

Desain Kapal Ikan Hibrida Berbahan Dasar *High Density Polyethylene* Sebagai Penunjang Potensi Laut Provinsi Kepulauan Riau

Muhammad Iqbal dan Wasis Dwi Aryawan.

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, 60111
e-mail: wasis@na.its.ac.id

Abstrak—Sektor perikanan merupakan salah satu sektor dengan potensi terbesar pada wilayah Provinsi Kepulauan Riau dikarenakan lebih dari 96% luas wilayah merupakan lautan, namun potensi yang sangat besar ini justru seringkali dimanfaatkan oleh kapal-kapal berbendera asing untuk melakukan praktek *illegal fishing* pada daerah *fishing ground* Kepulauan Riau, khususnya perairan Natuna. Kapal-kapal ikan berbendera Indonesia pada daerah Kepulauan Riau masih belum maksimal dalam memanfaatkan potensi ini dikarenakan jumlah armada kapal yang masih sedikit, dan juga penerapan teknologi yang masih sederhana/konvensional. Dengan maksud untuk menunjang pemanfaatan potensi sektor perikanan Provinsi Kepulauan Riau yang masih berada diangka 4-6%, maka pada Tugas Akhir ini akan didesain kapal ikan hibrida berbahan dasar plastik HDPE yang mempunyai tiga sumber daya utama yang merupakan energi terbarukan yakni angin (*Vertical Axis Wind Turbines*), sinar matahari (*Photovoltaic Panel*) dan juga gas hidrogen (*Fuel Cell*) yang langsung diproduksi *On-Board* dari air laut. Hasil dari Tugas Akhir ini berupa kapal dengan *payload* 30.5 ton ikan, 8 orang crew, dengan ukuran utama kapal L: 21 m; B: 5.5 m; H: 2.5 m; T: 1.5; Vs: 8 Knot dengan rute pelabuhan perikanan Karimun menuju pelabuhan perikanan Natuna.

Kata Kunci—Kapal Ikan Hibrida, *Fuel cell*, VAWT, *Photovoltaic panel*.

I. PENDAHULUAN

SEKTOR perikanan merupakan salah satu sektor potensial dalam menyumbang penghasilan negara Indonesia yang selama ini sering terabaikan, dikarenakan pembangunan dan seluruh aktivitas negara berfokus pada sektor darat. Hal ini juga ditandai dengan jumlah kapal ikan yang ada di Indonesia hanya mencapai angka 4.470 unit berdasarkan data kapal ikan yang terdaftar pada website resmi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) yang jika dibandingkan dengan negara produsen ikan lainnya seperti China sudah mencapai angka lebih dari 200.000 unit kapal ikan dengan hasil tangkapan mencapai 61,7 juta ton pada tahun 2013. Meskipun demikian sektor perikanan tetap menjadi salah satu sumber pendapatan negara yang cukup besar, data pada tahun 2017, produksi perikanan tangkap mencapai 7,7 juta ton dengan nilai Rp 158 triliun.

Hal yang juga menjadi sorotan belakangan ini ialah Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 711 yang meliputi perairan Selat Karimata, Laut Natuna, dan Laut Cina Selatan (Kepulauan Riau) seringkali diberitakan

bahwa banyak terjadi penangkapan ikan ilegal oleh kapal-kapal ikan berbendera asing. Faktor yang menjadi penyebab adalah lemahnya pengawasan negara Indonesia terhadap perbatasan teritorial laut pada wilayah ini, dan juga kurangnya pemanfaatan potensi kelautan oleh nelayan dalam negeri yang dapat disebabkan oleh kurangnya jumlah armada kapal ikan dan juga kurangnya teknologi yang digunakan pada kapal ikan sehingga memiliki banyak keterbatasan dalam mencari tangkapan ikan. Padahal jika melihat data yang ada, potensi sumber daya ikan laut di Laut Cina Selatan (WPP 711) diperkirakan sebesar 1.057.050 ton/tahun dan diperkirakan wilayah perairan laut Kepulauan Riau memiliki potensi sumber daya ikan sebesar 860.650,11 ton/tahun meliputi ikan pelagis besar sejumlah 53,802.34 ton/tahun, ikan pelagis kecil sejumlah 506.025.30 ton/tahun, ikan demersal sejumlah 272.594,16 ton/tahun, ikan karang sejumlah 17.562.29 ton/tahun, lainnya (cumi, udang, lobster) sejumlah 10.666,02 ton/tahun [1].

Oleh karena itu, dalam penelitian ini, akan didesain kapal ikan hibrida berbahan dasar plastik HDPE sebagai penunjang pemanfaatan potensi laut Provinsi Kepulauan Riau yang memanfaatkan energi terbarukan berupa angin, sinar matahari dan juga gas hidrogen.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kapal Penangkap Ikan

Kapal penangkap ikan merupakan kapal yang dikonstruksi dan digunakan khusus untuk menangkap ikan sesuai dengan alat penangkap dan teknik penangkapan ikan yang digunakan termasuk menampung, menyimpan dan mengawetkan [2].

Berdasarkan data dari website resmi FAO, pada tahun 2004, terdapat 4 Juta kapal penangkap ikan komersial dimana 1,3 juta merupakan kapal yang memiliki geladak tertutup dan 40 ribu diantaranya berbobot lebih dari 100 ton. Sekitar 2/3 dari 4 Juta kapal tersebut merupakan perahu penangkap ikan tradisional yang masih digerakkan dengan layar dan dayung.

Kapal ikan dibedakan berdasarkan jenis alat tangkap dan juga metode penangkapan ikan yang dilakukan, diantaranya sebagai berikut [3] :

1) *Seiners*

Kapal ikan jenis *seiners* atau sering juga disebut *purse seine* merujuk pada kapal ikan yang menggunakan alat tangkap

berupa pukat/*seine*, jenis kapal ini biasa digunakan untuk menangkap ikan yang berada dekat permukaan air laut.

2) *Longliners*

Kapal ikan jenis *Longliners* merupakan salah satu jenis kapal ikan *troller/trawler*, namun pada kapal *troller* pada saat menangkap ikan akan menggunakan banyak tali pancing, sementara pada *Longliners* hanya menggunakan satu tali pancing yang sangat panjang yang dilengkapi dengan kurang lebih 1000 umpan.

3) *Gillnetters*

Kapal ikan jenis *Gillnetters* merujuk pada kapal yang menggunakan alat tangkap *gillnet/jaring insang* untuk menjebak ikan yang akan tersangkut di jaring pada bagian insangnya. Alat tangkap jenis ini dapat dioperasikan baik dengan cara manual ataupun dibantu teknologi otomatis untuk hasil tangkapan ikan yang lebih baik

4) *Crabbers*

Crabbers merupakan kapal ikan yang bertujuan utama menangkap jenis tangkapan laut *crustacea* seperti lobster dan kepiting. Kapal ikan jenis ini dilengkapi dengan alat tangkap khusus berupa perangkap yang diletakkan pada dasar laut untuk menjebak biota laut *crustacea*.

5) *Trawlers*

Trawlers merupakan jenis kapal ikan yang sangat umum ditemui dalam dunia perikanan. Seperti namanya, alat tangkap pada kapal ini berupa jaring pukat/*trawl* yang digunakan untuk menangkap jumlah ikan yang banyak pada permukaan dalam sekali pengoperasian alat tangkap ini. Pada kapal jenis ini proses penangkapan ikan berlangsung dengan pukat yang dilemparkan ke laut lalu ditarik oleh kapal yang bergerak maju ke depan. Terdapat tiga konfigurasi peralatan tangkap yakni *side trawler*, *beam trawler* dan juga *stern trawler*.

6) *Drifters*

Drifters mengacu pada jenis kapal ikan yang menggunakan alat tangkap berupa jaring penyeret untuk mengangkut dan menjebak ikan. Jaring yang dilemparkan ke laut akan jatuh seperti tirai dan alat tangkap jenis ini biasa digunakan untuk menangkap ikan jenis pelagik kecil yaitu haring/*herring*.

7) *Factory Ship*

Factory ship merupakan jenis kapal ikan yang berfungsi seperti pabrik ikan di darat untuk menangkap dan juga mengolah hasil tangkapan menjadi produk setengah jadi atau produk jadi seperti ikan kaleng. Beberapa jenis *factory ship* tidak menangkap ikan secara langsung, melainkan hanya mengumpulkan hasil tangkapan dari beberapa kapal penangkap ikan lalu melakukan proses pengolahan *on-board* untuk selanjutnya dibawa ke darat dalam bentuk produk jadi.

B. Alat Penangkap Ikan

Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan (PERMEN-KP) Republik Indonesia Nomor 71 tahun 2016 pada Bab III Pasal 6 terdapat 10 kelompok alat penangkapan ikan (API) yang digunakan pada WPPNRI (Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia, yaitu:

1) *Jaring lingkaran (surrounding nets)*

API jenis ini biasa digunakan pada kapal jenis purseiners. Jaring lingkaran juga biasa disebut pukat cincin (*Purse seine*) yang

dioperasikan dengan melingkarkan jaring seperti cincin untuk menjerat ikan.

2) *Pukat tarik (seine nets)*

API jenis ini dioperasikan dengan cara disebar ke area segerombolan ikan lalu pukat ditarik ke arah kapal yang sedang berhenti atau lego jangkar atau ke arah darat/pantai. Pengoperasian API jenis ini dapat dilakukan pada permukaan, pertengahan dan juga dasar perairan. Pukat tarik dibagi menjadi dua yakni pukat tarik pantai dan pukat tarik berkapal (*dogol/danish seines*, *scottish seines*, *pair seines*, payang, cantrang dan juga lempara dasar).

3) *Pukat hela (trawls)*

API jenis ini sudah dilarang untuk dioperasikan pada beberapa area penangkapan ikan di seluruh Indonesia khususnya untuk pukat hela yang dioperasikan pada dasar perairan, namun pada kenyataannya masih terdapat kapal ikan yang menggunakan pukat hela/*trawls*. Secara sekilas bentuk API ini sama seperti jenis pukat tarik, namun yang membedakan ialah pada saat pengoperasian yakni pukat hela akan disebar ke area yang terdapat banyak ikan, kemudian pukat hela akan ditarik oleh kapal yang melaju dengan kecepatan tertentu. Pukat hela terdiri dari pukat hela dasar (*bottom trawls*), pukat hela pertengahan (*midwater trawls*), pukat hela kembar berpapan (*otter twin trawls*) dan pukat dorong.

4) *Penggaruk (dredges)*

API jenis ini dioperasikan dengan cara seperti penggaruk dasar perairan dengan sasaran ikan karang dan juga biota karang. Penggaruk/*dredges* yang biasa digunakan terdiri dari penggaruk berkapal (*boat dredges*) dan penggaruk tanpa kapal (*hand dredges*) yang dioperasikan secara manual oleh nelayan dari pesisir pantai.

5) *Jaring angkat (lift nets)*

API jenis ini terdiri dari anco (*portable lift nets*), jaring angkat berperahu (*bouke ami* dan *bagan berperahu*) dan juga bagan tancap. Jaring angkat dioperasikan dengan bantuan outrigger pada kedua sisi kapal sebagai tumpuan jaring yang akan diturunkan ke permukaan air. Stabilitas kapal menjadi hal yang penting dikarenakan gerakan tambahan dari ikan yang terjatuh pada kedua sisi kapal dapat mengganggu kestabilan kapal.

6) *Alat yang dijatuhkan (falling gears)*

API jenis ini terdiri dari jala jatuh berkapal (*cast nets*) dan juga jala tebar. Pengoperasian API ini ialah dengan menebar jala ke dalam air, setelah beberapa saat, tali pengunci bagian bawah jala ditarik dan jala akan menutup untuk menjerat ikan kemudian ditarik ke geladak kapal.

7) *Jaring insang (gillnets and entangling nets)*

API jenis ini terdiri dari jaring insang tetap, hanyut, lingkaran, berpancang, berlapis dan juga *combined gillnets-trammel net*. Pada dasarnya API jenis jaring insang merupakan alat tangkap pasif/tidak bergerak sehingga tidak membutuhkan daya lebih untuk selama proses penangkapan/penjeratan ikan.

8) *Perangkap (traps)*

API jenis ini terdiri dari *stationary uncovered pound nets/set net*, bubu (*pots*), bubu bersayap (*fyke nets*), *stow nets* (togo), pukat labuh, ambai, jermal, pengerih), muro ami, seser dan

lainnya. API jenis perangkap/*traps* digunakan untuk menangkap secara spesifik ikan dan juga krustasea pada bagian dasar perairan.

9) *Pancing (hooks and lines)*

API jenis ini terdiri dari *handline and pole-lines/hand operated* (pancing ulur, pancing berjoran, *huhate* dan *squid angling*), *handline and pole-lines/mechanized (squid jigging* dan *huhate* mekanis), rawai dasar, rawai hanyut (rawai tuna dan rawai cucut), tonda (*trolling lines*) dan pancing layang-layang. Pengoperasian API jenis ini ialah dengan menggunakan kail yang digantungkan pada seutas tali yang panjang untuk memancing ikan bergerombol menuju permukaan air.

10) *Alat penjepit dan melukai (grappling and wounding)*

API jenis ini terdiri dari tombak, ladung dan juga panah. Pengoperasian API jenis ini dilakukan secara manual yakni nelayan akan menyelam menuju gerombolan ikan secara perlahan lalu pada saat yang tepat akan dilepaskan tombak ataupun anak panah untuk melukai dan menangkap ikan.

C. *High Density Polyethylene (HDPE)*

High Density Polyethylene (HDPE) merupakan salah satu jenis *thermoplastic* yang memiliki kekakuan tinggi dengan nilai densitas 946-972 kg/m³. HDPE memiliki beberapa keunggulan sebagai bahan dasar lambung kapal yakni memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi, pertumbuhan *biofouling*, cairan kimia agresif dan juga sinar UV [4].

D. *Kapal HDPE*

Kapal HDPE adalah kapal yang terbuat dari material *thermoplastic*. Produksi kapal *poliethylene* densitas tinggi memiliki dua metode utama, yaitu metode *rotating molding* dan metode pengelasan. Metode *rotating molding* merupakan metode pertama yang digunakan untuk memproduksi kapal *poliethylene*. Penggunaan cetakan berbahan pelat baja yang nantinya akan dipanaskan dan diputar, hal tersebut bertujuan agar bijih plastik yang telah meleleh dapat menempel dipermukaan cetakan. Metode kedua adalah metode dengan pengelasan. Ada tiga jenis utama dari pengelasan HDPE, *Butt Welding*, *Tack Welding* dan *Extrusion Welding* [5].

E. *Hybrid System*

Seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, dewasa ini mulai dikembangkan teknologi yang ramah lingkungan dan tidak menghasilkan emisi buangan seperti pengalihan penggunaan mesin diesel menuju penggunaan mesin elektrik.

Energy Observer merupakan kapal yang dikonversi dari *racing boat* menjadi kapal penelitian pertama di dunia yang menggunakan tenaga berupa gas hidrogen yang diproduksi langsung di kapal.

Misi utama dari kapal penelitian ini adalah berkeliling dunia untuk membuktikan bahwa dengan daya yang berasal dari energi terbarukan ramah lingkungan mampu digunakan dalam ekspedisi selama 6 tahun, mengunjungi 50 negara, dengan 101 pemberhentian dimulai dari tahun 2017 hingga 2022. Energi listrik yang merupakan daya utama pada kapal Energy Observer diperoleh dari tiga sumber energi terbarukan yakni sinar matahari, angin, dan Hidrogen [6].

F. *Proses Produksi Hidrogen*

Proses produksi gas hidrogen dari air laut dibagi menjadi tiga, yakni:

1) *Proses Desalinasi*

Prinsip kerja desalinator pada dasarnya ialah memurnikan air laut menjadi air tawar (H₂O) dengan menyisihkan campuran lain pada air laut seperti kandungan mineral, garam, serta zat-zat residu lainnya.

2) *Proses Elektrolisis*

Proses reaksi elektrolisis membutuhkan sejumlah energi listrik untuk melepaskan ion-ion yang berikatan pada suatu senyawa. Listrik yang dialirkan pada sel elektrolisis akan menghasilkan ion-ion yang terbentuk pada elektroda positif (anoda) dan juga elektroda negatif (katoda).

3) *Proses Kompresi*

Dikarenakan pada keadaan standar/suhu ruangan (STP) sifat dari gas hidrogen memiliki densitas sangat rendah yaitu hanya $\rho_{H_2} = 0,08988 \text{ kg/m}^3$, maka pada umumnya penyimpanan gas hidrogen dalam wujud gas berada pada kisaran tekanan 150-350 bar atau lebih.

G. *Fuel Cell*

Fuel cell merupakan sebuah sel elektrokimia yang dapat mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi listrik dengan melalui reaksi elektrokimia dengan bahan bakar utama gas hidrogen dan oksigen/gas oksida lainnya.

Reaksi kimia di dalam *fuel cell* ialah $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$, dan *fuel cell* juga dibedakan menjadi beberapa jenis yakni [7] :

- a. *Alkaline Fuel Cell (AFC)*
- b. *Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC)*
- c. *Direct Methanol Fuel Cell (DMFC)*
- d. *Phosphoric Acid Fuel cell (PAFC)*
- e. *Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC)*

H. *Photovoltaic Panel*

Photovoltaic (PV) panel merupakan sebuah teknologi yang dapat mengumpulkan energi, dengan cara mengubah energi matahari menjadi energi listrik dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari dengan melalui proses yang disebut *photovoltaic effect*.

Menurut fungsi dan bahan yang digunakan dalam pembuatan *solar cell*, terdapat beberapa macam *solar cell* yang terdapat di pasaran. antara lain [5] :

- a. *Monocrystalline*
- b. *Polycrystalline*
- c. *Thin Film Solar Cell (TFSC)*

I. *Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)*

Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) merupakan jenis dari turbin angin yang memiliki desain *rotor/blade* vertikal atau seperti bentuk sebuah pemecah telur (*egg beater*) dan dalam banyak hal memiliki kesamaan dengan *ventilator* sentrifugal bertenaga angin yang terlihat pada atap /cerobong asap sebuah pabrik.

III. TINJAUAN DAERAH OPERASIONAL

A. Kepulauan Riau

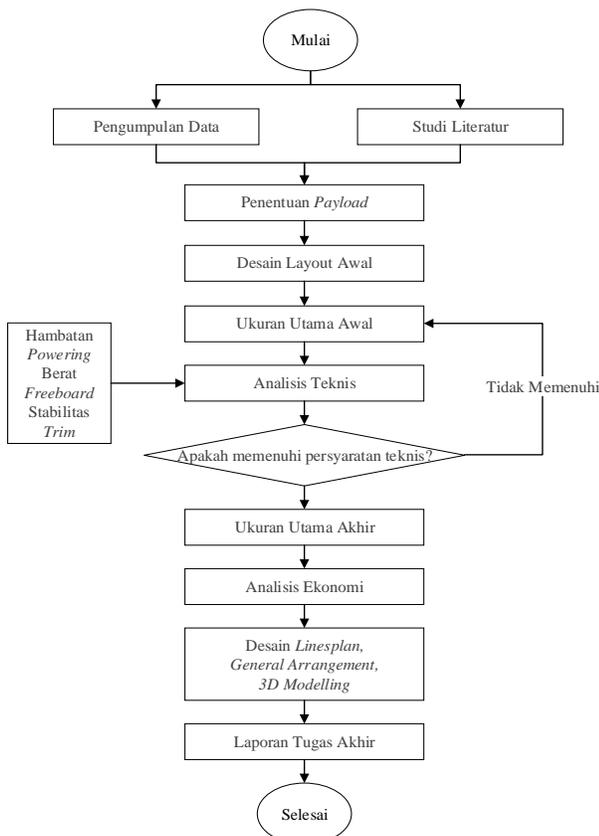
Provinsi Kepulauan Riau adalah salah satu Provinsi kepulauan di Indonesia yang terbentuk dari sekitar 2.408 pulau besar dan kecil. Provinsi ini didirikan berdasarkan UU No. 25 tahun 2002 dimana tanggal 24 September 2002 ditetapkan sebagai hari jadi Provinsi Kepulauan Riau. Secara geografis, Provinsi Kepulauan Riau berada di 07°19' – 0°40' Lintang Selatan dan 103°3' – 110°00' Bujur Timur yang merupakan letak strategis karena berada pada pusat jalur perdagangan Selat Malaka.

B. Potensi Perikanan Kepulauan Riau

Berdasarkan hasil survei kapal riset MV. SEAFDEC tahun 2006 diperkirakan total potensi sumber daya ikan di perairan laut Kepulauan Riau sebesar 689.345,17 ton/tahun terdiri dari ikan pelagis besar sejumlah 16.483,29 ton/tahun, ikan pelagis kecil sejumlah 146.309,34 ton/tahun, ikan demersal sejumlah 491.653,06 ton/tahun, Krustase (Udang, Kepiting, Rajungan, Lobster, Mantis) sejumlah 4.402,70 ton/tahun, Moluska (Cumi, Sotong, Gurita) sejumlah 30.496,77 ton/tahun [1].

IV. METODOLOGI

Metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Bagan Alir Proses Desain Kapal

V. ANALISIS TEKNIS

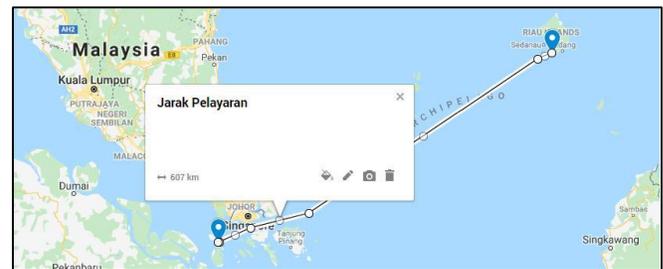
A. Penentuan Payload dan Rute Pelayaran

Penentuan jumlah ikan yang akan diangkut oleh kapal berdasarkan jumlah produksi perikanan tangkap Provinsi Kepulauan Riau terbaru yakni pada tahun 2017 (tahun 2018 masih dalam rekapitulasi) dibagi dengan jumlah armada kapal ikan yang ada di Kepulauan Riau (ukuran > 30 GT) dikarenakan kapal yang akan didesain diperkirakan akan berada pada range ukuran 30 GT.

Tabel 1. Produksi Perikanan Tangkap Provinsi Kepulauan Riau 2017

No.	Kabupaten	Vol. Produksi (ton)
1	Natuna	86141.7
2	Batam	34010.0
3	Karimun	60115.9
4	Tanjung Pinang	1898.5
5	Bintan	53338.5
6	Lingga	33785.0
7	Anambas	29494.0

Dari data pada Tabel 1, maka diputuskan rute pelayaran dari Karimun (PP. Tanjung Balai Karimun) menuju Natuna (PP. Selat Lampa) yang berjarak ± 600 km dengan pertimbangan kedua Kabupaten ini merupakan daerah dengan produksi perikanan tangkap terbesar untuk operasi penangkapan ikan. Jarak pada rute pelayaran kapal ikan yang akan didesain dicari dengan bantuan Gmaps (Google Maps) seperti terlihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Jarak Pelayaran

Kemudian dapat dilakukan perhitungan payload fishing hold/ruang muat kapal ikan sebagai berikut:

$$\text{Payload fishing hold (ton)} = A / (B \times C) \quad (1)$$

Dimana:

A : Jumlah produksi perikanan tangkap tahun 2017 (ton)

B : Jumlah kapal ikan > 30 GT tahun 2017

C : Jumlah trip selama setahun

Untuk dapat menentukan C, maka dibuat formula dengan asumsi sebagai berikut:

$$\text{Jumlah trip selama setahun} = D / E \quad (2)$$

Dimana:

D : Jumlah hari efektif dalam setahun

E : Durasi sekali trip (jarak pelayaran/kecepatan dinas)

Asumsi yang dilakukan yakni terkait penentuan jumlah hari efektif dalam setahun yakni 259 hari dan durasi sekali trip memakan waktu 5.5 hari, maka didapatkan *payload* sebesar 30.52 ton, dengan *stowage factor* ikan = 0.5 ton/m³ [8], maka

didapatkan ruang muat dengan dimensi (L = 5.0 meter, W = 5.5 meter, H = 2.5 meter).

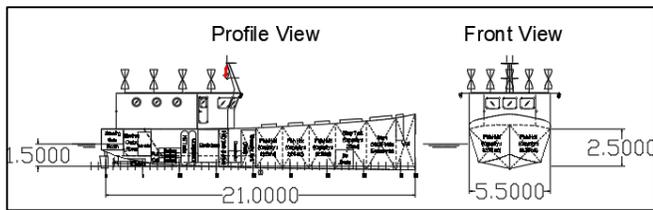
Setelah mengetahui dimensi ruang muat ikan maka untuk dapat membuat *layout* awal diperlukan dimensi dari masing-masing komponen utama sistem hibrida yang terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- a. Desalinator
- b. Elektroliser
- c. Kompresor
- d. Tabung Gas Hidrogen
- e. Fuel Cell
- f. Baterai

Maka diperoleh ukuran total ruang muat yang dibutuhkan dengan dimensi (L = 10.5 meter, W = 5.5 meter, H = 2.5 meter).

B. Desain Layout Awal dan Pengecekan Ukuran Utama

Desain *layout* kapal seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain *Layout* Kapal Ikan Hibrida HDPE

Dari *layout* yang sudah dibuat maka didapatkan ukuran utama seseperti pada tabel 2:

Tabel 2.
Ukuran Utama Kapal

Dimensi	Ukuran (meter)
Lpp	21.0
B	5.5
H	2.5
T	1.5

Setelah didapatkan ukuran utama awal kapal, maka dilakukan pengecekan terhadap ukuran utama seperti pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3.
Pengecekan Ukuran Utama Kapal

	Value	Range	Status
Lpp	3.8	3.5 < L/B < 10	OK
B	3.7	1.8 < B/T < 5	OK
H	14	10 < L/T < 30	OK
T	8.4	8.2 < L/H < 9	OK

C. Perhitungan Teknis Kapal Ikan Hibrida HDPE

Setelah mendapatkan ukuran utama kapal, dilakukan perhitungan teknis sebagai berikut:

1) Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal

Koefisien-koefisien bentuk lambung kapal dapat dilihat pada Tabel 4.

2) Perhitungan Hambatan dan Propulsi Kapal

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan menggunakan metode *Holtrop & Mennen* dan ditambahkan dengan hambatan oleh angin. Diperoleh hambatan total kapal berdasarkan *in-house calculation* sebesar 4.272 kN, sementara *software calculation* sebesar 6.754 kN, maka hambatan kapal

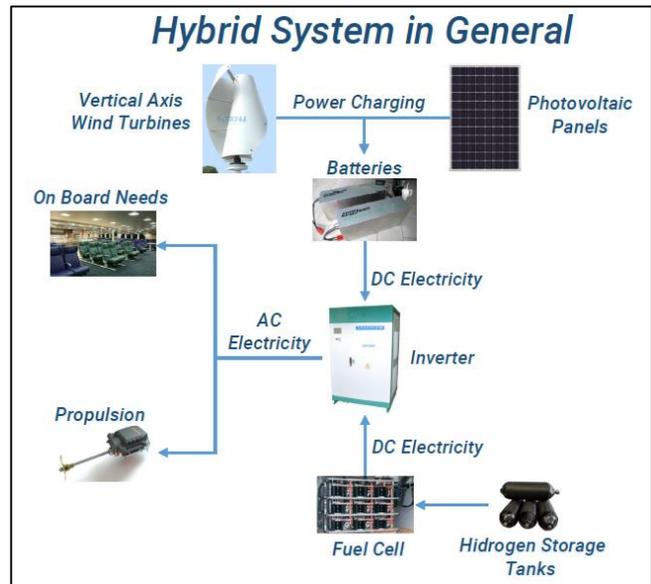
yang digunakan untuk perhitungan propulsi kapal ialah 6.754 kN, dengan kecepatan dinas kapal 8 knot maka diperoleh BHP sebesar 49.921 kW atau setara dengan 66.945 HP.

Tabel 4.
Rekap Koefisien Bentuk Badan Kapal

Koefisien	Nilai	Keterangan
Cb	0.554	
Cm	0.792	
Cp	0.772	
Cwp	0.882	
LCB	-0.207	Meter dari <i>midship</i>
Vol. Displacement	95.896	m ³
Displacement	98.294	ton

3) Desain Sistem Hibrida

Desain sistem hibrida terlihat seperti pada Gambar 4 berikut ini:



Gambar 4 Sistem Hibrida Kapal Ikan Berbahan HDPE

4) Perhitungan Sistem Hibrida

Adapun perhitungan keseluruhan sistem hibrida sebagai berikut:

- a. Total kebutuhan gas hidrogen untuk fuel cell 135 kW sebesar 67.5 kg/hari [9] :
- b. 67.5 kg gas hidrogen akan disimpan didalam 9 tangki bertekanan 350 bar.
- c. Kompresor akan dioperasikan selama 2.2 jam, diperoleh daya yang dibutuhkan sebesar 11.66 kWh.
- d. Elektroliser akan dioperasikan selama 4.6 jam dan daya yang dibutuhkan sebesar 137.81 kWh.
- e. Tanki H₂O yang dibutuhkan sebesar 5 m³ untuk menampung *purified water*.
- f. Desalinator akan dioperasikan selama 2.9 jam dan membutuhkan daya sebesar 14.4 kWh.
- g. Tanki seawater yang diperlukan berdasarkan perhitungan minimal mampu menampung sejumlah 6 m³ air laut.

Berdasarkan analisis diatas maka total kapasitas baterai yang dibutuhkan sebesar 168.87 kWh maka akan digunakan 9 baterai dengan total 180 kWh. Sistem pengisian daya baterai berasal dari VAWT dan PV cells, digunakan 20 buah VAWT dan 14

buah panel PV dengan total daya sebesar 19 kW dan durasi pengisian daya baterai selama ± 9.47 jam.

5) *Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal*

Perhitungan berat dan titik berat kapal dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5.
Rekapitulasi Berat dan Titik Berat Kapal

Komponen	Berat (ton)	LCG (m dari FP)	KG (m)
Lambung Kapal	21.367	10.977	1.172
Equipment	1.743	9.966	2.415
Permesinan	11.259	15.502	1.403
Crew & consumables	31.463	11.071	1.328
Payload (Ikan)	30.518	8.300	1.250
Total	96.350	10.670	1.297

6) *Pengecekan Berat Kapal dan Displacement*

Pengecekan berat kapal dan *displacement* dilakukan dengan nilai *displacement* kapal sebesar 98.294 ton sementara berat total kapal sebesar 96.350 ton, maka didapatkan *margin* sebesar 2% dan masih dapat diterima dikarenakan batas *margin* (2-10%).

7) *Pengecekan Volume Ruang Muat (Fishing Hold)*

Volume ruang muat yang dibutuhkan sebesar 61.035 m³ sedangkan volume desain sebesar 62.694 m³, maka didapatkan *margin* sebesar 2.65 % dan masih dapat diterima dikarenakan batas *margin* (1-5%).

8) *Perhitungan Freeboard*

Pada perhitungan *freeboard* mengacu pada aturan *Non-Convention Vessel Standard Indonesian Flagged Chapter VI, Appendix 4* dan diperoleh *freeboard* yang disyaratkan sebesar 0.18 m sementara *freeboard actual* sebesar 1 m, maka *freeboard* kapal dinyatakan *accepted*.

9) *Perhitungan Trim*

Perhitungan *trim* kapal dilakukan pada kondisi muatan penuh dengan *trim* sebesar 0.024 m, dimana batasan *trim* maksimal kapal berdasarkan SOLAS *Chapter II-1, Part B-1, Reg 5-10* adalah 5%Lpp yakni sebesar 0.105 meter, maka kondisi *trim* kapal dinyatakan *accepted*.

10) *Perhitungan Stabilitas*

Perhitungan Stabilitas kapal diverifikasi dengan kriteria IMO secara umum dan ditambahkan dengan kriteria stabilitas tiupan angin (*severe wind stability criteria*). Tabel 6 merupakan hasil dari analisa stabilitas kapal ikan hibrida berbahan dasar HDPE.

VI. ANALISIS EKONOMI

A. *Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal*

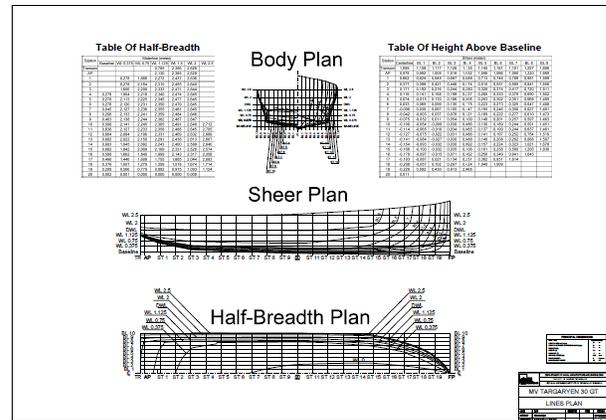
Perhitungan biaya pembangunan kapal meliputi total harga dari seluruh komponen kapal seperti pelat HDPE, komponen dari sistem hibrida, perlengkapan kapal (peralatan navigasi, jaring penangkap ikan, dan lainnya) dan akan ditambahkan *margin* keuntungan/laba dari galangan. Maka diperoleh total biaya pembangunan kapal sebesar Rp7,379,436,030.00

VII. DESAIN KAPAL IKAN HIBRIDA BERBAHAN DASAR HDPE

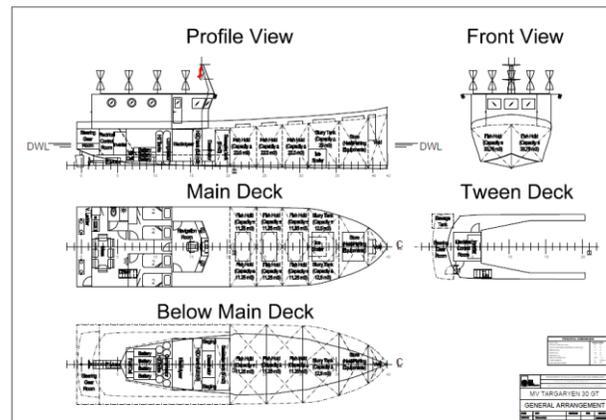
Bentuk lambung kapal ikan hibrida berbahan HDPE yang didesain mengadopsi beberapa karakteristik bentuk kapal ikan

Damen Shipyard yang dikombinasikan dengan penggunaan *Axe Bow* yang dapat mengurangi hambatan total sebesar 6.22% dibandingkan *Conventional Bow* [10].

Sementara itu pada pada general arrangement dapat dilihat bahwa penempatan VAWT (Vertical Axis Wind Turbine) dan Photovoltaic panel terletak pada bagian top deck kapal dengan jumlah VAWT 20 buah dan PV panel sebanyak 14 buah, kedua komponen ini menjadi sumber pengisian daya baterai selama kapal berlayar. Untuk 3D model kapal mengikuti *lines plan* dan *general arrangement*. Gambar *lines plan*, *general arrangement* dan *3d modelling* dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 5 *Lines Plan* Kapal Ikan Hibrida HDPE



Gambar 6 *General Arrangement* Kapal Ikan Hibrida HDPE



Gambar 7 *3D Modelling* Kapal Ikan Hibrida HDPE

Tabel 6.
Pengecekan IMO Criteria Kondisi Muatan Penuh

Data	Loadcase 1	Loadcase 2	Loadcase 3	Loadcase 4	Loadcase 5	Loadcase 6	Loadcase 7	Kriteria	Status
e0-30°(m.deg)	14.81	13.68	14.21	14.80	13.20	10.74	9.67	≥ 3.15	OK
e0-40°(m.deg)	23.35	22.07	22.76	23.35	21.61	18.39	16.71	≥ 5.16	OK
e30-40°(m.deg)	8.54	8.39	8.55	8.55	8.41	7.65	7.04	≥ 1.72	OK
h30°(m.deg)	0.98	0.96	0.97	0.98	0.94	0.84	0.76	≥ 0.20	OK
θmax(deg)	49.50	50.00	49.5	49.5	49.5	46.8	45	≥ 25	OK
GM0(m)	2.36	1.97	2.12	2.35	1.82	1.33	1.19	≥ 0.15	OK
Steady angle(deg)	4.50	2.30	2.20	4.50	0.30	2.50	2.00	≤ 16	OK
Immersion angle(%)	78.35	75.36	76.69	79.11	68.93	72.83	33.08	≤ 80	OK
Area1/Area2(%)	252.08	501.88	458.33	253.18	759.83	661.05	1110.82	≥ 100	OK

VIII. KESIMPULAN

Didapatkan *payload* sebesar 30.52 ton dengan ukuran utama kapal sebagai Lpp: 21 m; B: 5.5 m; H: 2.5 m; T: 1.5 m; Vs: 8 knot

Desain kapal ikan hibrida berbahan HDPE memenuhi persyaratan teknis berupa *freeboard* dimana *freeboard actual* 1 m dan syarat minimum 0.18 m berdasarkan NCVS-*Indonesian Flagged, trim* dimana *trim* kapal sebesar 0.037 m sementara *trim* maksimal sebesar 0.105 m berdasarkan SOLAS Chapter II-1, Reg. 5-1, dan stabilitas untuk *loadcase* 1-7 memenuhi criteria IMO berupa luasan minimum kurva pada sudut 0-30°, 0-40 °, 30-40 °, GZ 30° ≥ 0.2 m, sudut GZ maks ≥ 25°, nilai minimum GM0, nilai maksimum *steady heel angle*, nilai maksimum *deck edge immersion angle* dan minimum *area* yang tertiuip oleh angin.

Sistem hibrida pada kapal memiliki dua sumber daya utama yakni baterai dengan pengisian daya berasal dari Vertical Axis Wind Turbine dan Photovoltaic Panel selama ± 9.47 jam, sementara fuel cell degan bahan bakar gas hidrogen yang diproduksi on-board selama ± 9.59 jam untuk penggunaan selama satu hari (24 jam).

Desain *Lines plan* kapal ikan hibrida berbahan dasar HDPE memiliki spesifikasi bentuk haluan *Axe bow* dan *chine* pada kedua sisi kapal. Pada *General arrangement* kapal 20 buah VAWT dan 14 buah *Photovoltaic panel* untuk pengisian daya

baterai diletakkan pada *top deck*. Desain 3D kapal ikan hibrida dibuat berdasarkan *general arrangement*.

Biaya pembangunan yang diperlukan sebesar Rp7,473,361,030.00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BAPPEDA Kepulauan Riau, "Sektor Perikanan," 2016. [Online]. Available: <http://bappeda.kepriprov.go.id>.
- [2] W. A. Niam and H. Hasanudin, "Desain Kapal Ikan di Perairan Laut Selatan Malang," *J. Tek.*, vol. 6, no. 2, 2017.
- [3] Sharda, "Types of Fishing Vessels," *Marine In Sight*, 2017. [Online]. Available: www.marineinsight.com.
- [4] S. B and W. D. Aryawan, "High Density Polyethylene (HDPE) Vessel of Pompong as a Fishing Vessel for Bengkalis Fisherman," in *The 2nd International Seminar on Science and Technology*, 2017, pp. 108–114.
- [5] A. Hidayat, "Desain Kapal Penumpang Hybrid Berbahan Dasar HDPE Untuk Rute Sumenep-Gili Labak, Kabupaten Sumenep-Madura," ITS, 2016.
- [6] V. Erussard, "The Mission," *Energy Observer*, 2018. [Online]. Available: <http://www.energy-observer.org>.
- [7] T. Tronstad, H. H. Astrand, G. P. Haugom, and L. Langfeldt, *Study on The Use of Fuel Cells in Shipping*. Hamburg: DNV GL - Maritime, 2017.
- [8] M. F. I. Afrianta and H. Anita Kurniawati, "Desain Kapal Pengolah Ikan sebagai Bahan Baku Pembuatan Tepung di Perairan Lamongan," *J. Tek.*, vol. 6, no. 2, 2017.
- [9] D. Stolten and T. Grube, *18th World Hydrogen Energy Conference 2010 - WHEC 2010: proceedings*, vol. Bd. 78,3. Forschungszentrum Jülich GmbH, 2010.
- [10] P. M. Fernandez, W. D. Aryawan, and G. M. Ahadyanti, "Desain Fast Displacement Ship untuk Lomba Kapal Cepat pada HYDROCONTEST," *J. Tek.*, vol. 7, no. 2, 2018.