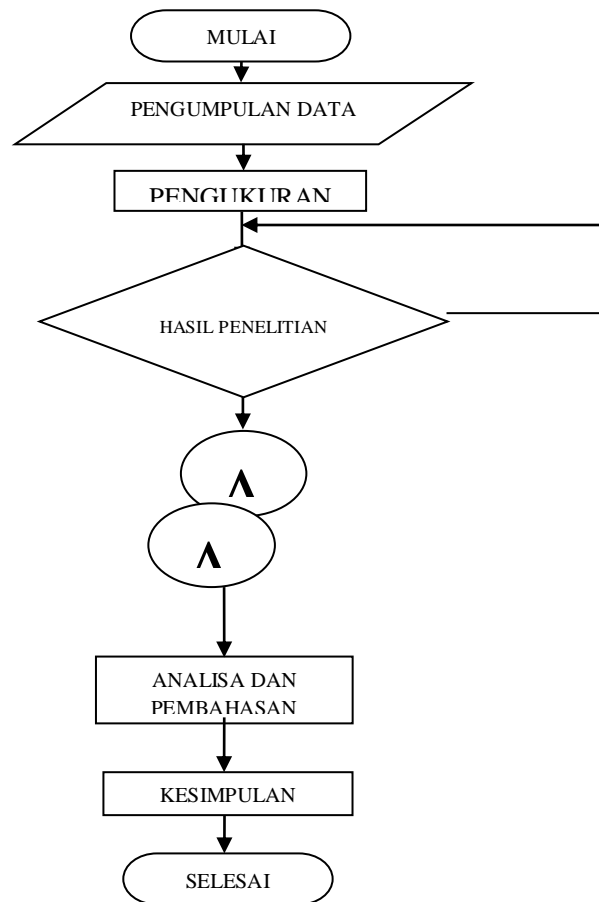
Perancangan sistem kelistrikan kapal dengan menggunakan PLTS untuk memanfaatkan energi sinar matahari menjadi energi listrik, dan untuk membantu back up generator pada kapal, menghemat bahan bakar untuk generator. Karena kebanyakan kelistrikan pada kapal menggunakan generator sebagai sumber kelistrikannya. Dengan adanya PLTS untuk memanfaatkan energi terbarukan. Untuk menentukan berapa banyak *Solar cell* dan baterai yang harus di butuhkan terlebih dahulu dengan cara menghitung beban-beban instalasi penerangan pada kapal tersebut.

Sistem yang digunakan pada sistem PLTS bangunan komersial ini adalah sistem *Off-Grid*. Pemakaian sistem *Off-Grid* memerlukan baterai sebagai media penyimpanan energi listrik. sehingga dapat digunakan pada saat siang dan malam hari. Pada penelitian ini konfigurasi sistem PLTS akan di kembangkan di kapal Perintis 750 DWT seperti pada gambar 3.

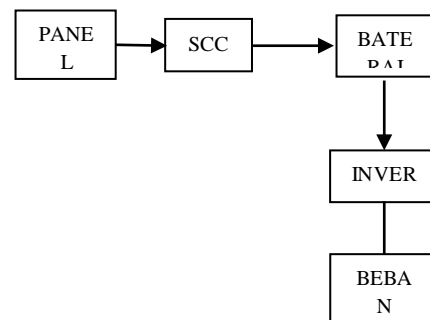


Gambar 4. Konfigurasi Sistem PLTS Off-Grid

Langkah – langkah Penelitian

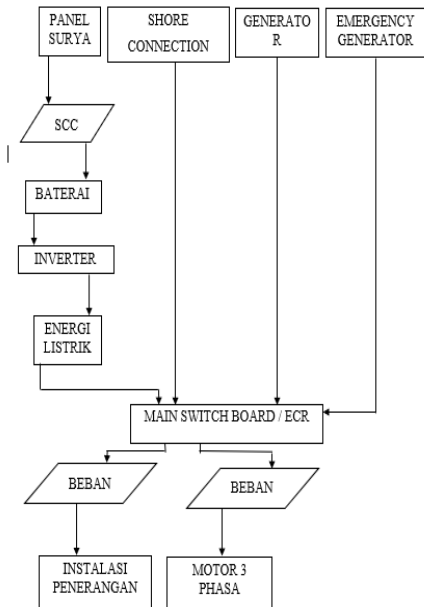


Sistem Sumber Tenaga Matahari



Gambar 5. Blok diagram rangkaian sumber tenaga matahari

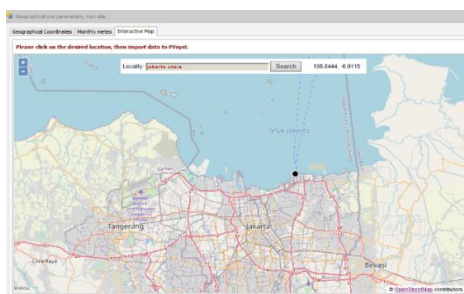
4. SISTEM PERANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN DENGAN PLTS



Gambar 3. 4 Blok Diagram Sistem Kelistrikan Pada Kapal dengan Menggunakan

Perhitungan Dengan Software PVsyst

Perhitungan PLTS yang akan didesain dengan bantuan *software PVsyst* adalah dengan memasukan data lokasi dan komponen-komponen lain PLTS yang mungkin belum tersedia pada pilihan. Lokasi dan komponen-komponen ini dimasukan melalui menu “*Database*”. Lokasi adalah PT. Dok Kodja Bahari Galangan 1 yang didefinisikan dengan memasukan koordinat (latitude dan longitude) serta perintah kepada PVsyst untuk mengimport data meteo PT. Dok Kodja Bahari seperti pada gambar 3.6.



Gambar 1. Lokasi PT. Dok kodja Bahari

Tabel 3. 3 Spesifikasi PV Module

Manufacturer specifications	
Reference conditions (GRef)	1000 W/m ²
Reference temperature (Tref)	25° C
Max Power Point:	
Maximum power (Pmpp)	202,3 W
Current at maximum power point (Impp)	7,02 A
Voltage at maximum power point (Vmpp)	28,5 V
Short-circuit current (Isc)	7,86 A
Open circuit voltage (Voc)	34,2 V
Sizes PV module:	
Length	1650 mm
Width	992 mm
Thickness	50 mm
Weight	19,5 kg
Module area	1,637 m ²

Tabel 3. 4 Spesifikasi Array PV Module

Total PV array capacity	31,8 kWp
Array voltage output (Vmpp)	85,5 V
Array current output (Impp)	372,06 A
Module in series	3
Module in parallel	53
Total module	159
Area	260 m ²

Tabel 3. 5 Spesifikasi SCC

Manufacturer Specifications	
Electrical Characteristic :	
Technology	MPPT
Maximum charging current	150 A
Maximum discharging current	70 A
Maximum back-up current	80 A
Converter nominal power	2500 W
Input side:	
MPPT voltage range (Vmp)	28-145 V
Maximum open circuit voltage (Voc)	150 V
Output (Battery and Load):	
Nominal output voltage	24 V
Nominal output power	2500 W
Battery temperature compensation:	
Type	Internal sensor
Reference temperature	20°C
Sizes solar charge controller:	
Width	350 mm
Depth	220 mm
Height	120 mm
Weight	5,50 kg

Tabel 3. 6 Spesifikasi Array Solar Charge Controller

Solar charge controller power	32,5 kW
Max voltage range	28-145 V
Max output current	1950 A
Controller in paralel connected in string	13
Total controller	13

Generator Kapal Perintis

Generator pada kapal berfungsi untuk mendistribusikan kelistrikan kapal, untuk menentukan besaraan arus yang dihasilkan oleh generator terlebih dahulu mengetahui berapa banyak beban-beban kapal yang diperlukan untuk mengetahui kapasitas generator yang harus digunakan. Supaya selalu stabil dalam mendistribusikan kelistrikannya. Generator kapal perintis 750 DWT yaitu: AC 380V / 220V 3 Ph, 50 Hz 4 FIRE 100 Kw, 125 KVA, 190,2 A, 1500 RPM. Tenggangan listrik yang di

hasilkan oleh generator akan didistribusikan ke panel induk yang disebut Main Switch Board. Memakai diameter kabelnya H-FPYC-120 mm². Generator kapal perintis seperti gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 7. Generator Kapal Perintis

Perhitungan Manual

Beban Instalasi = 6.752 watt x 12 jam = 81.024 WH.

Jadi perkiraan total beban dalam satu hari, yaitu 81.024 watt hour.

Menentukan PV

Dari persamaan rumus pada (2.1), maka didapat hasil perhitungan PV sebagai berikut:

$$W_p = \frac{81.024 \times 1,3}{3,43} = 30709 \text{ Watt}$$

Misalkan

PV yang digunakan 200 wp,

$$\text{Maka PV} = \frac{30709}{200} = 153,545$$

di bulatkan menjadi 154 Jadi PV 200

Wp yang digunakan 154 Pcs.

Menentukan kapasitas baterai

Dengan perkiraan daya sebesar 81.024 WH maka dibutuhkan penyimpanan dengan perkiraan arus dari persamaan (2.3) sebagai berikut :Sistem 12v, DoD 80%= 0,8 faktor efisiensi konversi (DC ke AC) 90% = 0,9

Baterai =

$$\frac{81.024}{24 \times 0,8 \times 0,9} \times 2 = \frac{81.024}{17,28} \times 2 = 9377 \text{ Ah}$$

Dibulatkan menjadi 9377 AH

Baterai yang mau di gunakan adalah 200 AH

$$\frac{9377}{200} = 47 \text{ baterai}$$

Jadi baterai untuk keperluan beban pada kapal perintis 750 DWT ini adalah 47 baterai.

Kalkulasi SCC

Dari spesifikasi (spec) arus pada PV modul yang digunakan, maka perhitungan dari persamaan rumus (2.2) sebagai berikut: Untuk baterai 24 V, maka PV disusun paralel, dan ada 154 buah PV.

Maka rating SCC = (154 x 6A) x 1,3 = 1201 A maka rating menjadi 1201 A sistem 24 V.

Durasi kemampuan battery pada sistem kelistikan kapal menggunakan plts (2.4)

$$\text{Ebat total} = 9377 \text{Ah} \times 24 \text{V} = 225.048 \text{ Wh}$$

Beban pada kapal perintis 750 DWT 6752 penggunaan kelistrikan pada kapal 70% yang di gunakan jadi 6752 x 70% = 4726 Watt

$$\text{Beban AC} = \frac{4726}{220 \text{v}} = 21 \text{ A}$$

$$\text{Beban DC} = \frac{4726}{24 \text{v}} = 197 \text{ A}$$

T baterai =

$$\frac{9377}{197} = 48 \text{ Jam}$$

Perhitungan Kapasitas Inverter

Inverter yang digunakan adalah inverter yang kapasitasnya sama dengan daya maksimal modul surya. Daya maksimal modul surya berdasarkan perhitungan adalah 30709 watt.

Perbandingan Perhitungan Manual Dengan Menggunakan Software PVSyst

Tujuan melakukan perbandingan adalah untuk mendapatkan perhitungan desain PLTS dengan baik perhitungan ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Perbandingan Perhitungan PLTS

No.	Komponen PLTS	Perhitungan Manual	Perhitungan Software PVSyst
1.	Panel Surya	30,709 kW	31,8 kW
2.	SCC	1201 A	1950 A
3.	Baterai	9377 AH	9400 AH
4.	Inferter	30709 Watt	-

Hasil Simulasi Sistem PLTS (PVSyst)

Simulasi dengan PVsyst adalah metode mengevaluasi kinerja suatu sistem yang sudah ada atau yang akan dirancang atau diusulkan. Simulasi dilakukan untuk mengurangi kemungkinan kegagalan, menghitung potensi sistem tidak berfungsi dengan baik, mencegah kelebihan beban kerja dari sistem PLTS, dan untuk mengoptimalkan kinerja. Dengan melakukan simulasi pada *software PVsyst*, akan didapatkan estimasi energi yang dapat diproduksi dan mendapat laporan yang mencakup hasil utama dari sistem PLTS.

Kinerja Sistem Software PVSyst

Perhitungan manual yang sudah dilakukan kemudian dijadikan acuan dalam menggunakan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak PVsyst. Simulasi berupa energi listrik yang dihasilkan setiap bulannya berdasarkan data iradiasi yang dimasukkan ke dalam PVsyst. Hasil simulasi ditampilkan secara komprehensif melalui PVsyst merupakan sebuah rancangan yang mencakupi hasil utama.

	E _{Array} kWh	E _{Avail} kWh	E _{Load} kWh	E _{User} kWh	I _{User} Ah
January	2079	1958	2512	1852	74957.1
February	2155	2066	2269	2024	81334.0
March	2717	2746	2512	2338	92514.9
April	2515	3012	2431	2431	94936.2
May	2822	3215	2512	2512	98422.8
June	2623	3130	2431	2431	94713.7
July	2711	3226	2512	2512	97782.3
August	2711	3550	2512	2512	97584.2
September	2595	3251	2431	2431	94380.4
October	2709	2998	2512	2512	95148.6
November	2642	3163	2431	2431	94563.7
December	2357	2351	2512	2309	92094.7
Year	30636	34666	29574	28293	1111432.6

Tabel 1 Indeks Kinerja Normal

	Yr kWh/m ² /day	Lu ratio	Yu kWh/kWp/day	Lc ratio	Ya kWh/kWp/day	Ls ratio	Yf kWh/kWp/day	PR ratio
January	3.25	0.000	3.25	0.589	2.66	0.290	2.37	0.730
February	3.77	0.033	3.77	0.718	3.05	0.186	2.87	0.761
March	4.53	0.202	4.53	1.054	3.48	0.485	2.99	0.660
April	5.08	0.799	5.08	1.751	3.33	0.112	3.22	0.633
May	5.27	0.655	5.27	1.654	3.61	0.397	3.22	0.611
June	5.24	0.808	5.24	1.768	3.47	0.255	3.22	0.614
July	5.24	0.800	5.24	1.769	3.47	0.255	3.22	0.614
August	5.78	1.213	5.78	2.307	3.47	0.255	3.22	0.556
September	5.48	1.005	5.48	2.042	3.43	0.218	3.22	0.587
October	4.90	0.513	4.90	1.434	3.47	0.253	3.22	0.656
November	5.32	0.829	5.32	1.831	3.49	0.279	3.22	0.604
December	3.87	0.143	3.87	0.852	3.02	0.061	2.96	0.764
Year	4.81	0.585	4.81	1.483	3.33	0.255	3.08	0.639

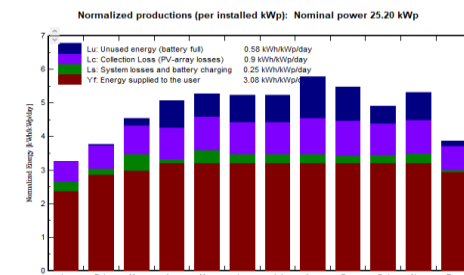
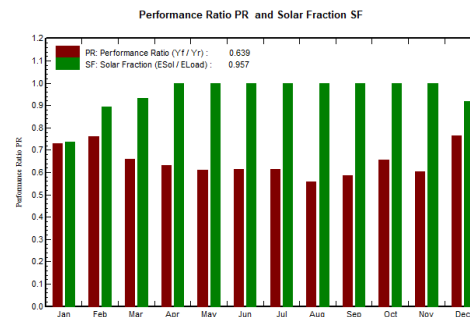
Tabel 4. Meteorologi dan Iradiasi Matahari

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T _{Amb} °C	WindVel m/s	GlobInc kWh/m ²	DiffInc kWh/m ²
January	109.3	71.61	25.91	1.6	100.7	51.21
February	111.0	69.46	25.57	1.6	105.6	47.24
March	141.5	81.98	26.23	1.6	140.5	52.59
April	147.2	80.37	26.16	1.3	152.4	50.45
May	149.8	70.69	26.61	1.1	163.2	42.37
June	141.7	67.99	25.90	1.1	157.1	40.04
July	148.0	72.02	25.97	1.1	162.4	43.37
August	168.4	79.96	26.16	1.2	179.1	44.32
September	162.0	84.94	26.19	1.2	164.3	47.99
October	157.2	94.45	26.83	1.3	152.0	56.91
November	173.4	87.99	26.18	1.2	159.7	49.18
December	131.8	78.79	25.99	1.5	119.9	52.58
Year	1741.2	940.26	26.15	1.3	1757.0	578.25

Tabel 5. Kinerja Baterai

	U _{Batt} V	SOC _{mean} ratio	SOC _{End} ratio	H _{Gas} liter	EFF _{Batt} %	EFF _{Batt} %
January	24.8	0.417	0.560	0.000	96.5	92.4
February	25.0	0.498	0.346	0.028	94.4	98.6
March	25.4	0.648	0.898	0.105	96.5	86.1
April	25.7	0.784	0.575	0.204	95.3	101.6
May	25.7	0.761	0.899	0.185	96.0	98.2
June	25.8	0.813	0.899	0.193	95.6	94.7
July	25.9	0.821	0.898	0.242	95.5	94.7
August	25.9	0.840	0.898	0.234	95.5	94.6
September	25.9	0.841	0.820	0.271	95.3	96.1
October	25.7	0.783	0.834	0.191	95.7	94.7
November	25.9	0.825	0.898	0.244	95.3	93.1
December	25.2	0.567	0.391	0.061	94.3	104.6
Year	25.6	0.717	0.391	1.959	95.5	94.8

Tabel 6. Produksi dan Konsumsi Energi



Pada gambar diatas adalah ekspresi grafis dari hasil produksi energi. Gambar 4.6 dan gambar 4.7, hasil produksi energi dinyatakan dalam kWh/kWp/day. Merupakan indikator yang berkaitan dengan radiasi matahari dari hasil produksi energi dari PV array module yang terpasang.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian perancangan sistem kelistrikan penerangan kapal menggunakan sistem PLTS sebagai berikut:

Kapal perintis sudah menggunakan generator yang berkapasitas AC 380 v / 3 Ph, 50 Hz 4 FIRE 100 Kw, 125 KVA,

190,2 A, 1500 RPM hanya mendistribusikan kelistrikan untuk beban motor-motor.

Beban instalasi penerangan kapal perintis 750 DWT adalah 6.752 watt.

Menggunakan solar sell 200 wp sebanyak 154 buah sesuai dengan kebutuhan beban kapal perintis 750 DWT.

Menggunakan baterai / aki berjumlah 94 buah yang dirangcang seri 2 dan paralel sebanyak 47 sesuai dengan yang ada pada simulasi menggunakan *software PVsyst*.

Rancangan *Solar Charge Controller* menggunakan 13 buah yang dirangcang paralel dengan total ampere 1.950 dengan Spesifikasi satu buah SCCnya berdaya 150 Ampere.

Perancangan Sistem PLTS untuk kapal perintis 750 DWT dengan memakai simulasi *software PVsyst* dan sebagai acuan sebelum merancang sistem PLTS menghitung manual terlebih dahulu.

Panel *Solar cell* yang dirangcang untuk diletakkan pada bagian atas atap kapal dengan mendesain ruangan untuk meletakkan komponen-komponen PLTS, dengan kemiringan panel surya 15° dengan azimuth -5° .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Juhari 2013 “Generator” Politeknik Negeri Sriwijaya hal 5-10, diakses pada 29 mei 2017
- [2] A. M. Muslimin Syam 2016 “Distribusi Daya Listrik di Kapal” Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (file:///C:/Users/ALDI/Downloads/Sistem_Distribusi_Daya_Listrik_di_Kapal.pdf)
- [3] Unknown 2012 “Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)” Jendela Den Ngabei (<http://jendeladenngabei.blogspot.com/2012/11/pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts.html>) di akses pada Sabtu 3 November 2012.
- [4] Setiawan, I.K. Agus, dkk. 2014. *Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 1 MWp Terinterkoneksi Jaringan Di Kayubih*,

Bangli. Bali: Jurnal Teknologi Elektro. Vol. 13, No. 1:27-33.

[5] IEEE *Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic (PV) Systems*. 2000. USA: IEEE-SA Standards Board.

[6] Uti Oqi Kurnia Ramdhany 2016 “Pembangkit Listrik Tenaga surya” Ketapang pada 1 Oktober 2016

[7] Kiki Yonata 2017 “Analisis Tekno-Ekonomi Terhadap Desain Sistem PLTS Pada Bangunan Komersial Di Surabaya, Indonesia” Departemen Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Insitut Teknologi Sepuluh November Surabaya, 11 Januari 2017

[8] Sitepu, R.; Gunadhi, A. Kajian Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Atap Gedung Kota Surabaya: Studi Kasus Gedung Perkuliahan. *3rd National Conference on Industrial Electrical and Electronic*. 2014.

[9] Ayu Septiana Pratiwi dan Wahyu Diana 2015 “Solar Energy And *Solar cell* System” Universitas Negeri Malang Maret 2015

[10] Sihombing Donny TB, Surya Tarmizi Kazim. 2013. Perencanaan Sistem Penerangan Jalan Umum Dan Taman Di Areal Kampus USU Dengan Menggunakan Teknologi Tenaga Surya (Aplikasi Di Areal Pendopo Dan Lapangan Parkir). 3(3): 118-122.

[11] <https://panelsuryajakarta.com/panel-surya-200wp-monocrystalline-solarland/>

[12] Sumber:<http://www.panelsurya.com/index.php/id/solar-controller/12-solar-charge%20controller%20solar%20controller>

[13] Ulya “Pembangkit Listrik Tenaga Surya” Ulya days (<https://ulyadays.com/pembangkit-listrik-tenaga-surya/>).

[14] Simanjorang Raymond.2016. PLTS Terpusat Tinjauan Teknologi Dan Spesifikasi Off Grid- AC Coupling. 5.

[15] Dian Furqani Alifyanti “Pengaturan Tegangan Pembangkit listrik Tenaga Surya (PLTS) 1000 Watt” , Jurnal Kajian Teknik

Elektro Vol1. No.1 Page 89 , Jurusan
Teknik Elektro, STT PLN Jakarta

[16] Putra, Tjok Gede Visnu Semara. 2015.
*Analisa Unjuk Kerja Pembangkit Listrik
Tenaga Surya 15 KW Di Dusun Asah
Teben Desa Datah Karangasem.* Bali:
Universitas Udayana.

[17] Suantika, I Ketut. Wayan Rinas., I
Made Suartika. 2018. *Studi Analisis
Pengaruh Perubahan Efisiensi Panel Surya
LPJU By Pass Ngurah Rai.* Bali :
Universitas Udayana.