

## PERANCANGAN ELECTRIC FISH AGGREGATING DEVICE LIFERAFT (e-FADL) YANG DAPAT DIKENDALIKAN JARAK JAUH

Lilik Subiyanto<sup>1</sup>, I Putu Arta Wibawa<sup>2</sup>, Aang Wahidin<sup>3</sup>, Sumardiono<sup>4</sup>, Joko Endrasmono<sup>5</sup>  
Yoradhika Anugrah<sup>6</sup>, Geraldi Zati<sup>7</sup>, Bagas Saputra<sup>8</sup>, M.Handy Wahyu P<sup>9</sup>.  
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal<sup>1,5,6,9</sup>, Jurusan Teknik Bangunan Kapal<sup>2,3,4,7,8</sup>  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Surabaya, Indonesia  
E-mail: [llksubiyanto@ppns.ac.id](mailto:llksubiyanto@ppns.ac.id)

### ABSTRAK

Faktor ekonomis dan faktor keselamatan adalah hal yang perlu mendapatkan perhatian penting bagi nelayan tradisional pada saat berlayar. Pada penelitian ini dibuatlah FAD yang sekaligus dapat difungsikan sebagai peralatan keselamatan (liferaft) dan dapat dikendalikan jarak jauh yang diberi nama e-FADL (Electric Fish Aggregating Device and Liferaft). Penelitian ini merupakan perbaikan dari penelitian sebelumnya dari sisi disain, berat dan buoyancy-nya dan adanya penambahan sistem kendali jarak jauh agar nelayan dapat menempatkan FAD tersebut ke tempat-tempat tertentu.

FAD didisain dengan menggunakan material PVC yang ditopang oleh konstruksi pipa 8 inc yang sekaligus difungsikan sebagai liferaft. Sumber energi listrik untuk penerangan dan penggerak diperoleh dari panel surya. Peralatan kontrol jarak jauh menggunakan komponen utama transceiver NRF24L01 yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz.

Hasil penelitian diperoleh e-FADL dapat digunakan sebagai FAD dengan penerangan lampu 12V/20watt mampu menyala selama 9-10 jam sesuai dengan lamanya nelayan mencari ikan. Mampu dijalankan dan dikendalikan jarak jauh menggunakan remote dengan jarak maksimal 270m dengan kecepatan 6,5Km/jam. Mempunyai daya apung (buoyancy) sebesar 84,45 kg, sehingga dapat difungsikan sebagai liferaft mampu menahan beban maksimum 5 ABK. Berdasarkan hasil pengujian model menunjukkan bahwa liferaft mampu berfungsi sesuai standar Solas 74/96, LSA Code and IMO 81 (70).

**Kata Kunci:** nelayan tradisional, e-FADL, Fish Aggregating Device, liferaft

### ABSTRACT

Economic factors and safety factors are things that need important attention for traditional fishermen when sailing. In this study, an FAD was created which can also function as a safety equipment (liferaft) and can be controlled remotely, named e-FADL (Electric Fish Aggregating Device and Liferaft). This research is an improvement from previous research in terms of design, weight and buoyancy and the addition of a remote control system so that fishermen can place the FAD to certain places.

FAD is designed using PVC material supported by an 8 inch pipe construction which also functions as a liferaft. The source of electrical energy for lighting and driving is obtained from solar panels. The remote control equipment uses the main component of the NRF24L01 transceiver which operates at a frequency of 2.4 GHz.

The results obtained that e-FADL can be used as FAD with 12V/20watt lamp lighting capable of turning on for 9-10 hours according to the length of time fishermen sail. That able to be run and controlled remotely using a remote with a maximum distance of 270m at a speed of 6,5Km/hour. That has a buoyancy of 84.45 kg, so it can function as a liferaft capable of withstanding a maximum load of 5 crew. Based on the results of model testing, it shows that the liferaft is able to function according to the standards of Solas 74/96, LSA Code and IMO 81 (70).

**Keyword :** traditional fishermen, e-FADL, Fish Aggregating Device, liferaft

### 1. PENDAHULUAN

Fish Aggregating Devices (FAD) adalah alat apung yang digunakan oleh nelayan tradisional yang berfungsi untuk menarik gerombolan ikan agar berkumpul, sehingga memudahkan nelayan untuk menangkapnya. Alat ini dibawa oleh nelayan menggunakan kapal dan ditempatkan pada perairan dangkal ataupun perairan dalam dengan dilengkapi lampu penerangan untuk memikat ikan yang

disuplay dari genset. Sebagai penopang FAD digunakan bahan-bahan yang mudah mengapung seperti styrofoam atau kaleng plastik seperti pada gambar 1.

Dari sisi ekonomi, permasalahan utama nelayan adalah tingginya biaya operasional yang dibutuhkan ketika pergi melaut, sementara hasil tangkapan ikan yang didapat tidak pasti. Dari total biaya operasional, 50% digunakan untuk membeli BBM,

selebihnya biaya konsumsi dan pembelian es batu. Untuk nelayan tradisional, umlah tersebut sangat besar, bahkan sering nelayan tidak bisa melaut karena ketidakmampuan membeli BBM (Sardi, 2019).

Ditinjau dari sisi kesehatan dan keselamatan kerja, kepedulian nelayan pada saat melaut sangat minim. Berdasarkan hasil survei terhadap nelayan di daerah Muncar Banyuwangi, hampir tidak pernah dijumpai adanya peralatan keselamatan di kapal nelayan tradisional. Nelayan menganggap bagian dari FAD yang berfungsi sebagai penyedia daya apung dapat difungsikan sebagai peralatan keselamatan (Wibawa, 2016). Hal ini sangat jauh dari kelayakan sebagai peralatan keselamatan karena konstruksi bangunan apung tidak memenuhi standar *bouyant apparatus* sebagai penopang seluruh awak kapal (Wahidin, 2018).



Gambar 1. Bentuk FAD di daerah Muncar, Banyuwangi (Wahidin, 2018)

Pada penelitian sebelumnya oleh Wahidin, dkk. (2018), telah dibuat FAD yang sekaligus dapat digunakan sebagai peralatan keselamatan (liferaft) dan penggunaan solar panel untuk pengganti sumber energi listrik untuk penerangan. FAD dibuat dari polyurethane yang dilapis dengan FRP berbentuk persegi panjang dengan ukuran 1,2 x 0,9 meter. Penopang berbentuk persegi panjang dengan 0,25 x 0,25 meter yang berfungsi sebagai liferaft dengan buoyancy sebesar 138,32 kg. Gambar FAD dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2. FAD pada penelitian sebelumnya (Wahidin, 2018)

Pada penelitian sebelumnya, penopang FAD yang dapat difungsikan sebagai liferaft dengan buoyancy sebesar 138,32 kg masih sangat berat jika benda tersebut diangkat oleh awak nelayan tradisional yang rata-rata jumlahnya tidak lebih dari 6 orang. Didasarkan pada perilaku FAD yang harus dipindah-pindahkan dari satu tempat ke tempat lain, tentunya jika hal ini dilakukan dengan membawanya menggunakan kapal tentunya akan menambah beban pembiayaan penggunaan BBM. Oleh sebab itu, berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini dilakukan re-disain FAD dan memberikan penambahan sistem kendali jarak jauh.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut :

### 2.1 Re-disain Liferaft

Tahap re-disain melakukan disain ulang liferaft meliputi: perhitungan daya apung dan stabilitas liferaft, perhitungan kekuatan dan dimensi konstruksi liferaft, serta tahapan produksi liferaft. Mengingat liferaft merupakan peralatan keselamatan yang difungsikan sebagai *bouyant apparatus* atau peralatan apung bagi crew kapal ketika terjadi kecelakaan kapal, maka liferaft harus dirancang sedemikian rupa sehingga memiliki daya apung minimal yang disyaratkan untuk sebuah liferaft berdasarkan jumlah crew kapal, memiliki stabilitas yang baik, dan juga memiliki kekuatan konstruksi yang baik untuk menahan beban crew kapal dan beban ketika dilemparkan ke air dari ketinggian kapal.

Liferaft yang dirancang dalam penelitian ini juga digunakan sebagai bangunan apung bagi modul FAD, sehingga perancangan liferaft juga harus memperhatikan kemampuan daya apung liferaft untuk menahan berat modul FAD sehingga dapat mengapung dengan aman. Disamping itu, konstruksi liferaft harus dirancang sedemikian rupa sehingga kuat untuk menopang modul FAD secara keseluruhan.

### 2.2 Disain Sistem FAD (*Fish Aggregating Devices*)

Perancangan system FAD meliputi perhitungan jumlah lampu terpasang dan beban tenaga listrik yang dibutuhkan untuk system kendali dan pemancar. Sumber tenaga listrik untuk FAD direncanakan berasal dari panel surya, sehingga pada tahap ini juga dilakukan perhitungan spesifikasi panel surya, kebutuhan baterai/aki serta system pengisian baterai dari panel surya.

### Perencanaan Panel Surya sebagai Pembangkit Listrik

Perencanaan ini dilakukan untuk menentukan ukuran panel surya dan baterai untuk sistem energi matahari dengan kapasitas daya sesuai dengan kebutuhan.

Langkah-langkah perencanaan adalah sebagai berikut :

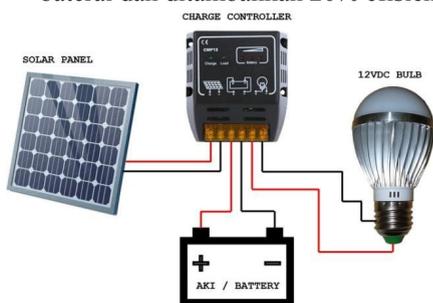
- Menentukan beban total penerangan, sistem penggerak dan panel kontrol.  
Beban Total = Jumlah beban x Lama pemakaian
- Menentukan kapasitas panel surya dalam  $W_p$  (*Watt Peak*)  
 $W_p = \text{Beban total} / \text{waktu cadangan}$   
Waktu cadangan ditentukan berdasarkan letak suatu daerah terhadap penyinaran matahari. diperlihatkan pada tabel berikut :

Garis lintang Lokasi pemasangan	Waktu cadangan ( $t_{res}$ )
0° – 30° (Utara atau Selatan)	5-6 hari
30° – 50° (Utara atau Selatan)	10-12 hari
50° – 60° (Utara atau Selatan)	15 hari

Sumber : Solarex, 1996 : *Discover The Newest World Power,*  
Frederick Court, Maryland, USA

Berdasarkan peta insolasi dunia letak wilayah Indonesia terletak pada 6° LU dan 11° LS maka waktu pencadangan adalah 5.

- Menentukan kapasitas baterai  
 $Ah = \text{Beban total harian} \times \text{jam} / \text{tegangan baterai}$  dan ditambahkan 20% efisiensi



Gambar 3. Perancangan Panel Surya

### Perancangan sistem penggerak

Sebagai penggerak digunakan 2 buah motor DC yang dipasang pada lambung FAD bagian belakang. Motor tersebut telah dilengkapi dengan propeller yang dapat berputar CW dan CCW. Kedua motor tersebut berfungsi sebagai pendorong modul FAD ke depan dan gerakan manuver ke kiri maupun ke kanan. Sebagai penggerak motor digunakan driver motor BTS7960 dengan kemampuan arus 43 A. Pengaturan kecepatan motor menggunakan PWM (Pulse Width Modulation) yang diprogram pada mikrokontroler Arduino Nano Atmega328P dan dikendalikan jarak jauh.

### Perancangan kontrol jarak jauh

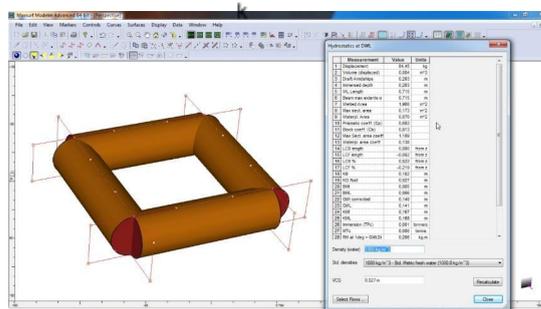
Kontrol jarak jauh (*wireless remote control*) terdiri dari modul transmitter pada FAD dan pada modul *handheld control*. Komunikasi wireless menggunakan transmitter frekuensi 2,4GHz dengan komponen utama NRF24L01. Pada kedua bagian digunakan mikrokontroler Arduino Nano sebagai pengendalinya. Handheld control mengirimkan data ke FAD sebagai perintah untuk mengendalikan gerakan motor pada FAD melalui joystick.



### 3. PEM

#### 3.1. Re-Disain Liferaft

Disain liferaft tersebut memperhatikan kemampuan daya apung terhadap beban total dan kemampuan menahan beban awak kapal pada saat diformasi. Part dengan dimensi memenuhi standar IMO 81 (70). Liferaft berbentuk perse panjang dengan dimensi 81 x 93 cm.



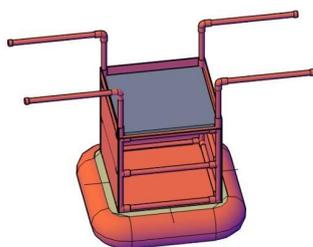
Gambar 5 Re-disain Liferaft

Hasil perhitungan dengan menggunakan software Maxsurf diperoleh karakteristik liferaft ssebagai berikut :

Tabel Karakteristik Hidrostatik Liferaft

Measurement	Value	Units
1 Displacement	84,45	kg
2 Volume (displaced)	0,084	m <sup>3</sup>
3 Draft Amidships	0,203	m
4 Immersed depth	0,203	m
5 WL Length	0,715	m
6 Beam max extents o	0,715	m
7 Wetted Area	1,960	m <sup>2</sup>
8 Max sect. area	0,173	m <sup>2</sup>
9 Waterpl. Area	0,070	m <sup>2</sup>
10 Prismatic coeff. (Cp)	0,683	
11 Block coeff. (Cb)	0,813	
12 Max Sect. area coeff	1,189	
13 Waterpl. area coeff.	0,138	
14 LCB length	0,000	from z
15 LCF length	-0,002	from z
16 LCB %	0,022	from z
17 LCF %	-0,219	from z
18 KB	0,102	m
19 KG fluid	0,027	m
20 BMT	0,065	m
21 BML	0,066	m
22 GMT corrected	0,140	m
23 GML	0,141	m
24 KMT	0,167	m
25 KML	0,168	m
26 Immersion (TPc)	0,001	tonne/c
27 MTC	0,000	tonne.
28 RM at 1deg = GMT.DI	0,206	kg.m

Dari tabel karakteristik diatas diperoleh liferaft mempunyai daya apung (buoyancy) sebesar 84,45kg sehingga dapat difungsikan sebagai buoyancy apparatus yang mampu menahan beban  $84,45/15 = 5,63$  kurang lebih 5 awak kapal. Dengan berat liferaft 15,87kg mampu dengan mudah diangkat oleh awak kapal. Liferat ini juga mampu menahan berat total FAD sebesar 41,12kg. Hasil ini lebih rendah dari disain penelitian sebelumnya yaitu memiliki buoyancy sebesar 138,32 kg (Wahidin, 2018).



Gambar 6 Re-disain FAD

Dengan menggunakan software maxsurf stability untuk hasil perhitungan hambatan dan daya dorong seperti pada tabel berikut :

No.	Speed (Kn)	Froude No. (LWL)	Froude No. (Vol)	KR Barge Resist. (N)	KR Barge Resist. (W)
1	0,000	0,000	0,000	--	--
2	0,500	0,087	0,154	0,60	0,19
3	1,000	0,174	0,308	2,39	1,54
4	1,500	0,261	0,462	5,39	5,20
5	2,000	0,348	0,617	9,58	12,32
6	2,500	0,435	0,771	14,96	24,05
7	3,000	0,522	0,925	21,55	41,57

8	3,500	0,608	1,079	29,33	66,01
9	4,000	0,695	1,233	38,30	98,53
10	4,500	0,782	1,387	48,48	140,29

Berdasarkan data motor yang digunakan sebagai penggerak adalah 60 watt maka diperoleh kecepatan gerak FAD 3,5 knot atau setara dengan 6,5 km/jam.

### 3.2. Perancangan Sistem FAD

FAD digunakan sebagai rumah panel kontrol dan penopang panel surya. Dibuat dari kerangka pipa PVC dengan dimensi 60 x 60 x 50 cm dengan dinding penutup.



Gambar 7 Kerangka FAD



Gambar 8 Liferat

### 3.3. Perhitungan Panel Surya

Perhitungan kebutuhan listrik harian untuk penerangan dan penggerak guna menentukan kapasitas panel surya sebagai berikut :

- Beban lampu penerangan  
Waktu yang dibutuhkan nelayan mencari ikan dalam 1 hari melaut kurang lebih 9-10 jam dengan Lampu yang dibutuhkan 20 watt.  
Daya yang dibutuhkan ( $P_{lampu}$ ) =  $20 \times (9-10) = 180 - 200$  Wh
- Beban motor penggerak  
Motor penggerak dioperasikan pada saat-saat tertentu untuk memindahkan FAD dengan total kurang lebih 0,5 jam. Terdiri dari 2 motor DC 12V 60 watt.  
Daya yang dibutuhkan ( $P_{motor}$ ) =  $60 \times 0,5 = 30$  Wh
- Beban panel elektronik  
Elektronik aktif selama beroperasi dengan beban kurang lebih 0,5 watt

$$\text{Daya yang dibutuhkan (P}_{elka}) = 0,5 \times (9-10) = 4,5 - 5 \text{ Wh}$$

Perhitungan total beban harian :  $P_{total} = (180-200) + 30 + (4,5 - 5) = 214,5 - 235 \text{ Wh}$ .

Dengan rata-rata penyinaran matahari dalam 1 hari 5 jam, maka kapasitas panel yang dibutuhkan :

$$(214,5 - 235)/5 = 42,9 - 47 \text{ Watt}$$

Sehingga dibutuhkan panel surya dengan kapasitas 50 Wp.

### 3.4. Perhitungan Baterai

Baterai yang digunakan adalah jenis lead acid (VRLA) 12V.

Arus yang dibutuhkan saat operasional (9-10jam) :

$$= (214,5 - 235)/12$$

$$= (17,88 - 19,58) \text{ Ah}$$

Kapasitas baterai yang bisa digunakan 80%, atau dengan kata lain 20% yang disisakan.

Dari total beban harian maka kapasitas baterai yang diperlukan:

$$= (17,88 - 19,58) + (17,88 - 19,58) \times 20\% = (18,22 - 19,97) \text{ Ah atau kurang lebih } 20\text{Ah}$$

### 3.5. Perakitan Elektronik Kontrol

Rangkaian elektronik kontrol terdapat pada FAD yang berfungsi untuk menerima data dan mengendalikan motor penggerak dan terdapat pada Handheld sebagai pengirim data untuk mengendalikan FAD. Sebagai otak pengendali menggunakan mikrokontroler Arduino Nano Atmega328P dengan konfigurasi pin sebagai berikut :

Tabel Konfigurasi Pin Mikrokontroler

FAD		Handheld Remote	
Arduino Nano	Device	Arduino Nano	Device
	Transmit ter NRF24L01		Transmit NRF24L
D9/Digital pin	CE	D9/Digital pin	CE
D10/SS (SPI)	CS	D10/SS (SPI)	CS
D13/SCK (SPI)	SCK	D13/SCK (SPI)	SCK
D11/MOSI (SPI)	MO	D11/MOSI (SPI)	MO
D12/MISO (SPI)	MI	D12/MISO (SPI)	MI
	Joystick 1		Driver Motor
A0/Analog pin	X	D7/Digital pin	R PWM
A1/Analog pin	Y	D17/Digital pin	L PWM
D3/Digital pin	SW	D5/PWM	R_EN dar L_EN
	Joystick 2		Driver Motor
A2/Analog pin	X	D8/Digital pin	R PWM
A3/Analog pin	Y	D16/Digital pin	L PWM
D2/Digital pin	SW	D6/PWM	R_EN dar L_EN
	Display OLED		Display LCD
D19/SCL (I2C)	SCL	D19/SCL (I2C)	SCL

D18/SDA (I2C)	SDA	D18/SDA (I2C)	SDA
---------------	-----	---------------	-----

### 3.6. Perakitan Penggerak FAD

Untuk menggerakkan FAD digunakan 2 motor DC 12V dengan konstruksi kedap air dan propeler berdiameter 5 cm. Karakteristik motor berdasarkan hasil percobaan, pada saat didalam air terukur arusnya 2,5 Ampere, sehingga untuk 2 motor dayanya 60 watt. Sebagai penggerak motor digunakan komponen BTS7960 yang memiliki kemampuan arus hingga 43 Ampere. Untuk pengaturan kecepatan motor digunakan metode PWM (Pulse Width Modulator) yang dapat diatur sampai putaran maksimum 3300 rpm.

Input dari mikrokontroler untuk pengaturan kecepatan motor adalah Data 8 bit (0-255) yang dikonversi oleh mikrokontroler menjadi sinyal PWM.

Hubungan antara Data dengan Duty cycle pada PWM :

$$D = \left( \frac{100}{255} \times \text{Data} \right) \%$$

$$\text{Rpm} = D \times 3300$$

Dimana D : Duty cycle

$$\text{Saat Data} = 100$$

$$\text{Duty cycle} = 39,2\%$$

$$\text{Rpm yang dihasilkan} = 1294$$



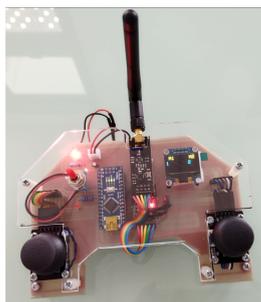
Gambar 9 Pengukuran Sinyal PWM saat Data 100



Gambar 10 Panel kontrol pada FAD

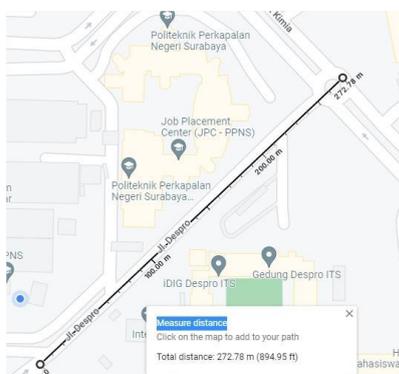
### 3.7. Perakitan Handheld Remote

Handheld remote berfungsi untuk mengendalikan FAD dengan mengirimkan data yang dibaca dari joystick secara wireless. Terdapat 2 joystick untuk mengendalikan kecepatan masing-masing motor DC agar FAD dapat bergerak ke kanan maupun kekiri. Output joystick berupa sinyal analog yang dihasilkan dari potensiometer yang bisa diatur dari 0 – 5 volt. Sinyal tersebut dibaca oleh mikrokontroler dan dikonversikan menjadi data dari (-)255 – (+)255, dimana nilai (-) untuk putaran arah mundur, (+) untuk arah maju, dan 0 netral.



Gambar 11 Handheld Remote Kontrol

Komunikasi antara Handheld dengan FAD digunakan transmitter NRF2401L dengan frekuensi kerja 2,4GHz. Dari hasil percobaan diperoleh jangkauan maksimum 270 m.



Gambar 12 Pengujian jarak jangkau rem

Pada tahap akhir, seluruh komponen dirakit menjadi FAD yang dapat difungsikan sebagai liferaft dan dapat dikendalikan jarak jauh yang diberi nama e-FADL (*electric Fish Aggregating Device and Lieraft*) seperti pada gambar berikut



Gambar 12 e-FADL (Electric Fish Aggregating Device and Lifieraft)

### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian diperoleh disain FAD (*Fish Aggregating Device*) yang sekaligus dapat difungsikan sebagai liferaft dan mampu dikendalikan jarak jauh dengan sumber energi dari panel surya yang diberi nama e-FADL (*electric Fish Aggregating Device and Lieraft*) merupakan perbaikan (re-disain) dari penelitian sebelumnya.

e-FADL mempunyai berat total 41,12 kg yang terdiri dari FAD 15,25 kg dan Lifieraft 15,87 kg dengan daya apung (buoyancy) sebesar 84,45 kg. Dengan demikian liferaft dapat berfungsi sebagai buoyant apparatus yang mampu menahan beban maksimum 5 ABK sesuai untuk kapal tradisional. Panel surya 50 WP untuk mengisi baterai 12v 20Ah mampu digunakan untuk penyalaan lampu 9-10 jam sesuai dengan lamanya nelayan mencari ikan. e-FADL dapat dikendalikan jarak jauh dengan kemampuan maksimum 270m tanpa halangan (LOS). 2 buah motor penggerak mampu mendorong e-FADL dengan kecepatan 6,5km/jam. Berdasarkan hasil pengujian model menunjukkan bahwa liferaft mampu berfungsi sesuai standar Solas 74/96, LSA Code and IMO 81 (70).

### PUSTAKA

- [1] Wibawa, I. P. A. (2016). "Sustainable Fishing Vessel Development by Prioritising Stakeholder Engagement in Indonesian Small-scale Fisheries." PhD Thesis, Newcastle University, UK.
- [2] Wibawa, I. P.A., Wahidin A., Subiyanto L., (2021), "Fish Aggregating Device as Buoyant Apparatus for Improving Safety on Traditional Fishing Vessel", IOP Conference Series : Material Science and Engineering vol.1175, The International Conference on Maritime Technology and its Application (ICOMTA 2020) 12<sup>th</sup> Dec 2020, Surabaya, Indonesia.
- [3] Wahidin, A., Wibawa, I.P.A., Fathullah, Subiyanto, L., Putri, A.,K., (2018), " Perancangan Fish Aggregating Device (FAD) Sekaligus Sebagai Lifieraft Untuk Mendukung Kapal Ikan Berkelanjutan Di Indonesia" , Prosiding Seminar Master, ISSN 2548-1509, PPNS, Surabaya.

- [4] Shobrina, U.J., Primananda, R., Maulana, R., (2018), "Analisa Kinerja Pengiriman Modul Trnasceiver NRF24L01, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol.2,No.4, April 2018, hlm.1510-1517, Universitas Brawiaya, Malang.
- [5] Nasution, M.A., (2019), "Rancang Bangun Alat Kendali Jarak Jauh (Remote Control) untuk Kapal Solar Boat Menggunakan NRF24L01", Skripsi S1, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [6] Sardi, J., Pulungan, A.B., Risfendra, Habibullah, (2019), "Teknologi Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Untuk Sistem Penerangan Pada Kapal Nelayan", *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, Vol. 7 No. 1, 21 – 26, ISSN 2354-869X, Universitas Negeri Padang