

DESAIN KAPAL WISATA DENGAN PENGGUNAAN PANEL SURYA DI LABUAN BAJO

Suci Yanti Ikhlasul Pratiwi, Putra Pratama dan Arif Fadillah

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada

Email: arif_fadillah@ftk.unsada.ac.id

Abstrak

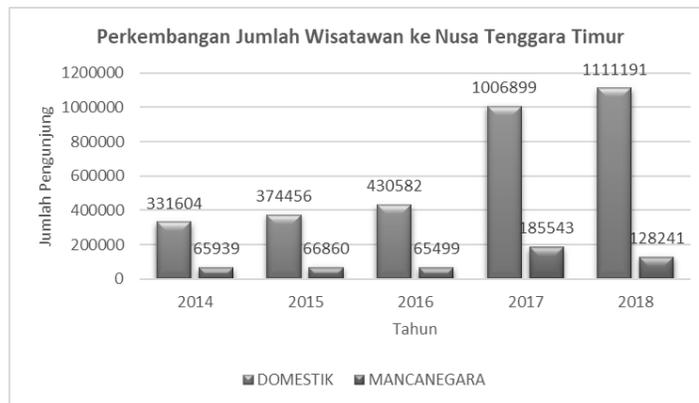
Labuan Bajo termasuk salah satu dari 10 destinasi prioritas wisata di Indonesia. Labuan Bajo terletak di Provinsi Nusa Tenggara Timur, lebih tepatnya ujung paling barat Pulau Flores. Tujuan wisata Labuan Bajo yang banyak di incar adalah berwisata ke pulau-pulau sekitar seperti Pulau Padar, Pulau Rinca, Pulau Kelor, Pulau Kanawa dan lain-lain. Untuk menunjang kegiatan tersebut diperlukan transportasi laut, akan tetapi pengelola kapal di Labuan Bajo masih belum memahami upaya pencegahan pencemaran laut. Kegiatan pariwisata perlu di jaga kelestariannya untuk keselamatan kegiatan wisata seperti pencegahan polusi udara yang disebabkan oleh emisi gas buang pada kapal. Maka dari itu untuk mengatasi permasalahan tersebut dalam penelitian ini dilakukan perancangan kapal wisata ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan tenaga listrik untuk kebutuhan perlengkapan listrik kapal dan tenaga penggerak. Dengan melakukan analisa hambatan, stabilitas, kebutuhan daya listrik, dan jumlah panel yang digunakan pada kapal. Perancangan kapal ini berdasarkan kondisi geografis daerah pelayaran dan beberapa kapal pembanding didapatkan ukuran kapal katamaran, yaitu $L = 14,091$ m, $B = 5,99$ m, $H = 1,90$ m dan $T = 0,83$ m, dengan menggunakan 6 baterai untuk tenaga penggerak, 1 baterai untuk perlengkapan listrik lainnya dan 20 panel surya. Kapal ini memiliki kapasitas maksimum penumpang 21 orang.

Kata kunci: kapal wisata, katamaran, panel surya, motor listrik, Labuan Bajo

PENDAHULUAN

Labuan Bajo merupakan daerah yang memiliki potensi wisata Indonesia dan menjadi prioritas pemerintah dalam penataan dan pengembangan wisatawan. Tempat wisata Labuan Bajo bukan hanya Pulau Komodo saja ataupun Pantai Merah, banyak tempat wisata di antara lain seperti Pulau Rinca, Manta Point, Pulau Padar, Pulau Kelor, Pulau Kambing, Pulau Bidadari, Pulau Kanawa, Gili Laba dan Gua Rangko. Keindahan Labuan Bajo ditetapkan menjadi 10 destinasi prioritas pariwisata karena telah dikenal di seluruh dunia. Untuk menikmati keindahan pulau-pulau di sekitar Labuan Bajo, maka disediakan kapal-kapal wisata penyebrangan antar pulau. Berwisata dengan kapal wisata bisa untuk one day tour atau tour singkat dan living on board atau menginap di kapal. Menurut KUPP Kelas II Labuan Bajo, Sejumlah kapal wisata di Labuan Bajo belum mengerti pencegahan pencemaran laut. Pemerintah melalui Kementerian Badan Usaha Milik Negara (BUMN) melihat perlu adanya perbaikan di segala lini. Hal itu bisa mendorong perekonomian masyarakat dari sektor andalan Labuan Bajo, yaitu pariwisata. Menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2014 – 2018 jumlah wisata mancanegara dan domestik yang datang ke Manggarai Barat mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwa dari tahun ke tahun daerah wisata di Manggarai Barat mengalami jumlah kenaikan pengunjung.





Gambar 1. Perkembangan Jumlah Kunjungan Wisatawan Domestik dan Mancanegara ke Nusa Tenggara Timur

Labuan Bajo menyediakan liburan berupa tour singkat atau *one day trip* untuk wisatawan yang ingin berlibur di Labuan Bajo tetapi hanya memiliki waktu sedikit. Destinasi yang menjadi liburan one day trip di Labuan Bajo adalah Pulau Rinca dan Pulau Kelor. Jarak dari Labuan Bajo-Pulau Kelor-Pulau Rinca-Pulau Kanawa-Labuan Bajo adalah $\pm 24,52$ mil laut. Untuk menunjang kegiatan tersebut peneliti ingin mendesain kapal wisata jenis katamaran dengan menggunakan panel surya sebagai sumber tenaga listrik pada kapal. Peneliti memilih desain kapal dengan lambung katamaran karena katamaran dibandingkan dengan kapal monohull memiliki geladak kapal lebih luas, memiliki stabilitas yang lebih baik, lebih nyaman karena sudut oleng lebih kecil. Dari hasil penelitian sebelumnya yaitu hambatan dan stabilitas pada katamaran lebih baik daripada monohull dan trimaran, dan untuk kemampuan olah gerak katamaran lebih baik daripada trimaran. Dengan menggunakan panel surya sebagai tenaga listrik pada kapal maka dapat mengurangi limbah kapal seperti polusi dari sisa minyak mesin. Desain kapal katamaran dengan panel surya akan membuat perjalanan wisata yang ramah lingkungan dan tetap memperhatikan keamanan dan kenyamanan berlayar dengan dilakukan analisa teknis seperti perhitungan hambatan, stabilitas dan efisiensi penggunaan panel surya dibandingkan dengan penggunaan BBM.

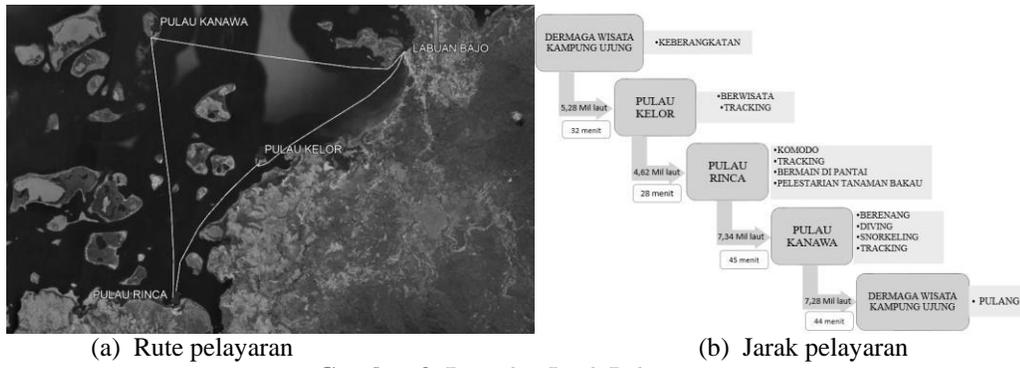
METODE

Metodologi yang digunakan berpacu pada beberapa sumber seperti jurnal, skripsi buku dan lain-lainnya. Dalam membuat desain kapal dilakukan dengan menggunakan *software maxsurf* dan *sketchup* untuk penggambaran model 3D kapal yang direncanakan. Perhitungan hambatan juga dilakukan dengan *software maxsurf* dengan mengacu pada ketentuan kriteria kapal katamaran dengan metode Molland dan dilakukan analisa untuk menentukan daya penggerak yang dibutuhkan pada kapal rancangan. Perhitungan stabilitas dihitung sebagai informasi penunjang dan dihitung dengan metode A.N Krylov dan menggunakan standar IMO.

Penentuan jumlah panel surya yang digunakan berdasarkan kebutuhan listrik pada kapal seperti penerangan, navigasi dan daya penggerak. Setelah menentukan jumlah panel surya maka dihitung kebutuhan baterai untuk penyimpanan listrik juga menghitung jumlah inverter dan *charge controller*. Perencanaan peralatan dan perlengkapan kapal juga di tentukan berdasarkan syarat minimal untuk kapal penumpang pada PM 62 Tahun 2019 dan digambarkan tampak 3D pada *sketchup*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah rute pelayaran dari hasil tinjauan yang sering digunakan untuk one day trip di Labuan Bajo yang di mulai dari Dermaga Kampung Ujung di lanjutkan ke Pulau Kelor kemudian ke Pulau Rinca. Di lanjutkan ke Pulau Kanawa dan balik lagi ke Dermaga Kampung Ujung di Labuan Bajo. Rute ini menepuh jarak 24,52 Mil laut.



Gambar 2. Rute dan Jarak Pelayaran

Dalam penentuan kecepatan kapal rancangan ditentukan berdasarkan jarak tempuh dan waktu perjalanan yang dibutuhkan. Pada analisa ini jarak tempuh yaitu 24,52 mil laut, diasumsikan dapat ditempuh dalam waktu 2,45 jam. Maka kecepatan kapal rancangan dapat ditentukan sebagai berikut.

Kecepatan yang dibutuhkan = $\frac{\text{Jarak}}{\text{waktu}}$

Dengan rincian kecepatan yang dibutuhkan pada tiap jarak tempuh sebagai berikut:

$$\text{Labuan Bajo – Pulau Kelor} = \frac{5,280 \text{ mil laut}}{0,528 \text{ jam}} = 10 \text{ knot}$$

$$\text{Pulau Kelor – Pulau Rinca} = \frac{4,620 \text{ mil laut}}{0,462 \text{ jam}} = 10 \text{ knot}$$

$$\text{Pulau Rinca – Pulau Kanawa} = \frac{7,340 \text{ mil laut}}{0,734 \text{ jam}} = 10 \text{ knot}$$

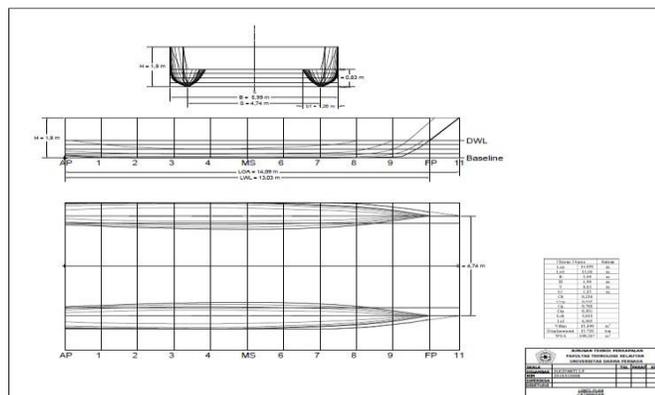
$$\text{Pulau Kanawa – Labuan Bajo} = \frac{7,280 \text{ mil laut}}{0,729 \text{ jam}} = 10 \text{ knot}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dalam 1 trip kecepatan kapal rancangan adalah 10 knot. Dengan asumsi waktu perjalanan 1 trip adalah 10 jam dari jam 07.00-17.00. Dengan mengacu kepada parameter rasio dan data geografis daerah berdasarkan model demihull *Southampton catamaran series (Ship Resistance and Propulsion)*. Untuk mendesain kapal dengan ukuran yang sudah di dapat, peneliti menggunakan *software maxsurf* dengan analisa hasil yang di dapat sebagai berikut.

Tabel 2. Ukuran Utama Kapal Rancangan

Ukuran Utama						
Loa	14,091 m	H	1,900 m	Cb	0,236	Vdisp 15,340 m ³
Lwl	13,030 m	T	0,830 m	Cwp	0,965	
B	5,990 m	Cm	0,301 m	Cp	0,783	

Sumber : Perhitungan pribadi



Gambar 3. Lines plan kapal rancangan

Hasil analisa hambatan pada kapal rancangan

Dalam perhitungan hambatan desain kapal wisata katamaran menggunakan *software maxsurf* dengan kriteria dari *Insel & Molland* (1992) untuk kapal jenis katamaran dengan kecepatan kapal 10 knot didapatkan total hambatan 8,2 kN dengan power 42,265 kW. Berdasarkan hasil analisa hambatan tersebut maka motor listrik yang digunakan kapal rancangan dengan spesifikasi sebagai berikut.

<i>Merk</i>	: <i>Deep Blue RL</i>
<i>Input Power (continous in kW)</i>	: 27,6
<i>Propulsive in kW</i>	: 16,2
<i>Comparable petrol outboards (shaft power)</i>	: 40 HP
<i>Maximum overall efficiency in %</i>	: 54
<i>Motor weight without battery in kg</i>	: 139

Hasil analisa stabilitas pada kapal rancangan

Diasumsikan kapal pada muatan dalam kondisi penuh dan mengacu kepada kriteria Intact Stability (IS) High Speed Craft (HSC) 2000 Annex 7 Multihull dan IMO A.749 (18) Chapter 3. Dengan hasil analisa stabilitas sebagai berikut :

Tabel 3. Analisa pada muatan penuh

Criteria	Nilai Minimal	Nilai perhtiungan	Satuan	Status
<i>Angle of maximum GZ</i>	10	23,6	<i>degree</i>	Pass
<i>Area 0 to 30</i>	0,055	38,8	meter.rad	Pass
<i>Area 0 to 40</i>	0,090	56,139	meter.deg	Pass
<i>Area 30 to 40</i>	0,030	17,332	meter.deg	Pass
<i>Max GZ at 30 or greater</i>	0,2	1,796	meter	Pass
<i>Initial GMt</i>	0,15	9,064	meter	Pass

Sumber : Perhitungan pribadi

Perhitungan Konsumsi Kebutuhan Daya Listrik Kapal

1. Peralatan Navigasi pada Kapal

Tabel 4. Kebutuhan perlengkapan navigasi

Nama	Peralatan	Jumlah (Unit)	Konsumsi Daya (watt)	Total Daya (Watt)
Komunikasi	Radio (JSS-2150)	1	150	150
Giro Kompas	<i>Sensor unit</i>	1	140	140
	<i>Distribution unit</i>	1	36	36
	<i>Operator unit</i>	1	6	6
	<i>Per Analogue Repeater</i>	1	7	7
	Radar	<i>Furuno FR 1715</i>	1	2200
Navigation Light	<i>Red (Port side)</i>	1	0,54	0,54
	<i>Green (Star board side)</i>	1	0,54	0,54
	<i>Stern</i>	1	0,54	0,54
GPS Compass	<i>White (Light Sea)</i>	1	0,54	0,54
	<i>JLR-7500</i>	1	10	10
Inmarsat	<i>FleetBroadband JUE-251</i>	1	160	160
				$\Sigma = 2711,16$

Sumber : Perhitungan pribadi



2. Kebutuhan perlengkapan

Tabel 5. Kebutuhan perlengkapan

Nama	Peralatan	Jumlah (Unit)	Konsumsi Daya (watt)	Total Daya (Watt)
Tv	Samsung 46 inch	2	143	286
Dispenser	Toshiba RWF-W1615BN	1	190	190
AC	Webasto Bluecool SC5	1	483	483
Kulkas	Polytron Showcase Allure 230L	1	180	180
				$\Sigma = 1139$

Sumber : Perhitungan pribadi

3. Kebutuhan daya penggerak

Tabel 6. Kebutuhan daya penggerak

Nama	Peralatan	Jumlah (Unit)	Konsumsi Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
Motor listrik	Deep blue 25 RL	2	27600	55200

Sumber : Perhitungan pribadi

4. Kebutuhan penerangan

Tabel 7. Kebutuhan penerangan

Nama	Jumlah	Konsumsi Daya (watt)	Total Daya (watt)
Lampu Ruangan Penumpang	4	20	80
Lampu Toilet	1	20	20
Lampu Ruang Navigasi	2	20	40
			$\Sigma = 140$

Sumber : Perhitungan pribadi

Dengan asumsi pemakaian sehari selama berlayar 2,45 jam , total daya listrik yang dibutuhkan kapal rancangan untuk perlengkapan kapal adalah 9775,9 Wh atau 9,776 kWh dan daya listrik untuk penggerak kapal adalah 135240 Wh dan 135,240 kWh.

Pemilihan panel surya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan daya listrik kapal dengan asumsi efektivitas sinar foton yang didapat panel surya selama 4,5 jam adalah sebagai berikut:

Spesifikasi Panel surya yang digunakan

- *Maximum power (pmax)* = 510 Wp
- *Voltage at Maximum Power (Vmpp)* = 48,73 V
- *Current at Maximum Power (Impp)* =10,47 A
- *Open Circuit Voltage (Voc)* =59,05 V
- *Panel Efficiency* = 19,9%
- *Dimension (mm)* = 1956 x 1310 x 45
- *Weight (kg)* = 26

Maka total daya yang dapat dihasilkan panel selama 4,5 jam adalah:

Total efisiensi PV = 510 W x 19,90 % = 101,49 W

Total daya panel yang di hasilkan selama 4,5 jam adalah

= 101,5 W x 4,5 jam = 456,75 Wh.

Jumlah perlengkapan listrik kapal dibutuhkan 9,776 kWh, maka di dapat:

Total PV = 510 W x 20 panel = 10200 W atau 10,2 kW.

Dari perhitungan diatas dengan hasil yang dapat memenuhi kebutuhan perlengkapan listrik kapal menggunakan panel



sebanyak 20 unit.

Kebutuhan *solar charge controller* untuk panel surya dengan spesifikasi sebagai berikut.

- *Merk* = MPPT Solar charge
- *Type* = 6015 A
- *Battery system voltage* = 24 Vdc
- *Max. Output current* = 60 A
- *Max. Charging current continous* = 60 A
- *Max. PV open circuit voltage* = 145 Vdc

Maka dapat di tentukan *solar charge controller* yang dibutuhkan sebanyak:

$$\text{Jumlah charge} = \frac{60 A}{10,47 A} = 5 \text{ unit panel}$$

$$\text{Jumlah charge yang dibutuhkan} = \frac{20 \text{ unit panel}}{5} = 4 \text{ unit}$$

Arus *output* untuk 1 *charge controller*

$$I = 10,47 A \times 5 \text{ unit} = 52,35 A \text{ (Arus output maksimasi charge controller 60 A)}$$

Arus *output* untuk 4 *charge controller*

$$I = 60 A \times 4 \text{ unit} = 240 A$$

Jadi, kapasitas arus *charge controller* untuk pemakaian selama 2,45 jam adalah :

$$\text{Kapasitas charge} = 60 A \times 4 \text{ unit} \times 2,45 \text{ jam} = 588 \text{ Ah}$$

Daya yang dihasilkan untuk 4 unit *charge* adalah :

$$\text{Daya} = 240 A \times 24 V = 5760 W \text{ atau } 5,76 \text{ kW}$$

Penentuan jumlah baterai yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya penggerak listrik kapal sebesar 135,240 kWh. Dengan pemakaian selama 2,45 jam di rencanakan memakai baterai dengan spesifikasi sebagai berikut.

- *Merk* = BMW i3 Battery
- *Nominal Voltage* = 360 V
- *Capacity* = 40 kWh
- *Weight* = 278 kg
- *Dimension* = 1660 x 964 x 174 mm

Maka dapat ditentukan jumlah baterai yang dibutuhkan sebagai berikut.

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{135,240 \text{ kWh}}{40 \text{ kWh}} = 3,38 = 4 \text{ unit}$$

Daya keseluruhan baterai yang dihasilkan

$$= 40 \text{ kWh} \times 4 \text{ unit} = 160 \text{ kWh.}$$

Penentuan jumlah baterai yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya perlengkapan listrik kapal sebesar 9,776 kWh. Di rencanakan memakai baterai dengan spesifikasi sebagai berikut.

- *Merk* = LG Chem M48218P5B
- *Energy* = 11,2 kWh
- *Capacity* = 290 Ah
- *Nominal voltage* = 51,4 V
- *Dimension* = 445 x 110 x 915 mm
- *Weight* = 68 kg

Maka dapat ditentukan jumlah baterai yang dibutuhkan sebagai berikut.

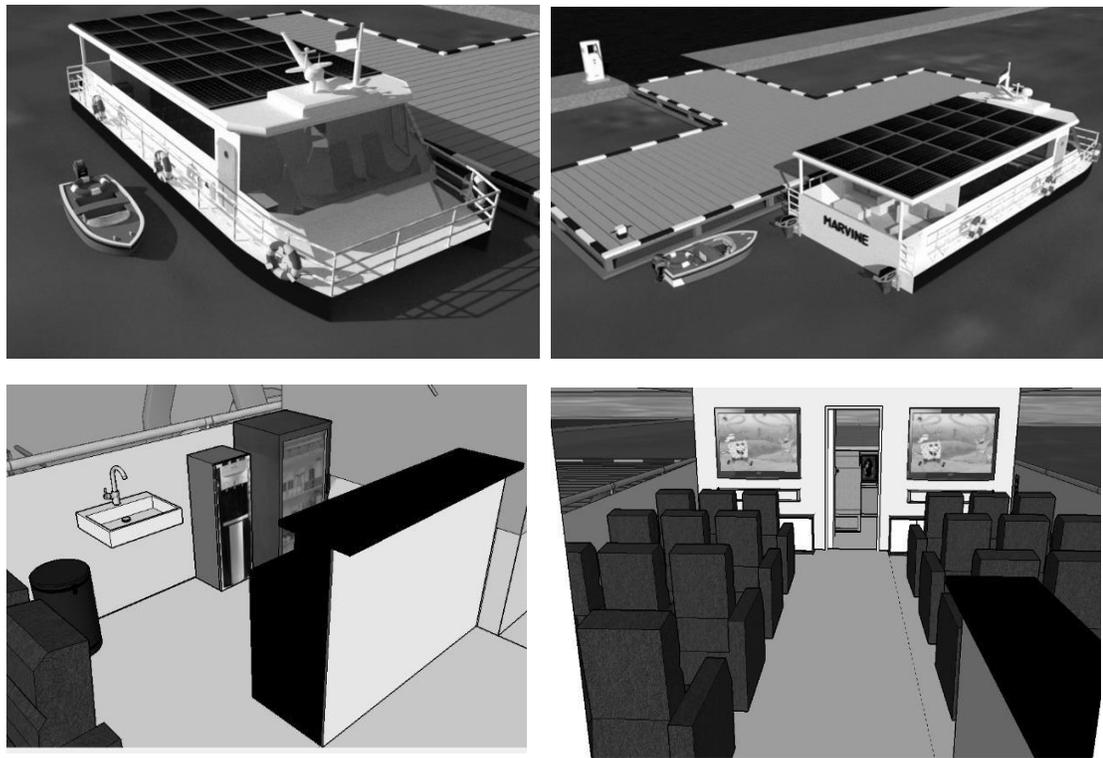
$$\text{Jumlah baterai} = \frac{9,776 \text{ kWh}}{11,2 \text{ kWh}} = 0,87 = 1 \text{ unit}$$

Jumlah inverter yang digunakan adalah dengan spesifikasi sebagai berikut.

- *Ac nominal output power* = 4000 W
- *Max.AC power* = 1000 W
- *Max. AC current* = 23 A
- *Power factor* = 0,99 W

$$\text{Jadi jumlah yang dibutuhkan adalah} = \frac{10200 W}{4000 W} = 2,4 = 3 \text{ unit.}$$

Berikut adalah gambar dari hasil pembuatan model 3D kapal wisata katamaran yang digambar menggunakan aplikasi *sketchup*.



Gambar 3. 3D kapal wisata katamaran

Dari hasil analisa perbandingan antara penggunaan BBM dan energi listrik untuk biaya dan perawatan lebih unggul penggunaan energi listrik di banding pemakaian BBM karena lebih ramah lingkungan. Dengan hasil perbandingan sebagai berikut.

Tabel 8. Perbandingan efisiensi antara mesin diesel dan motor listrik

Item	Mesin diesel	Elektrik
Harga bahan bakar	Rp 553.779	Rp 144.543
Berat total	0,70 ton	1,946 ton
<i>Energy consumption</i>	58,08 liter/hari	145,016 kWh
<i>Maintenance</i>	Per 7 bulan	Per 9 tahun
Pergantian pelumas	Per 250 jam	Per 250 jam
Polusi	<i>Yes</i>	<i>No</i>

Sumber : Analisa pribadi

KESIMPULAN

1. Pada penentuan ukuran utama kapal rancangan untuk wisata di Labuan Bajo didapatkan ukuran yaitu panjang 14,091 m, lebar 5,99 m dan tinggi 1,90 m dengan kapasitas 21 orang dan *crew* 2 orang. Dengan fasilitas kapal rancangan sebagai berikut.
 - a. Ruang navigasi
 - b. Ruang penumpang, antara lain: Tempat duduk (*reclining seat*), Toilet (toilet duduk, wastafel dan tempat sampah), TV, kulkas, dispenser, wastafel cuci tangan, tempat sampah
 - c. Fasilitas keselamatan seperti *Life jacket*, *Lifebuoy*, Peralatan medis, *Fire extinguisher*, *Emergency boat*

2. Dari analisa hambatan didapat dengan nilai tahanan sebesar 8,2 kN pada kecepatan 10 knot dan analisa stabilitas memenuhi kriteria berdasarkan peraturan IMO. Dari hasil perhitungan hambatan dan daya penggerak maka di dapat motor listrik yang digunakan kapal rancangan dengan spek sebagai berikut.
 - *Merk* : *Deep Blue 25 RL*
 - *Input power in kW* : 27,6
 - *Shaft power* : 40 HP
 - *Weight without battery* : 139 kg
3. Didapat dari perhitungan kebutuhan daya listrik kapal selama 2,45 jam untuk perlengkapan adalah 9,776 kWh dengan menggunakan baterai sebesar 11,2 kWh sebanyak 1 unit dan jumlah panel surya untuk memenuhi kebutuhan daya baterai adalah 20 panel dengan daya setiap panelnya 510 W. Untuk tenaga penggerak dibutuhkan daya listrik 135,240 kWh dengan menggunakan baterai dengan daya 40 kWh per baterai sebanyak 4 unit dan 2 unit untuk cadangan. Dengan jumlah panel yang tersedia di kapal untuk mengisi daya baterai tenaga penggerak tidak dapat memenuhi maka dari itu baterai tenaga penggerak harus di *charge* penuh di pelabuhan.
4. Kapal dengan menggunakan tenaga listrik lebih menguntungkan mengingat bahan bakar fosil sudah mulai menipis dan lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan pemakaian bahan bakar.

REFERENSI

- Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif/Badan Pariwisata dan Ekonomi Kreatif 2019
- Nugraha, A. K. 2017. Analisa Peningkatan Performa Hambatan Kapal Katamaran MV.Laganbar menggunakan Centerbulb dan Bulbous Bow dengan Metode Computation Fluid Dynamic (CFD) *.Jurnal Teknik Perkapalan* , Vol. 5.
- Adietya, B.A. dan Gustiarini, E.D. 2018. Studi Perbandingan Performa Kapal Trimaran, Katamaran, dan Monohull Sebagai Kapal Penyebrangan di Kepulauan Karimunjawa . *KAPAL* , Vol. 15.
- Duffie, John A. And William A.B. 2013. *Solar Engineering of Thermal Processes: Fourth Edition. United States of America.*
- Peraturan Menteri perhubungan Republik Indonesia nomor 62 tahun 2019 Tentang Standar Pelayanan Minimal Angkutan Penyebrangan.
- Lunde, J. Peter, “Solar Thermal Space Heating and Hot Water System”, John Wiley and Sons, 1994.
- Matsushita Battery Industrial Co.,Ltd, “Solar Cells Technical Handbook”, 1998/1999.
- International Maritime Organization (IMO), (2008): Stability criteria for all types of ships, International Maritime Organization, London.*
- Molland, Anthony F.,Turnock, Stephen R. and Hudson, Dominin A. *Ship Resistance and Propulsion: Practical Estimation Of Ship Propulsive Power, Cambridge University Press, New York*
- Derrett, D.R. 1991. *Ship Stability for Master and Mates. Fourth Edition, Revised.* Great Britanian : B.H Newnes.
- Fadillah, A. Manullang,S. And Irvana,R. 2018. *Economic Calculation and Gas Emissions from Solar Energy Utilization on Fishing Vessels 10 and 30 GT in the South Coast of Java Island.* Jurnal Seminar MASTER PPNS. Vol. 3 (105-114)
- Rambu, Beverly. 2019. “Kapal Wisata Labuan Bajo Belum Peduli Kebersihan Laut”, <https://www.victorynews.id/kapal-wisata-labuan-bajo-belum-pedulikan-kebersihan-laut/>, diakses pada 21 April 2020 pukul 19.57

