

DESAIN *HYBRID* PANEL SURYA dan GENERATOR SET PADA KAPAL IKAN PESISIR SELATAN JAWA

Purwidi Asri¹, Hendro Agus Widodo¹, Anggara Trisna Nugraha¹, Isa Rachman¹
Joessianto Eko Poertro¹, M.Basuki R¹, Ivan A. S¹, Habibi A.B¹, Dewi Rizani Ruwahida¹

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Jl. Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih Sukolilo, Surabaya Jawa Timur, Indonesia 60111
Email: purwidi@ppns.ac.id

Abstrak

Sumber energi penggerak kapal merupakan salah satu faktor yang menjadi perhatian. Penggunaan BBM (solar) yang merupakan hasil olahan minyak bumi sangat terbatas dan dapat habis sewaktu-waktu, karena itu diperlukan sumber energi baru untuk mengurangi ketergantungan BBM. PLTS mejadi salah satu sumber energi pada kapal untuk menurunkan pemakaian BBM. Pemakaian energi surya dapat mengurangi emisi udara. PLTS pada kapal juga menghemat biaya bahan bakar kapal dan menjaga kelestarian ekosistem laut. Dengan menggunakan PLTS maka dapat mengurangi pemanasan global yang mengakibatkan suhu laut menghangat yang dapat merusak ekosistem laut. Dalam penelitian kali ini kapal ikan yang dirancang adalah kapal ikan 3GT dengan kecepatan 12-15 knot dan menggunakan panel surya dengan spesifikasi 1000Wp sebanyak 2 buah. Kelebihan daripada panel surya yang dirancang ini adalah dilengkapi dengan penambahan beberapa komponen diantaranya seperti Charge Controller yang merupakan peralatan elektronik untuk mengontrol pengisian dan pengosongan baterai. Solar charge controller mengatur agar tidak terjadi overcharging dan overvoltage yang dapat mengurangi umur baterai. Baterai merupakan komponen yang berfungsi memberikan daya kepada beban ketika modul surya tidak dapat menyediakan daya keseluruhan pada beban, dan menyimpan kelebihan daya yang dihasilkan oleh modul surya. Kapal ikan ini dilengkapi dengan beberapa alat penunjang lainnya seperti fishfinder, radar, AIS dsb.

Kata Kunci: PLTS, Hybrid, Kapal ikan, Charger Controller, listrik

Abstract

The source of ship propulsion energy is one of the factors of concern. The use of fuel (diesel) which is the result of refined petroleum is very limited and can run out at any time, therefore new energy sources are needed to reduce dependence on fuel. PLTS is one of the energy sources on ships to reduce fuel consumption. The use of solar energy can reduce air emissions. PLTS on ships also saves ship fuel costs and preserves marine ecosystems. By using PLTS, it can reduce global warming which results in warm sea temperatures which can damage marine ecosystems. In this research, the fishing boat designed is a 3GT fishing boat with a speed of 12-15 knots and uses 2 solar panels with 1000Wp specifications. The advantage of this designed solar panel is that it is equipped with the addition of several components such as the Charge Controller which is an electronic device to control the charging and discharging of the battery. Solar charge controller regulates to prevent overcharging and overvoltage which can reduce battery life. The battery is a component that functions to provide power to the load when the solar module cannot provide overall power to the load, and stores the excess power generated by the solar module. This fishing boat is equipped with several other supporting tools such as fishfinder, radar, AIS etc.

Keywords: PLTS, Hybrid, Fishing boats, Charger Controller, electricity

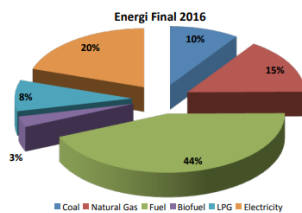
1. PENDAHULUAN

Potensi energi matahari yang besar di Indonesia sudah selayaknya pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya menjadi prioritas. Sel surya dapat diperoleh di Indonesia secara gratis menjadi kabar baik untuk menggantikan posisi minyak (BBM) yang harganya semakin melambung tinggi. Kemajuan inovasi teknologi energi alternatif

berupa Energi Baru dan Terbarukan (EBT) merupakan tantangan dan peluang yang baik untuk dikembangkan kapal nelayan dengan menggunakan energi baterai dan mesin listrik yang menjadi tenaga penggerak kapal ikan agar efisien dan efektif menggantikan energi BBM.

Indonesia konsumsi energi final masih didominasi dari pemanfaatan bahan bakar minyak yang ditunjukkan pada Gambar 1.1.

Konsumsi bahan bakar mencapai 44% yang kemudian diikuti oleh konsumsi listrik sebesar 20%. Ketergantungan terhadap energi fosil nampak jelas, sumbang sih dari energi baru terbarukan yaitu biofuel yang hanya memiliki share sebesar 3% dari total [1]. Kapal laut khususnya kapal ikan memiliki peranan yang sangat besar yang dapat digunakan sebagai sarana transportasi air di sungai, laut bahkan samudera sekaligus sebagai sarana menangkap ikan sebagai sumber mata pencaharian nelayan.



Gambar 1 Final Energi 2016

Disisi lain transportasi laut di Indonesia memiliki peranan yang sangat penting. Pentingnya transportasi laut bagi masyarakat Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor antara lain, keadaan geografis Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau besar maupun kecil, perairan yang terdiri dari sebagian besar laut, sungai dan danau [2].

Permasalahan diatas, penulis bertujuan melakukan analisa dengan mengganti peran solar yang tadinya sebagai bahan bakar pokok kapal yang digantikan dengan peran energi surya melalui panel surya. Keuntungan daripada pemanfaatan panel surya ini adalah selain sebagai inovasi dari perkembangan teknologi terbarukan, adanya panel surya ini juga dapat memperingan kebutuhan operasional para nelayan, meningkatkan kesejahteraan nelayan karena mampu menghemat biaya bahan bakar kapal, teknologi ini juga ramah lingkungan, serta mengurangi ketergantungan terhadap BBM.

Sistem *hybrid* disini adalah system listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat digabungkan dengan listrik dari *portable generator* dengan harapan nantinya system tersebut memudahkan penggunaanya untuk mendapatkan dukungan energy listrik yang

optimal sekaligus antisipasi saat terjadi kekurangan daya.

Penelitian ini dilakukan bertujuan: menentukan kebutuhan beban pada kapal ikan 3GT dan menentukan kapasitas baterai pada nelayan pesisir Selatan Jawa.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai informasi dan bahan pertimbangan bagi pembuat dan pemilik kapal dalam menentukan kebutuhan beban listrik dan kapasitas baterai yang akan digunakan pada kapal nelayan berbasis tenaga matahari.

2. METODE

Metode penelitian ini dengan melihat objek penelitian ini dengan mengamati kapal ikan yang sudah ada lalu dimodifikasi menggunakan peralatan yang umumnya digunakan pada kapal ikan. *Focus Group Discussion / FGD* menjadi sarana tukar pendapat. Data beban menjadi acuan menentukan kapasitas baterai yang akan dirancang. Metode penelitian ini disusun dengan mempertimbangkan beberapa penelitian sebelumnya dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) Identifikasi Kebutuhan: ini menjadikan langkah awal untuk melakukan kajian dalam mendisain sistem kelistrikan pada kapal nelayan agar mampu menentukan kelistrikan yang dibutuhkan, untuk selanjutnya diperhitungkan kebutuhan energi listriknya. 2) Pemetaan dimulai dengan dilakukan survey lapangan dan wawancara untuk memetakan secara lebih baik mengenai kapal ikan yang digunakan. Informasi ini akan bermanfaat untuk pertimbangan kelistrikan yang dirancang sesuai dimensi kapal ikan. 3) Desain dan purwarupa: dari pengumpulan data pada 2 langkah diatas selanjutnya akan dibuat desain sistem kelistrikan yang dibutuhkan dengan kombinasi kemungkinan penggunaan energi alternatif khusus untuk beban DC. PLTS merupakan salah satu *distributed generation*. *PV array* adalah kumpulan dari modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor yaitu silicon, panel

surya dapat mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada umumnya PLTS terdiri dari beberapa komponen utama yaitu modul surya sebagai pembangkit listrik, inverter untuk mengkonversi sistem tegangan DC menjadi sistem tegangan AC, *Charger Controller* dan baterai sebagai media penyimpanan energi. Berdasarkan konfigurasi PLTS dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu PLTS terhubung dengan jaringan (*on-grid*), PLTS tidak terhubung dengan jaringan (*off-grid*) dan PLTS gabungan antara *on grid* dan *off grid* yang biasa disebut dengan *hybrid* [3].

2.1 Panel Surya Hybrid System

Sistem *hybrid* adalah sistem pembangkit listrik yang terdiri dari dua atau lebih teknologi pembangkit listrik. Misalnya listrik tenaga surya (Photovoltaic-PV) dipadu dengan *portable generator* maka disebut *Hybrid PV- Portable generator*. Di Indonesia sudah banyak diterapkan *Hybrid PV-Portable generator*, *Hybrid PV- Mikrohydro*, *PV-Wind (Angin)*, dan bahkan *Hybrid- Wind-Portable generator*. Sistem *hybrid* adalah sistem *centralized* (pembangkit listrik dikumpulkan disuatu lokasi, dan listrik yang dihasilkan didistribusikan melalui suatu jaringan[4].

2.2 Baterai

Baterai yang digunakan pada penelitian ini adalah dua buah baterai dengan tegangan 12 Volt dan 150 Ah. Empat buah baterai tersebut dirangkai secara seri dan diparalel agar mendapatkan tegangan yang sesuai dengan system yang digunakan yaitu 24 volt. Baterai dipilih karena memiliki jumlah jam *charging* dan *discharging* yang tinggi [5].

2.3 Portable generator

Portable generator (generator set) adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai

generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu engine dan generator atau alternator. Engine sebagai perangkat pemutar sedangkan generator atau alternator sebagai perangkat pembangkit. Pada sebuah sistem generator set, penggerak atau engine sangat berpengaruh terhadap sistem kerja generator tersebut. Karena pada perputaran generator yang stabil dapat menjadikan output generator tersebut menjadi maksimal[6].

2.4 Bilge pump

Sistem *bilge* adalah sebuah sistem perpipaan drainase pada kapal atau unit yang beroperasi di laut yang difungsikan bilamana terjadi: a) *Flooding* pada kompartemen yang diakibatkan oleh kandasnya kapal atau oleh sebuah kecelakaan tabrakan kapal sehingga menyebabkan lambung kapal robek dan air laut masuk ke dalam. b) *Flooding* pada ruang muat kapal akibat tumpahan air laut yang masuk atau akibat hujan dan cuaca buruk, terutama pada ruang muat kapal jenis *cointainer*. c) *Flooding* pada kompartemen kompartemen akibat akumulasi kondensasi pada dinding-dinding kapal. d) *Flooding* akibat kebocoran pada sistem perpipaan yang ada di kapal.

Sistem ini hanya mengakomodasi deck yang berada di bagian bawah sehingga drainase tidak mungkin dilakukan secara *gravity* melainkan dengan sebuah sistem pemompaan. Sistem *bigle* selain berfungsi sebagai drainase, juga berfungsi untuk mengurangi tingkat polutan[7].

2.5 AIS (Automatic Identification Sistem)

AIS merupakan salah satu elemen dalam konvensi SOLAS PBB. Ini adalah sistem transponder kapal, yang beroperasi di pita maritim VHF, yang akan mengirimkan informasi kapal ke kapal lain dan ke pantai. Teknologi *Automatic Identification Sistem* (AIS) merupakan perangkat digital yang

digunakan sebagai instrumen navigasi dalam pelayaran. Perangkat ini menggabungkan teknologi *Global Positioning Sistem* (GPS), teknologi radio VHF (*Very High Frequency*) dan teknologi informasi dalam satu sistem. AIS memungkinkan pertukaran data pelayaran antara kapal dengan *base station* dan juga dengan kapal lainnya. Data tersebut antara lain: Identitas Kapal (MMSI, *Call Sign*, dan nama Kapal), Posisi kapal, Arah, ukuran dan jenis muatan kapal, serta informasi penting lainnya[8].

2.6 Radar

Radar (*Radio Detection And Ranging*) bekerja pada gelombang elektromagnetik berupa gelombang radio dan gelombang mikro, dengan panjang gelombang beberapa milimeter hingga sekitar satu meter. Gelombang radio dan gelombang mikro tersebut dipancarkan ke seluruh permukaan bumi dan pantulannya terdeteksi oleh sistem radar yang selanjutnya digunakan untuk mendeteksi objek. Konsep radar adalah mengukur jarak dari sensor ke target dengan wahana pesawat terbang atau satelit yang dilakukan ke arah miring (*side looking*)[9].

2.7 Fish finder

Fishfinder adalah teknologi untuk mendeteksi objek bawah air yang bekerja berdasarkan prinsip suara (akustik). *Fishfinder* ini mampu memberikan informasi yang cukup detail yaitu tentang kelimpahan (kepadatan), sebaran, ukuran dan posisi kedalaman renang ikan. Selain itu kelebihan dari alat ini adalah mampu menjadikan data yang bersifat *real time*, harga relatif terjangkau dan ramah bagi ekosistem[10].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsep Sistem

Kapal ikan 3 GT ini menerapkan sistem *hybrid* pada panel surya yang digunakan, yang dimaksud sistem *hybrid* disini adalah sistem listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat digabungkan dengan listrik dari *portable generator* agar sistem tersebut memudahkan pengguna untuk mendapatkan dukungan energi listrik yang optimal sekaligusantisipasi saat terjadi kekurangan daya.

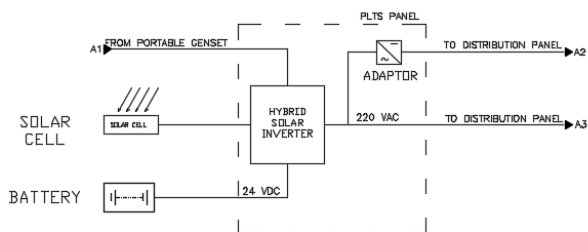
Berbeda dengan sistem on grid yang tidak memerlukan baterai sehingga hanya bisa digunakan pada saat mendapatkan sinar matahari saja, sistem *hybrid* tetap menggunakan baterai untuk menyimpan daya yang dihasilkan dari panel surya sehingga tetap bisa digunakan sewaktu-waktu.

Penggunaan sistem *hybrid* pada kapal ikan 3 GT ini tidak berbeda jauh dengan penerapan sistem *hybrid* didaratan, dimana terdapat 2 *Supply* daya. *Supply* daya yang pertama adalah dari baterai yang sebelumnya telah menyimpan daya yang telah dihasilkan oleh panel surya. *Supply* yang kedua berasal dari *portable generator* yang telah terinstal pada kapal ikan. Kedua *Supply* tersebut nantinya akan terhubung pada *Hybrid Solar Inverter*. Hasil keluaran dari *Hybrid Solar Inverter* inilah yang akan digunakan untuk mensupply beban yang ada di kapal ikan.

Pada kapal ikan 3 GT ini terdapat 2 kelompok beban, yaitu kelompok beban AC dan kelompok beban DC. Namun kebanyakan beban yang terpasang di kapal ikan 3GT ini adalah beban DC. Karena keluaran yang dihasilkan oleh *Hybrid Solar Inverter* hanya tegangan listrik AC maka diperlukan komponen tambahan untuk menghasilkan tegangan listrik DC untuk mensupply kelompok beban DC, komponen tersebut adalah Adaptor. Adaptor adalah sebuah rangkaian listrik yang berguna untuk mengubah tegangan listrik AC dengan nilai yang tinggi menjadi tegangan listrik DC dengan nilai yang rendah dimana tegangan DC yang dibutuhkan adalah 24 Vdc.

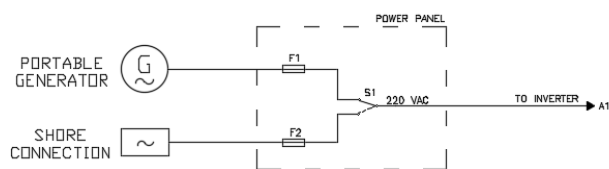
3.2 Desain Sistem

Beban listrik yang terpasang pada kapal ikan ini dapat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok beban DC dan kelompok beban AC dimana kebanyakan beban merupakan kelompok beban DC. Kelompok beban DC terdiri dari *lighting*, AIS, radar, *fish finder*, dan *bilge pump*, sedangkan untuk *cool storage* masuk kedalam kelompok beban AC. Tegangan yang diperlukan untuk *Supply* beban kapal ikan adalah 220V untuk tegangan AC dan 24 V untuk tegangan DC.



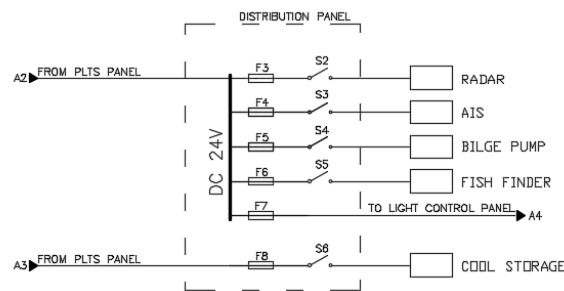
Gambar 2 Desain Sistem Panel Surya

Pada gambar 2 menunjukkan desain sistem untuk sistem panel surya. Pada kapal ikan menggunakan 2 pembangkit daya listrik, yaitu panel surya dan *portable generator*. Kedua pembangkit tersebut nantinya akan dihubungkan dengan *Hybrid Solar Inverter* yang digunakan untuk mengatur tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dan disimpan kedalam baterai yang nantinya bisa digunakan sewaktu-waktu. Keluaran dari *Hybrid Solar Inverter* merupakan tegangan AC sehingga memerlukan Adaptor untuk merubah tegangan AC 220 V menjadi tegangan DC 24 V.



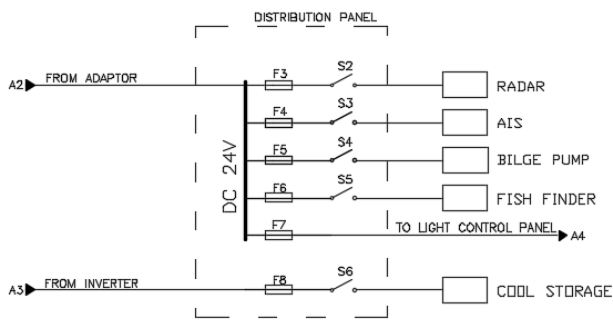
Gambar 3 Sistem Tegangan pada Portable generator

Pada gambar 3 menunjukkan desain sistem untuk sistem tegangan AC yang terhubung pada *Hybrid Solar Inverter*. Pada gambar tersebut terlihat *portable generator* dirangkai sedemikian rupa dengan *shore connection* sehingga hanya bisa digunakan secara bergantian. *Shore connection* adalah sistem yang dapat menghubungkan *Supply* tegangan yang ada dikapal dengan *Supply* yang ada didaratan pada saat kapal berada di pelabuhan. Ketika kapal ikan sedang beroperasi ditengah laut maka *Supply* tegangan AC yang digunakan berasal dari *portable generator*, sedangkan saat kapal ikan berlabuh maka kapal ikan dapat menggunakan *Supply* tegangan *shore connection* yang terhubung dengan *Supply* yang tersedia di pelabuhan sehingga *portable generator* dapat dimatikan.



Gambar 4 Sistem Distribusi Beban

Pada gambar 4 menunjukkan desain sistem untuk distribusi beban. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya beban yang ada di kapal ikan 3 gt ini terbagi menjadi kelompok beban DC dan kelompok beban AC. Kelompok beban DC seperti AIS, radar, *fish finder*, *bilge pump*, dan *lighting* akan dihubungkan dengan keluaran adaptor yang menghasilkan tegangan DC 24 V dan untuk kelompok beban AC yaitu *cool storage* akan terhubung pada keluaran *Hybrid Solar Inverter* yang menghasilkan tegangan AC 220 V. Semua beban yang ada pada kapal ikan 3 gt ini dilengkapi dengan pengaman berupa *fuse* sesuai dengan besar arus yang terpakai dan juga saklar sehingga dapat dimatikan ketika tidak digunakan.



Gambar 5 Desain Sistem Light Control

Pada Gambar 5 menunjukkan desain sistem untuk lighting. Seperti yang terlihat pada gambar, selain lampu untuk penerangan kapal ikan 3 GT ini juga dilengkapi dengan lampu navigasi sehingga kapal ikan ini sangat memenuhi syarat untuk beroperasi bahkan pada saat malam hari., berikut adalah lampu navigasi yang terpasang pada kapal ikan ini :

- Stern light (white) di buritan
- Side light (green) disebelah kanan
- Side light (red) disebelah kiri
- Masthead light (white) di haluan

Semua lampu tersebut merupakan kelompok beban DC yang membutuhkan tegangan DC 24 V. Lampu –lampu tersebut juga dilengkapi dengan pengaman listrik berupa fuse sesuai dengan besar arus yang terpakai dan juga saklar sehingga dapat dimatikan saat tidak dibutuhkan.

3.3 Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahap mengerjakan yaitu melakukan perancangan badan perahu, perhitungan analisis kebutuhan listrik, perakitan komponen perahu dan instalasi, selanjutnya adalah pengujian dan analisis dari daya listrik perahu. Perancangan kapal ini dibuat untuk kapasitas 2 sampai 3 orang nelayan. Kapal ikan tersebut akan beroperasi pada Pesisir Selatan Laut Jawa dengan kecepatan 12-15 knot.

Kapal ikan 3GT ini didesain memiliki panjang total (Loa) 9,46 meter, panjang garis air (Lwl) 8,05 meter, Lebar kapal (B) 1,25 meter, tinggi geladak utama kapal (H) dengan tinggi 0,84 meter dan tinggi sarat kapal (T) 0,35 meter.

3.4 Perhitungan Total Daya Listrik

Tabel 1 Daya Listrik

| Nama Alat | V (Volt) | Ampere /hour (Ah) | Daya (W) | Durasi /Hari | Total konsumsi / hari |
|------------------------|----------|-------------------|------------------|--------------|-----------------------|
| Fish Finder | 24 | 12.05 | 300 | 12 | 3600 |
| Cool Storage | 24 | 04.16 | 100 | 12 | 1200 |
| Bilge Pump | 24 | 01.08 | 43.02.00 | 12 | 518.04.00 |
| Radar | 24 | 01.04 | 33.06.00 | 12 | 403.02.00 |
| AIS | 24 | 00.08 | 2 | 12 | 24 |
| Lampu Penerangan | 24 | 0,434028 | 15 | 12 | 180 |
| Masthead Light (white) | 24 | 01.05 | 25 | 12 | 300 |
| Side Light (red) | 24 | 01.05 | 25 | 12 | 300 |
| Side Light (green) | 24 | 01.05 | 25 | 12 | 300 |
| Stern Light (white) | 24 | 01.05 | 25 | 12 | 300 |
| TOTAL | | | 593.08.00 | | 7125.06.00 |

Dari Tabel 1 tersebut diketahui bahwa besar daya yang dibutuhkan oleh kapal ikan 3 GT ini saat beroperasi selama 12 jam adalah 7125.6 W.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan panel surya} &= \frac{E_o}{P_{sh.Msis}} \times Cf \\ &= \frac{7125,6}{6 \times 0,67} \times 1,1 \\ &= 1949,79 \text{ wp} \\ &= \text{system ini membutuhkan 2000} \\ &\text{wp atau } 2 \times 1000 \text{ WP.} \end{aligned}$$

Kebutuhan baterai = daya yang dihabiskan saat beroperasi :

$$\begin{aligned} V_{\text{sistem}} &= 7125.6 \text{ Wh} : 24\text{V} \\ &= 296.9 \text{ Ah} = 300 \text{ Ah} \end{aligned}$$

E_o merupakan total konsumsi daya perhari, P_{sh} merupakan peak Hour panel surya (jam), M_{sis} adalah efisiensi system, C_f adalah efisiensi panel surya.

Perhitungan diatas dapat dilihat bahwa panel surya yang akan digunakan pada kapal ikan ini adalah 2 buah panel surya 1000 WP dengan kapasitas baterai sebesar 300 Ah. Karena tegangan yang dibutuhkan oleh sistem adalah 24 V sedangkan baterai yang banyak tersedia dipasaran adalah 12 V maka spesifikasi minimal baterai yang dibutuhkan adalah 2 buah baterai 12V 300Ah atau 4 buah baterai 12V 150Ah

4. KESIMPULAN

Panel surya merupakan perangkat yang mengubah energi matahari menjadi listrik. Charge Controller adalah peralatan elektronik untuk mengontrol pengisian dan pengosongan baterai. Solar charge controller mengatur agar tidak terjadi overcharging dan overvoltage karena dapat mengurangi umur baterai. Baterai adalah alat penyimpan tenaga listrik. Baterai merupakan komponen untuk memberikan daya kepada beban ketika modul surya tidak dapat menyediakan daya keseluruhan pada beban, dan menyimpan kelebihan daya yang dihasilkan oleh modul surya.

Kapal ikan 3GT ini dilengkapi dengan peralatan penunjang yaitu *fishfinder* yang mampu meningkatkan efektifitas nelayan dalam menangkap ikan. Dilengkapi dengan cool storage yang menjaga ikan-ikan hasil tangkapan tetap segar diperjalanan menuju daratan. Kapal ikan ini telah memenuhi standart untuk beroperasi dilaut lepas bahkan pada saat malam hari, karena dilengkapi dengan radar, AIS, serta lampu navigasi berupa masthead light, 2 buah side light dikanan dan kiri kapal, dan stern light.

Berdasarkan analisa dari perhitungan di atas dapat dipilih panel surya yang akan digunakan pada kapal ikan ini adalah dua buah panel surya 1000 WP dengan kapasitas baterai sebesar 300 Ah. Karena tegangan yang dibutuhkan oleh sistem adalah 24 V sedangkan baterai yang banyak tersedia dipasaran adalah 12 V maka spesifikasi minimal baterai yang dibutuhkan adalah empat buah baterai 12V 150Ah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar besarnya kepada Bapak Indra Tjahja dan Bapak Haryono yang telah membantu melalui Focus Group Discussion / FGD dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suyono, Kajian Penyedia dan Pemanfaatan Migas, Batubara, EBT dan Listrik, Jakarta Pusat: Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, 2017.
- [2] J. Muhamad Amin, "Peranan Pengangkutan Laut Sebagai Sarana Transportasi Masyarakat Indonesia," Jurnal Publikasi Hukum, vol. 9, no. 2, p. 193, 2020.
- [3] I. S. K. R. I. N. Surya Gunawan, "Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 26,4 KWP Pada Sistem Smart Microgrid Unud," Jurnal SPEKTRUM, vol. 6, no. 3, pp. 2-3, 2019.
- [4] A. S. Lestari, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya," [Online]. Available: <http://www.azetsurya.com/download.php?f=>

PLTS+Hybrid-Grid+Interactive.pdf.
[Accessed 10 November 2021].

- [5] W. J. Z. Liang Song, "Residual Capacity Estimation of Valve-regulated Lead-acid (VRLA) Batteries for Second-use," Innovation Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia), 2019. [Online]. Available: <http://doi.org/10.1109/ISGT-Asia.2019.8881200>. [Accessed 25 September 2021].
- [6] B. Saputro, "ANALISIS KEANDALAN GENERATOR SET SEBAGAI POWER SUPPLY DARURAT APABILA POWER SUPPLY DARI PLN MENDADAK PADA MDI MORODADI POULTRY SHOP BLITAR," Jurnal Qua Teknika, vol. 7, no. 2, p. 18, 2017.
- [7] S. E. R. Komarudin, "Analisa Kinerja Sistem Bilge pada Jack-Up Drilling Rig Hasil Desain Ulang," Journal Bina Teknika, vol. 12, no. 1, p. 121, 2016.
- [8] M. Guema, "Low Cost AIS System for Safe Navigation," Journal of KONBIN, vol. 3, no. 6, p. 236, 2008.
- [9] Y. P. Haniah, "Pengenalan Teknologi Radar untuk Pemetaan Spasial di Kawasan Tropis," Journal Teknik Geodesi, vol. 32, no. 2, pp. 155-156, 2011.
- [10] I. D. W. I. P. Y. Suteja, "Pelatihan Penggunaan Fishfinder Bagi Nelayan Kedonganan Guna Meningkatkan Produksi Perikanan," Journal Buletin Udayana Mengabdi, vol. 18, no. 1, p. 144, 2019.