

Desain Palka Kapal Pengangkut Ikan Hidup dengan Sirkulasi Air Laut Alami

Dimas Tegar Rahmatullah, Ir. Amiadji M.M, M.Sc. dan Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: amiadji@its.ac.id

Abstrak— Sebagian besar ikan yang dikirim menggunakan kapal disimpan dalam ruang penyimpanan pada kapal. Kondisi ruang penyimpanan akan berpengaruh pada ikan. Permasalahan yang biasa terjadi yaitu menurunnya kualitas ikan. Oleh karena itu dirancang sistem palka ikan hidup dengan sirkulasi air laut alami dimana palka diberi lubang sirkulasi sehingga air laut dapat bersirkulasi secara alami. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui rancangan sistem sirkulasi air laut alami yang sesuai pada palka kapal ikan hidup. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan metode berbasis simulasi CFD (Computational Fluid Dynamic) dengan membuat model lambung dan palka kapal. Kemudian dilakukan variasi pelubangan pada palka. Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa aliran yang terjadi di dalam palka adalah aliran turbulen. Kecepatan arus di dalam palka pada semua variasi pelubangan berkisar antara 0,05 m/s – 0,33 m/s. Hambatan kapal terkecil yang dihasilkan yaitu sebesar 26,1 kN. Volume ruang palka semakin kecil akibat pelubangan, yaitu sebesar 22,9 m³. Ruang palka tersebut dapat diisi ikan kerapu sebanyak 2,08 ton. Dari perhitungan ekonomis dapat diketahui bahwa pemilik kapal akan balik modal setelah dua sampai empat tahun.

Kata Kunci— Kapal ikan hidup, Ikan Kerapu, Palka Kapal Ikan, Transportasi Ikan, Simulasi CFD

I. PENDAHULUAN

Keayaan Indonesia berupa sumber daya perikanan yang sangat luas menjadi modal dasar dalam pembangunan nasional sekaligus memiliki potensi yang sangat besar bagi pembangunan kelautan dan perikanan. Melihat potensi tersebut, usaha bisnis perikanan di Indonesia menunjukkan masa depan yang sangat baik. Terutama bila dilihat dari data permintaan ekspor dari tahun ke tahun semakin meningkat.

Dalam proses pengangkutan ikan menggunakan kapal, perlu diperhatikan tempat penyimpanan ikan tersebut. Kondisi ruang penyimpanan akan berpengaruh pada ikan yang diangkut. Oleh karena itu perlu dilakukan inovasi pada tempat penyimpanan ikan untuk memperbaiki kualitas ikan yang diangkut. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat palka ikan hidup dimana ikan diangkut dalam keadaan hidup. Untuk itu dirancang sistem palka dengan sirkulasi air laut alami, dimana palka diberi lubang sirkulasi sehingga air laut dapat bersirkulasi secara alami.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui rancangan sistem sirkulasi air laut alami yang sesuai untuk palka kapal ikan hidup. Dari proses desain dan simulasi akan diketahui dimensi lubang sirkulasi yang sesuai untuk palka kapal ikan hidup.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Ikan Kerapu

Dalam dunia internasional kerapu dikenal dengan nama *groupers*. Kerapu adalah ikan dari familia *Serranidae* dengan subfamily *Ephinephelinae*, dengan jumlah spesies 159 di dunia, 39 jenis dapat ditemukan di perairan Indonesia, sementara Asia Tenggara ada 46 spesies. Dari semua jumlah itu setelah di kerucutkan ternyata berasal dari tujuh (7) Genus yaitu *Anypserodon*, *Aethaloperca*, *Cromileptes*, *Cephalophilis*, *Plectropomos*, *Epinephelus* dan *Epinephelus*. Hanya ada enam jenis yang saat ini dipandang memiliki nilai ekonomis penting yaitu kerapu bebek, kerapu sunu, kerapu lumpur, kerapu macan, kerapu batik dan kerapu lodi.

B. Budidaya Ikan Kerapu

Mengingat harganya yang mahal, ikan kerapu sudah banyak dibudidayakan di Indonesia. Metode budidaya yang banyak digunakan adalah dengan menggunakan karamba. Budidaya melalui karamba Jaring Apung (KJA) adalah sistem budidaya yang paling banyak digunakan di Indonesia. Pemilihan lokasi KJA diterapkan di kawasan perairan laut yang memiliki kedalaman 5-40 meter pada saat surut dan memiliki arus laut dengan kecepatan 0,15-0,35 m/s. Arus yang melebihi batas dapat mempengaruhi posisi karamba dan sebaliknya arus yang terlalu kecil dapat mengurangi pertukaran air keluar masuk jaring.

C. Pengangkutan Ikan Hidup

Hal yang sangat berpengaruh dalam pengiriman ikan hidup menggunakan kapal adalah sirkulasi air. Adanya sirkulasi air berfungsi untuk menghindari menumpuknya zat amonia akibat hasil dari metabolisme ikan yang bersifat beracun apabila dalam air mencapai 0,6 mg/l, semakin tinggi konsentrasi didalam air mengakibatkan amonia dalam darah ikan meninggi membuat peningkatan pada pH darah, sehingga berpengaruh terhadap reaksi enzim pada proses metabolisme ikan. Maka dengan sirkulasi air ini mampu mengurangi pengeluaran amonia dan memperkecil kadar polutan dalam air yang terjadi [2].

Selain itu juga pasokan oksigen sangat penting untuk meminimalisir penumpukan amonia, dimana amonia (NH₃) ini bersifat racun (*toxic*) dan membahayakan kelangsungan hidup ikan, walaupun setiap jenis ikan memiliki kerahanan yang berbeda-beda [12].

D. Faktor yang mempengaruhi pengangkutan ikan hidup

1. Kualitas ikan

Kualitas ikan yang ditransportasikan harus dalam keadaan sehat dan baik.

2. Oksigen

Kadar oksigen terlarut di air bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Pergerakan air dan adanya organisme fototrof (Organisme yang melakukan proses fotosintesis) seperti fitoplankton akan memperbesar kadar oksigen di dalam air. Sebaran horizontal fitoplankton disebabkan oleh turbulensi.

3. Suhu

Suhu optimum untuk transportasi ikan adalah 6 – 8 °C untuk ikan yang hidup di daerah dingin dan suhu 15 – 20 °C untuk ikan di daerah tropis.

4. Nilai pH, CO₂, dan amonia

Nilai pH air merupakan faktor kontrol yang bersifat teknik akibat kandungan CO₂ dan amoniak. CO₂ sebagai hasil respirasi ikan akan mengubah pH air menjadi asam selama transportasi. Nilai pH optimum selama transportasi ikan hidup adalah 7 sampai 8. Perubahan pH menyebabkan ikan menjadi stres.

Karbon dioksida ini merupakan senyawa yang diproduksi dari hasil respirasi ikan dan merupakan racun yang potensial bagi ikan. Amoniak merupakan anorganik nitrogen yang berasal dari ekskresi organisme perairan, permukaan, penguraian senyawa nitrogen oleh bakteri pengurai, serta limbah industri atau rumah tangga. Amoniak pada ikan menumpuk karena metabolisme protein dari ikan dan bakteri limbah dalam transportasi.

5. Kepadatan dan aktivitas ikan selama transportasi

Kepadatan ikan tidak boleh terlalu tinggi agar ikan tidak berdesak-desakan. Sediakan sedikit areal atau sekitar setengah bagian dari tubuhnya. Kepadatan dalam satu wadah sangat tergantung pada ukuran ikan dan lamanya pengangkutan.

6. Waktu pengangkutan

Waktu pengangkutan ikan juga harus diperhatikan, karena ikan hidup pada kisaran suhu tertentu.

7. Perlakuan ikan sebelum pengangkutan

Sebelum pengangkutan ikan harus diseleksi terlebih dahulu, yaitu dilakukan pemisahan antara ikan berukuran besar, sedang dan kecil. Tujuan seleksi adalah agar ukuran ikan menjadi seragam, sehingga bila diangkut tidak terjadi persaingan sesama ikan. Ikan harus ditreatmen atau disucihamakan terlebih dahulu. Tujuan treatmen adalah agar ikan-ikan yang akan diangkut terbebas dari segala penyakit.

E. Metodologi penelitian

Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi dan merumuskan masalah mengenai penelitian yang akan dilakukan beserta batasannya. Kemudian mengumpulkan referensi yang mendukung penelitian. Selanjutnya mencari data dimensi utama kapal ikan 60GT dan data dimensi lubang sirkulasi. Setelah itu dibuat desain lambung dan palka kapal dan dilakukan pelubangan. Setelah model jadi dilakukan simulasi. Langkah terakhir adalah mengambil data hasil simulasi dan menarik kesimpulan.

III. ANALISA DATA DAN PAMBAHASAN

A. Data Kapal

Berikut data-data kapal dimensi kapal ikan 60 GT :

Nama Kapal : TUNA LONGLINER 60 GT

Dimensi Utama Kapal :

LOA	: 20 m
LWL	: 18 m
LPP	: 16,95 m
B	: 4,34 m
H	: 2,24 m
T	: 1,6 m
Cb	: 0,649
Vs	: 10 knots

B. Penggambaran Desain Lambung Kapal

Dari data utama kapal di atas kemudian dibuat desain lambung kapal menggunakan *software* Maxsurf. Dengan memasukkan data utama kapal pada *software* Maxsurf maka akan didapatkan gambar model 3D lambung kapal.



Gambar 1. Model 3D kapal

C. Perancangan Ruang Palka

1. Volume ruang palka

Untuk mengatasi daya angkat kapal yang hilang apabila ruang palka dilubangi maka volume ruang palka dibuat sesuai dengan *payload* kapal. (ρ air laut = 1,025 ton/m³)

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas ruang palka kapal} &= 25 \text{ ton} \\ &= 25/1,025 \\ &= 24,39 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Volume palkah kapal dari frame 15-23

Tabel 1. *Simpson's Rules*

WL	area	s.faktor	area x s.faktor
0	0	1	0
1	13,8671	4	55,4684
2	17,0333	2	34,0666
3	17,0922	4	68,3688
4	17,2826	1	17,2826
Σ area x s.faktor =			175,1864

$$\begin{aligned} h' &= 1,6 \\ h'/4 &= 0,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= 1/3 \times h' \times \Sigma A.Fs \\ &= 1/3 \times 0,4 \times 175,1864 \\ &= 23,36 \text{ m}^3 \\ &= 22,9 \text{ m}^3 \text{ (pengurangan volume 2% karena kontruksi)} \\ W &= 22,9 \times 1,025 \\ &= 23,46 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Displacement kapal

$$\begin{aligned} \nabla &= Lwl \times B \times T \times Cb \\ &= 18 \times 4,34 \times 1,6 \times 0,649 \\ &= 81,12 \text{ m}^3 \\ \Delta &= \nabla \times \rho \text{ air laut} \\ &= 81,12 \times 1,025 \\ &= 83,15 \text{ ton} \end{aligned}$$

Karena pelubang pada palka maka *displacement* kapal berkurang sebesar volume palka yang terisi air laut. Sehingga *displacement* kapal menjadi :

$$\begin{aligned} \Delta_2 &= 83,15 - 23,46 \\ &= 59,68 \text{ ton} \end{aligned}$$

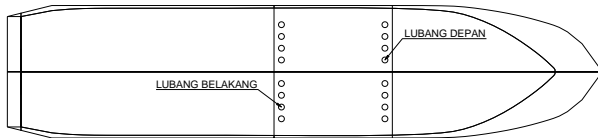
Sedangkan berat kapal terdiri yang dari LWT kapal dan berat fluida, ABK serta *provision* (DWT-Payload). Sehingga berat kapal adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_{\text{ship}} &= \text{LWT} + (\text{DWT-payload}) \\ &= 29,1 + (54,05-25) \\ &= 58,15 \text{ ton} \end{aligned}$$

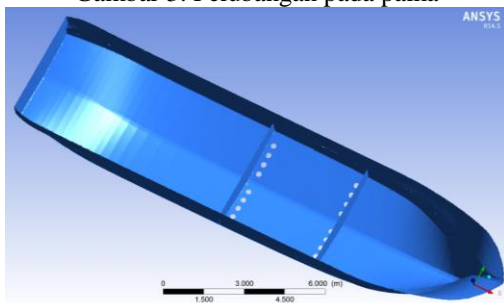
Dapat dilihat bahwa *displacement* kapal lebih besar dari berat kapal (59,68 > 58,15) sehingga gaya angkat kapal mencukupi.

Selanjutnya adalah membuat model palka dan melakukan pelubangan yang akan digunakan sebagai lubang sirkulasi. Dilakukan variasi pada diameter lubang sirkulasi yaitu sebagai berikut :

1. Diameter lubang depan dan belakang 10cm
2. Diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm
3. Diameter lubang depan dan belakang 20cm



Gambar 3. Pelubangan pada palka



Gambar 4. Model palka kapal

D. Simulasi CFD

1. Pemodelan ICEM CFD

Model yang sudah dibuat diimport pada program ICEM CFD untuk dilakukan modifikasi. Setelah itu dilakukan penggambaran beberapa *surface* pada model. Kemudian menentukan bagian-bagian (*Part*) dari model. Setelah itu dilakukan penentuan *body* pada model. Langkah terakhir adalah proses *meshing*.

2. Simulasi menggunakan Ansys CFX

Langkah-langkah pengerjaan simulasi adalah :

- a) Model yang sudah dimeshing diimport pada program *CFX-Pre*.
- b) Tahap *Pre Processor*, Pembentukan benda dan daerah disekeliling benda sebagai *domain* komputasi.
- c) Pembentukan *grid generation* atau membagi *domain* menjadi bagian yang lebih kecil. Beberapa *boundary* yang dibuat pada simulasi ini adalah sebagai berikut :

- *Inlet* : tempat dimana fluida memasuki *domain*.
- *Outlet* : tempat dimana fluida keluar dari *domain*.
- *Wall* : dinding pembatas fluida kerja yang dikondisikan pada model percobaan.
- *Opening*: bukaan pada *domain*.

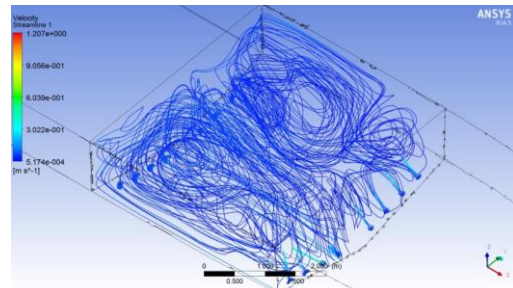
- d) Setelah tahap *Pre Processor* selesai, dilanjutkan dengan proses perhitungan (*running*) pada *solver manager*.
- e) Setelah tahap *solver manager* selesai, pengambilan data dapat diambil pada tahap *post processor*.

Simulasi dilakukan pada tiga variasi pelubangan palka yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian dilakukan beberapa variasi kecepatan, yaitu 2 knot, 4 knot, 5 knot, 6 knot, 8 knot dan 10 knot sesuai dengan kecepatan kapal.

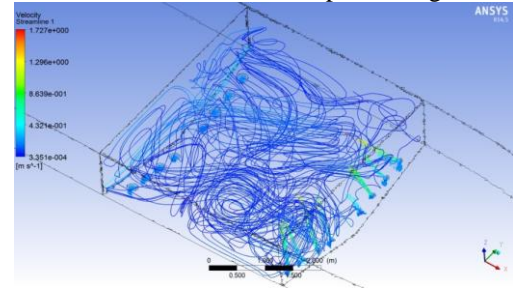
E. Data Hasil Simulasi CFD

1. Karakteristik aliran fluida di dalam palka

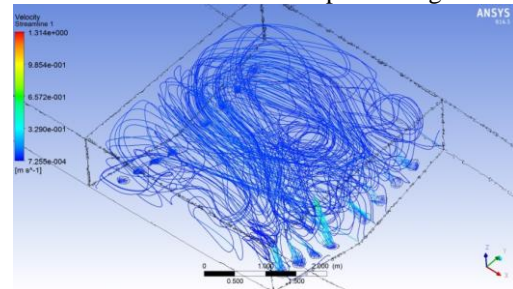
Untuk mengetahui karakteristik aliran fluida digunakan fungsi *streamline* pada program *CFD Post* yang akan menampilkan garis-garis aliran fluida pada suatu *domain*.



Gambar 5. Aliran fluida di dalam palka dengan variasi 1



Gambar 6. Aliran fluida di dalam palka dengan variasi 2



Gambar 7. Aliran fluida di dalam palka dengan variasi 3

Pada pembahasan sebelumnya dijelaskan bahwa kadar oksigen terlarut dalam air salah satunya tergantung pada turbulensi. Pergerakan air dan adanya organisme fototrof seperti fitoplankton akan memperbesar kadar oksigen di dalam air. Aliran turbulen membantu sebaran horizontal fitoplankton. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aliran turbulen lebih banyak mengandung oksigen.

2. Kecepatan arus di dalam palka

Data kecepatan arus di dalam palka didapatkan dengan menggunakan *probe* pada program *CFD Post*. *Probe* memungkinkan kita untuk menentukan nilai-nilai variabel yang tepat pada titik tertentu dalam sebuah *domain*.

Tabel 2. Kecepatan arus pada variasi pelubangan 1

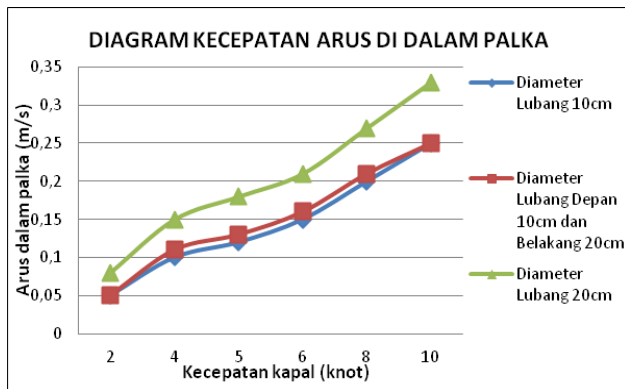
Kecepatan Kapal (knot)	Kecepatan Arus (m/s)
2	0,05
4	0,1
5	0,12
6	0,15
8	0,2
10	0,25

Tabel 3. Kecepatan arus pada variasi pelubangan 2

Kecepatan Kapal (knot)	Kecepatan Arus (m/s)
2	0,05
4	0,11
5	0,13
6	0,16
8	0,21
10	0,25

Tabel 4. Kecepatan arus pada variasi pelubangan 3

Kecepatan Kapal (knot)	Kecepatan Arus (m/s)
2	0,08
4	0,15
5	0,18
6	0,21
8	0,27
10	0,33



Grafik 1. Kecepatan arus di dalam palka

Kecepatan arus untuk budidaya ikan kerapu berkisar antara 0,15 m/s – 0,35 m/s. Data kecepatan arus di dalam palka pada semua variasi pelubangan tidak melebihi batas maksimal kecepatan arus yang disyaratkan.

Namun pada variasi pelubangan 1 dan 2 kecepatan arus di dalam palka pada kecepatan kapal dibawah 6 knot berada dibawah batas minimal. Sedangkan pada variasi pelubangan 3 hanya pada kecepatan kapal 2 knot yang berada di bawah batas minimal.

3. Hambatan kapal

Data hambatan kapal didapat dengan menggunakan *function calculator* pada program *CFD Post* yang

menyediakan informasi kuantitatif dari hasil perhitungan suatu variable. Hambatan kapal merupakan nilai gaya (*force*) pada sumbu x (*x Axis*) pada *function calculator*.

Tabel 5. Hambatan kapal sebelum dilakukan pelubangan

Kecepatan kapal (Knot)	Hambatan kapal (kN)
2	0,4
4	1,5
5	2,3
6	3,6
8	10,3
10	21,4

Tabel 6. Hambatan kapal pada variasi pelubangan 1

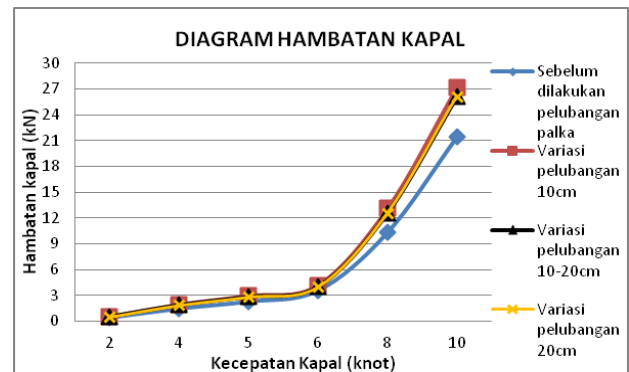
Kecepatan kapal (Knot)	Hambatan kapal (kN)
2	0,5
4	1,9
5	3,0
6	4,2
8	13,1
10	27,2

Tabel 7. Hambatan kapal pada variasi pelubangan 2

Kecepatan kapal (Knot)	Hambatan kapal (kN)
2	0,5
4	1,9
5	2,8
6	4,0
8	12,6
10	26,1

Tabel 8. Hambatan kapal pada variasi pelubangan 3

Kecepatan kapal (Knot)	Hambatan kapal (kN)
2	0,5
4	1,9
5	2,8
6	4,0
8	12,6
10	26,1



Grafik 2. Hambatan kapal

Dari tabel dan grafik di atas dapat dilihat bahwa pelubangan palka menyebabkan kenaikan hambatan kapal. Hambatan terbesar dihasilkan oleh variasi pelubangan 1. Sedangkan hambatan terbesar dihasilkan oleh variasi pelubangan 2 dan 3.

F. Perhitungan Ekonomis Kapal Pengangkut Ikan Hidup

Diasumsikan kapal mengambil ikan kerapu hidup dari teluk lampung untuk dikirim ke Jakarta. Dalam seminggu direncanakan kapal melakukan tiga kali trip. Jumlah ABK kapal yaitu 6 orang.

1. Pemasukan

a) Daya angkut kapal

$$\begin{aligned} \text{Volume ruang palka} &= 22,9 \text{ m}^3 \\ &= 22900 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\text{Syarat pengangkutan ikan} = 1 : 5,5 \text{ (1 ekor ikan kerapu } 500\text{g} : 5,5 \text{ L air)}$$

$$\begin{aligned} \text{Total ikan yang diangkut} &= 22900 / 5,5 \\ &= 4164 \text{ ekor} \\ &= 2082 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase kematian ikan} &= 2\% \\ \text{Jumlah ikan yang mati} &= 2\% \times 2082 \\ &= 41,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah ikan yang hidup} &= 2082 - 41,6 \\ &= 2040 \text{ kg} \end{aligned}$$

b) Penjualan ikan kerapu

$$\begin{aligned} \text{Harga kerapu bebek hidup di Jakarta} &= \text{Rp}360.000 \text{ per kg} \\ \text{Harga kerapu bebek mati di Jakarta} &= \text{Rp}40.000 \text{ per kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga jual kerapu hidup di jkt} &= 2040 \times \text{Rp}360.000 \\ &= \text{Rp}734.465.455 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga jual kerapu mati di jkt} &= 41,6 \times \text{Rp}40.000 \\ &= \text{Rp}1.665.455 \end{aligned}$$

c) Total Pemasukan

$$\begin{aligned} \text{Pemasukan 1 th} &= 144 \times (\text{Rp}734.465.455 + \text{Rp}1.665.455) \\ &= \text{Rp}106.002.850.909 \end{aligned}$$

2. Pengeluaran

a) Biaya pembelian ikan

$$\text{Harga kerapu bebek hidup di KJA} = \text{Rp}300.000 \text{ per kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pembelian ikan 1 th} &= 144 \times 2082 \times \text{Rp}300.000 \\ &= \text{Rp}89.934.545.455 \end{aligned}$$

b) Biaya operasional kapal

1. Biaya bahan bakar

$$\begin{aligned} \text{Lama perjalanan dalam satu kali trip} &= 34 \text{ jam} \\ \text{Bongkar muat} &= 8 \text{ jam} \end{aligned}$$

Biaya Bahan Bakar 1 kali trip :

Bahan bakar M/E :

$$\begin{aligned} \text{Power M/E} &= 420 \text{ HP} \\ \text{SFOC} &= 170 \text{ gr/HP.h} \\ \text{Wfo} &= \text{BkW}_{\text{me}} \times \text{SFOC} \times \text{S/Vs} \times \text{C} \times 10^{-6} \\ &= 420 \times 170 \times 34 \times 1,4 \times 10^{-6} \\ &= 3,40 \text{ ton (} \rho \text{ MDO} = 0,82 \text{ ton/m}^3 \text{)} \\ &= 4144,68 \text{ L} \end{aligned}$$

Bahan bakar A/E :

$$\begin{aligned} \text{Power A/E} &= 53,3 \text{ kW} \\ \text{SFOC} &= 13,12 \text{ L/h} \\ \text{Vfo} &= \text{SFOC} \times \text{S/Vs} \times \text{C} \\ &= 13,12 \times 42 \times 1,4 \\ &= 771,46 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\text{Total Kebutuhan bahan bakar} = 4916,14 \text{ L}$$

$$\text{Harga MDF} = \text{Rp}7.150 \text{ per L}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar kapal 1 th} &= 144 \times 4916,14 \times \text{Rp}7.150 \\ &= \text{Rp}5.061.656.639 \end{aligned}$$

2. Biaya lube oil kapal

$$\begin{aligned} \text{Jadwal penggantian lube oil} &= 500 \text{ jam} / 42 \text{ jam} \\ &= 12 \text{ kali trip} \\ &= 1 \text{ bulan} \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas lube oil M/E} = 23 \text{ L}$$

$$\text{Kapasitas lube oil A/E} = 14 \text{ L}$$

$$\text{Harga lube oil} = \text{Rp}50.000 \text{ per L}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya lube oil 1 th} &= (23 + 14) \times 12 \times \text{Rp}50.000 \\ &= \text{Rp}22.200.000 \end{aligned}$$

3. Biaya fresh water kapal

a. Kebutuhan fresh water ABK

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Fw ABK} &= 90 \text{ L/orang/hari} \\ \text{Lama pelayaran 1 kali trip} &= 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Fw ABK 1 th} &= 144 \times 6 \times 2 \times 90 \\ &= 155520 \text{ L} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan fresh water M/E

$$\begin{aligned} \text{Volume Fw M/E} &= 37,1 \text{ L} \\ \text{Jadwal penggantian Fw M/E} &= 1000 \text{ jam} / 34 \text{ jam} \\ &= 29 \text{ kali trip} \\ &= 2,5 \text{ bulan (5 kali per th)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan Fw M/E 1 th} &= 5 \times 37,1 \\ &= 185,5 \text{ L} \end{aligned}$$

c. Biaya fresh water kapal

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan Fw 1 th} &= 155705,5 \text{ L} \\ &= 155,71 \text{ m}^3 \\ \text{Harga Fw} &= \text{Rp}12.000 \text{ per m}^3 \\ \text{Biaya Fw 1 th} &= 155,71 \times \text{Rp}12.000 \\ &= \text{Rp}1.868.466 \end{aligned}$$

4. Biaya perbekalan ABK

$$\begin{aligned} \text{Biaya perbekalan} &= \text{Rp}50.000 \text{ per 1 kali makan} \\ \text{Jumlah makan per trip} &= 6 \text{ kali makan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perbekalan ABK 1 th} &= 144 \times 6 \times 6 \times \text{Rp}50.000 \\ &= \text{Rp}259.200.000 \end{aligned}$$

5. Gaji ABK

$$\text{Pendapatan 1 trip} = \text{Rp}600.000 \text{ per orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaji ABK 1 tahun} &= 144 \times 6 \times \text{Rp}600.000 \\ &= \text{Rp}518.400.000 \end{aligned}$$

6. Biaya tambat kapal

$$\begin{aligned} \text{Biaya tambat} &= \text{Rp}750 / \text{m panjang kapal} / 6 \text{ jam} \\ \text{Panjang kapal} &= 20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tambat 1 th} &= 144 \times 20 \times \text{Rp}750 \\ &= \text{Rp}2.160.000 \end{aligned}$$

c) Total Pengeluaran

$$\begin{aligned} \text{Pengeluaran 1 th} &= \text{Pembelian ikan} + \text{Operasional} \\ &= \text{Rp}89.934.545.455 + \text{Rp}5.865.485.105 \\ &= \text{Rp}95.800.030.560 \end{aligned}$$

3. Pendapatan yang diperoleh

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan 1 th} &= \text{Pemasukan} - \text{Pengeluaran} \\ &= \text{Rp}106.002.850.909 - \text{Rp}95.800.030.560 \\ &= \text{Rp}10.202.820.349 \end{aligned}$$

a) Pendapatan pemilik kapal (70% dari pendapatan 1th)

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan pemilik kapal} &= 70\% \times \text{Rp}10.202.820.349 \\ &= \text{Rp}7.141.974.245 \end{aligned}$$

b) Dana simpanan perbaikan kapal (15% dari pendapatan 1th)

$$\begin{aligned} \text{Dana simpanan} &= 15\% \times \text{Rp}10.202.820.349 \\ &= \text{Rp}1.530.423.052 \end{aligned}$$

Sisa dari pendapatan digunakan untuk membayar modal pembelian kapal sebesar Rp3.610.000.000.

$$\text{Sisa pendapatan} = \text{Rp}1.530.423.052$$

4. Modal pembelian kapal

a) Modal sendiri (Pemilik kapal)

$$\text{Modal Pemilik kapal} = \text{Rp}3.610.000.000$$

Modal pembelian kapal akan lunas setelah 2 tahun 5 bulan pengoprasian kapal.

$$\begin{aligned} \text{Biaya pembayaran} &= (29 \times (\text{Rp}1.530.423.052/12)) \\ &= \text{Rp}3.698.522.377 \end{aligned}$$

b) Modal pinjaman bank

$$\begin{aligned} \text{Modal pinjam bank} &= \text{Rp}3.610.000.000 \\ \text{Suku bunga} &= 0,94\% \text{ per bulan} \end{aligned}$$

Modal pembelian kapal akan lunas setelah 3 tahun 3 bulan pengoprasian kapal.

$$\begin{aligned} \text{Modal pinjaman} &= \text{Rp}3.610.000.000 \times (1 + (0,94\% \times 39)) \\ &= \text{Rp}4.929.906.250 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pembayaran} &= 39 \times (\text{Rp}1.530.423.052/12) \\ &= \text{Rp}4.973.874.920 \end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari data visual hasil simulasi didapat bahwa aliran fluida yang terjadi di dalam palka adalah aliran turbulen. Aliran turbulen mengandung lebih banyak oksigen karena mempengaruhi kadar oksigen terlarut dalam air dan membantu sebaran horizontal fitoplankton.
2. Kecepatan arus di dalam palka pada semua variasi pelubangan berkisar antara 0,05 m/s – 0,33 m/s. Nilai tersebut berada di bawah batas maksimal kecepatan arus yang disyaratkan untuk budidaya ikan kerapu yaitu sebesar 0,35 m/s. Namun untuk variasi pelubangan 1 dan 2 pada kecepatan kapal dibawah 6 knot, kecepatan arus di dalam palka berada dibawah batas minimal kecepatan arus yang disyaratkan yaitu sebesar 0,15 m/s. Sedangkan pada variasi pelubangan 3 kecepatan arus di dalam palka

berada dibawah batas minimal pada kecepatan kapal dibawah 4 knot.

3. Hambatan kapal terbesar dihasilkan oleh variasi pelubangan 1 yaitu sebesar 27,2 kN. Sedangkan hambatan kapal terkecil dihasilkan oleh variasi pelubangan 2 dan 3 yaitu sebesar 26,1 kN.
4. Volume ruang palka semakin kecil akibat pelubangan yang dilakukan, yaitu sebesar 22,9 m³ setara dengan 23,46 ton air laut. Ruang palka tersebut dapat diisi ikan kerapu sebanyak 4.164 ekor atau sama dengan 2,08 ton ikan kerapu.
5. Dari perhitungan ekonomis dapat diketahui bahwa pemilik kapal akan balik modal setelah 2,4 tahun apabila modal berasal dari modal pribadi. Sedangkan apabila modal berasal dari modal pinjam bank, pemilik kapal akan balik modal setelah 3,3 tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua atas segala doa dan dukungannya. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang kepada bapak Ir. Amiadji M.M, M.Sc. , Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil. dan Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. atas bimbingan, ilmu, serta dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. *Pengangkutan Ikan Hidup*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [2] Anonymous. 1986. *Traning Manual on Marine Finfish Netcage Culture*. Singapore: Regional Seafarming Project RAS/86/024.
- [3] Baskoro, Mulyono S., Taurusman, Am Azbas dan Sudirman. 2010. *Tingkah Laku Ikan Hubungannya dengan Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangka*. Bandung: Lubuk Agung.
- [4] Ghufuran, M. , H. Kordi K. dan Andi Tamsil. 2010. *Pembenihan Ikan Laut Ekonomis Secara Buatan*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- [5] Ismail, Khodijah. *Kiat Mengatasi Stress Pada Ikan*. Mediatama.
- [6] Junianto. 2003. *Teknik Penanganan Ikan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [7] Khairani, Nurul. 2013. *Perancangan Sistem Ruang Muat Untuk Kapal Pengangkut Ikan Hidup Di Sumatera Barat*. Tesis. Undergraduate Theses Teknik Sistem Perkapalan-ITS.
- [8] Manik, Parlindungan dan Eko Sasmito Hadi. 2014. *Desain Lambung Kapal Layar Motor Katamaran Dengan Sistem Palka Ikan Hidup*. Semarang: Ejournal Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [9] Mubarak, A.Shofy. *Pengelolaan Kualitas Air untuk Keberhasilan Usaha Budidaya*. Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian.
- [10] Soeroso, Hariyanto dan Bambang Teguh Setiawan. 2013. *Perencanaan Ruang Muat Ikan Hidup Pada Kapal Penangkap Ikan Di Tpi Brondong Lamongan Jawa Timur*. Surabaya: Ejournal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [11] Utama, Febryanto Wardhana. 2008. *Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Ikan Kerapu Macan Di Pulau Panggang, Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu, DKI Jakarta*. Skripsi. Program Sarjana Ekstensi Manajemen Agribisnis Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- [12] Wedemeyer, G.A.. 2010. *Physiology og Fish In Intensive Culture Systems*. New York: International Thomson Publishing Chapman & Hall.
- [13] Wulandari, Dewi. 2009. *Keterikatan Antara Kelimpahan Fitoplankton Dengan Parameter Fisika Kimia Di Estuari Sungai Brantas (Porong), Jawa Timur*. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.